

⊗ BIBLIOTEKA PRZEMYSŁOWA. ⊗

# ŚWIATŁO ELEKTRYCZNE.

URZĄDZENIE I DZIAŁANIE INSTALACYJ  
PRYWATNYCH, O PRĄDZIE STAŁYM.

PRZEWODNIK DLA MONTERÓW, MASZYNISTÓW  
I WŁAŚCICIELI INSTALACYJ ELEKTRYCZNYCH.

PRZEZ

Zygmunta Straszewicza.

146 rysunków w tekście.

Cena w oprawie rub. 1 kop. 20.

WARSZAWA  
NAKLADEM HIPOLITA WAWELBERGA.

1898.

D

4628

Biblioteka Główna  
Politechnika Warszawska

ŚWIATŁO ELEKTRYCZNE.



---

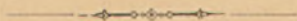
Druk Tow. Komand. St. J. Zaleski & Co., ulica Złota Nr. 3.

537:557.3:6.1.32:621.345/.346

BIBLIOTEKA PRZEMYSŁOWA.

# ŚWIATŁO ELEKTRYCZNE.

URZĄDZENIE I DZIAŁANIE INSTALACYJ  
PRYWATNYCH O PRĄDZIE STAŁYM.



PRZEWODNIK DLA MONTERÓW, MASZYNISTÓW  
i WŁAŚCICIELI INSTALACYJ ELEKTRYCZNYCH.

PRZEZ

Zygmunta Straszewicza.

146 rysunków w tekście.

WARSZAWA  
NAKŁADEM HIPOLITA WAWELBERGA.

1898



№ 122

Дозволено Цензурою.

Варшава, Января 25 дня 1898 года.

54-8-66к (BC) (50,-)

## PRZEDMOWA.

Dziełko niniejsze zawiera wykład zasad, na których polega urządzenie instalacyj światła elektrycznego i ich działanie. Nie chcąc powiększać zbyt znacznie jego rozmiarów, zmuszony byłem ograniczyć treść do rzeczy najważniejszych, a więc do prądu stałego i do instalacyj mniejszych, prywatnych; wypadło natomiast pominąć kompletnie technikę prądu zmiennego, stosowanego rzadziej, a także urządzenie stacyj centralnych, których do tychczas w kraju naszym nie posiadamy wcale.

Książka ta jest w pierwszym rzędzie przeznaczoną dla monterów: ma ona ułatwić im nabycie niezbędnego wykształcenia fachowego, a także być dlań poradnikiem w rozmaitych kwestjach jego zawodu. Po za tem maszynista znajdzie w niej przepisy, jak należy obchodzić się z powierzoną mu instalacją, właścicielowi instalacyi da ona wskazówki do krytycznej oceny wykonanej roboty, może wreszcie służyć każdemu, kto niebędąc specjalistą,

chciałby jednak poznać w ogólnych zarysach technikę „prądu silnego.”

Wykład usiłowałem uczynić jaknajprzystępniejszym i mam nadzieję, że czytelnik uważny i cierpliwy bez trudności wszystko zrozumie, jeżeli nawet nie miał poprzednio nic do czynienia z instalacjami elektrycznymi.

W wyborze materiału kierowałem się w znacznej części dziełkiem *Gaisberga: Taschenbuch für Monteure elektrischer Beleuchtungsanlagen*, praca moja nie jest jednak ani tłumaczeniem jego, ani przeróbką. Jakkolwiek „Taschenbuch” cieszy się wciąż jeszcze wziętością w Niemczech, posiada on jednak nie małe braki i wady, a przede wszystkim wykład ciężki i nużący; z tych powodów przedsięwziąłem napisać rzecz zupełnie oryginalną, czerpiąc przy tem i z innych źródeł, a także z doświadczenia własnego.

Kamienskoje, w sierpniu 1897 r.



## Skrócone oznaczenia miar metrycznych.

Metr . . . . .	m
Decymetr . . . . .	dm
Centymetr . . . . .	cm
Milimetr . . . . .	mm
Tonna . . . . .	t
Kilogram . . . . .	kg
Gram . . . . .	g
Hektolitr . . . . .	hl
Litr . . . . .	l

Metr kwadratowy . . .	$m^2$
Centymetr kwadratowy .	$cm^2$
Milimetr kwadratowy . .	$mm^2$

Metr sześcienny . . .	$m^3$
Centymetr sześcienny . .	$cm^3$
Milimetr sześcienny . . .	$mm^3$





## Nauka o prądzie elektrycznym.

1. **Płyn elektryczny.** Wyobraźmy sobie dwa naczynia A i B, jak to przedstawia fig. 1, i dajmy na to, że do naczyń tych nalano wody; do A więcej niż do B. Mó-

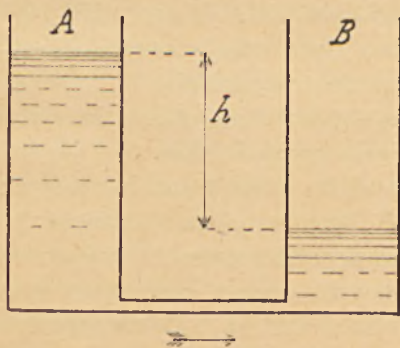


Fig. 1.

wimy, że w A woda stoi na wyższym poziomie, niż w B. Jeżeli połączymy je teraz rurą, to, jak wiadomo, woda będzie płynęła w rurze w kierunku od A do B. Gdybyśmy

wciąż dolewali wody do A i wylewali z B tak, aby poziomy w naczyniach się nie zmieniały, to prąd wody w rurze byłby wciąż jednakowy. Zresztą prąd ten wodny nie zmieni się, byleby tylko różnica poziomów (oznaczona na fig. literą h) pozostawała niezmienną.

To proste znane każdemu zjawisko daje nam wyobrażenie o innym zjawisku — elektrycznem. Możemy mianowicie wyobrażać sobie elektryczność pod postacią płynu, podobnego do wody, lecz niewidocznego i nieposiadającego ani ciężaru, ani smaku, ani innych materyalnych właściwości wody. Płyn ten elektryczny rozlany jest wszędzie i przenika wszystkie ciała, ale z niejednakową łatwością. Z wielką łatwością przenika on w metale i może się w nich poruszać, jak woda w naczyniach próżnych lub rurach. Nazywamy też metale dobrymi *przewodnikami* elektryczności. W inne ciała prąd elektryczny wsiąka leniwie, jak woda w kawałek kredy lub cukru, i porusza się w nich z trudnością.

Ciała tego rodzaju nazywamy *izolującami* lub *izolatorami*. Najważniejszymi izolatorami dla elektrotechnika są: porcelana, szkło, guma, kauczuk, suche drzewo, smoła, asfalt, jedwab', bawełna, oliwa i powietrze \*).

**2. Napięcie elektryczne.** Przedstawmy sobie dwa jednakowe kawałki metalu, lub przewodniki np. dwie równe sobie kule A i B (fig. 2); jeżeli wprowadzimy na A

---

\*) Czem jest właściwie elektryczność, tego nauka dotąd dobrze nie badała. Wyobrażając elektryczność pod postacią płynu, mamy na celu ułatwić sobie zrozumienie zjawisk o których dalej będzie mowa, bynajmniej jednak nie twierdzimy, aby elektryczność była istotnie płynem.

więcej płynu elektrycznego, niż na B, to w pierwszej kuli będzie on stał na wyższym poziomie niż w drugiej, zupełnie tak, jak woda w zjawisku, opisanem w § poprzedzającym. Gdybyśmy teraz połączyli obydwie przewodniki drutem, to płyn elektryczny płynąłby po drucie od A do B tak, jak woda w rurze. Dolewając płynu do A i wylewając go z B, utrzymywalibyśmy w drucie wciąż jedna-



Fig. 2.

kowy prąd elektryczny. Prąd ten się nie zmieni, byleby tylko różnica poziomów płynu elektrycznego w A i B nie ulegała zmianie. Tę różnicę poziomów nazywamy *napięciem elektrycznem*. Różnicy poziomów elektrycznych nie możemy zauważyć wzrokiem, jak różnicę poziomów wody, ale możemy ją odczuć w inny sposób. Dotknijmy w tym celu jedną ręką przewodnika A, drugą zaś B. Wtedy prąd elektryczny przebiegając przez nasze ciało, wywoła w nim wstrząśnienie. Wstrząśnienie to jest tem silniejsze, im bardziej różnią się poziomy A i B, czyli im wyższe jest napięcie pomiędzy A i B.

3. **Miara napięcia wolt.** Napięcie elektryczne mierzymy za pomocą miary *wolt*, jak długość za pomocą łokcia albo metra. Napięcie jednego wolta jest tak słabe, że odczuć go nie jesteśmy w stanie. Lekkie, ledwo dostrzegalne wstrząśnienie odczuwamy, jeżeli napięcie pomiędzy A i B (fig. 2) wynosi przynajmniej 15 woltów.

Dopiero przy 50 woltach wstrząśnienie jest wyraźne, lecz jeszcze nie przykre, przy 100 woltach jest ono silniejsze znacznie, można jednak dłuższy czas dotykać kul A i B bez wielkiej przykrości. Wstrząśnienia od napięć wyższych niż 500 woltów mogą już stać się niebezpiecznymi.

Aby poznać, jak wielka różnica poziomów elektrycznych, czyli napięcie, istnieje pomiędzy dwoma przewodnikami, posługujemy się przyrządem, zwanym *woltmetrem*.

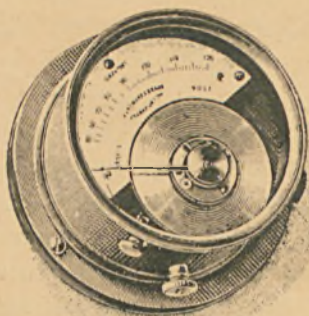


Fig. 3.

Fig. 3 przedstawia często używany woltmetr Hartmanna i Brauna, z Frankfurtu nad Menem. Składa się on ze skali, po której może poruszać się wskazówka umocowana na osi, leżącej w niższej części przyrządu. Z lewej strony widzimy cieką sprężynę, za pomocą której można zatrzymać wskazówkę aby ją uchronić od wstrząśnień, w razie przenoszenia przyrządu. Do dwóch śrub, widocznych u dołu, przymocowujemy druty, idące do przewo-

dników A i B, napięcie których zmierzyć mamy, jak to przedstawia fig. 4. Wtedy mechanizm, ukryty po za skalą (opisywać go nie będziemy), zacznie działać, wskazówka poruszy się na prawo i wskaże nam na skali wysokość napięcia w woltach.

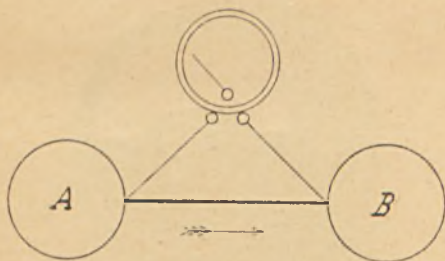


Fig. 4.

4. **Miara płynu elektrycznego kulomb i natężenia prądu amper.** Płyn elektryczny mierzymy na kulomby, jak wodę na kwarty lub litry. Każdy jednak łatwo wyobraża sobie kwartę wody, ale nikt nie wyobrazi sobie kulomba niewidzialnej elektryczności. Częściej niż kulomb używa się miara płynu elektrycznego amper-godzina. Zawiera ona 3600 kulombów.

Płyn elektryczny można mierzyć za pomocą przyrządu zwanego ampermetrem. Fig. 5 przedstawia używany często ampermetr Hartmanna i Brauna. Jest on podobny powierzchownie do woltmetru z tejże samej fabryki (fig. 3) i posiada podobne urządzenie wewnętrzne, którego jednak opisywać nie będziemy. Aby zmierzyć, ile płynu elektrycznego przepływa przez drut, łączący przewodniki

A i B (fig. 2) przecinamy drut ten w któremkolwiek miejscu i końce przymocowujemy do śrub ampermetru, jak to wskazuje fig. 6. Ponieważ elektryczność swobodnie prze-

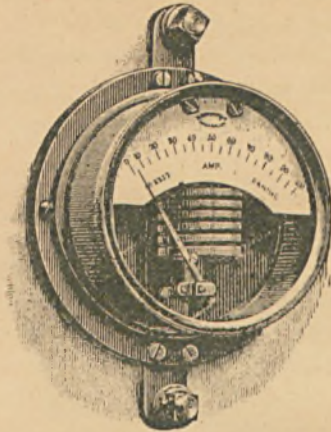


Fig. 5.

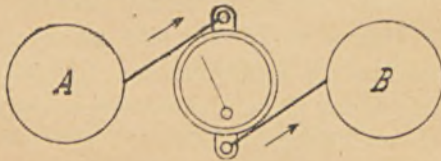


Fig. 6.

chodzi przez ampermetr, prąd więc po włączeniu tego przyrządu będzie płynął w drucie zupełnie tak, jak poprzednio.

Wskazówka przesunie się po skali i zatrzyma na podziale, dajmy na to, 10. Znaczy to, że w ciągu jednej



sekundy przepływa przez drut 10 kulombów elektryczności. Jeżeli przez całą godzinę prąd pozostaje niezmienny (wtedy wskazówka ampermetru wciąż wskazuje na 10), to przez drut przepłynie  $10 \times 60 \times 60 = 36000$  kulombów, czyli 10 amperów-godzin. Przez dwie godziny przepłynęłoby 20 amperów-godzin i t. d. Zamiast mówić, że ilość płynu elektrycznego przepływająca przez drut w ciągu sekundy jest równą 10 kulombom, mówimy krócej, że natężenie prądu w drucie jest równe 10 amperom.

Tak więc *natężeniem*, lub *siłą* prądu nazywamy ilość płynu elektrycznego, która w ciągu sekundy przez drut przepływa. Natężenie prądu mierzymy miarą *amper*. Przy natężeniu jednego ampera przepływa przez drut 1 kulomb na sekundę, lub 1 amper-godzina na godzinę. Ampermetr wskazuje natężenie prądu w amperach.

**5. Opór elektryczny i miara jego om.** Natężenie prądu w drucie, łączącym przewodniki A i B (fig. 2), zależy od napięcia, istniejącego pomiędzy nimi. Jeżeli np. przy 10 woltach natężenie prądu jest równe 4 amperom, to, powiększywszy napięcie do 20 woltów, otrzymamy prąd 8 amperów, zmniejszywszy zaś napięcie do 5 woltów, otrzymamy tylko 2 amp. Im wyższe napięcie tem silniejszy prąd.

Natężenie prądu zależy nie tylko od napięcia lecz także i od drutu, łączącego przewodniki A i B. Tak np. przy jednym i tem samym napięciu prąd będzie słabszy w drucie długim, niż w krótkim, (przy tej samej grubości) w cienkim słabszy niż w grubym, (przy tej samej długości); w żelaznym słabszy niż w miedzianym; różne druty

stawiają prądowi różne opory, inaczej mówiąc, posiadają różne opory elektryczne.

Opór elektryczny mierzy się na omy, tak, jak długość na łokcie lub metry.

Jeżeli wziąć rurkę szklaną długości 106 cm mającą w przekroju (w świetle)  $1 \text{ mm}^2$ , i napełnić ją rtęcią, to taki słup rtęci będzie miał opór elektryczny jednego oma.

6. **Od czego zależy opór drutu?** Są przyrządy za pomocą których można mierzyć opór elektryczny, tak samo, jak napięcie za pomocą woltmetrów i natężenie prądu za pomocą ampermetrów. Jeden z nich, służący do mierzenia bardzo wielkich oporów, opiszemy w następstwie, inne zaś używane do mierzenia oporów mniejszych np. most Wheatstone'a i galwanometr różnicowy, pomijamy kompletnie, gdyż nigdy prawie monter nie ma z nimi do czynienia.

Podajemy natomiast sposoby, za pomocą których można ocenić opór drutu bez mierzenia.

Różne metale posiadają rozmaite opory elektryczne. Weźmy 3 druty, jeden miedziany, drugi żelazny, trzeci nikelinowy, wszystkie trzy jednakowej długości i średnicy. Opór żelaznego będzie 5,7 razy, a nikelinowego 23 razy większy niż miedzianego. Opór jest tem większy, im większą jest długość i im mniejszym jest przekrój drutu. Możemy dokładnie oznaczyć opór drutu miedzianego w omach, jeżeli długość jego w m pomnożymy przez ułamek 0,0174 i podzielimy przez przekrój w  $\text{mm}^2$ . Wyrażamy to krócej w sposób następujący:

$$\text{opór drutu miedzianego} = \frac{\text{długości w m} \times 0,0174}{\text{przekrój w mm}^2}$$

lub  $= \frac{\text{długość w m}}{\text{przekrój w mm}^2 \times 60}$ , co mniej więcej na jedno wychodzi.

$$\text{Tak samo opór drutu żelaznego} = \frac{\text{długości w m} \times 0,1}{\text{przekrój w mm}^2}$$

$$\text{opór drutu najzylbrowego} = \frac{\text{długości w m} \times 0,3}{\text{przekrój w mm}^2}$$

7) **Tablice oporów.** Za pomocą tablic następujących można z łatwością oznaczyć opór drutu miedzianego lub żelaznego, jeżeli znamy jego długość i średnicę.



MD. 122

I. TABLICA  
przekrojów, wag i oporów drutów miedzianych.

Średnica w mm	Przekrój w mm <sup>2</sup>	Waga me- tra w g	Opór metra w omach	Na om wychodzi metrów
0,09	0,0064	0,057	2,743	0,3646
0,10	0,0079	0,070	2,222	0,4501
0,18	0,0254	0,227	0,6857	1,458
0,20	0,0314	0,280	0,5555	1,800
0,30	0,0707	0,629	0,2479	4,051
0,35	0,0962	0,856	0,1814	5,514
0,36	0,1018	0,906	0,1714	5,833
0,37	0,1075	0,957	0,1623	6,162
0,38	0,1134	1,010	0,1538	6,501
0,39	0,1195	1,063	0,1461	6,846
0,4	0,126	1,118	0,1389	7,201
0,42	0,139	1,233	0,1260	7,940
0,45	0,159	1,416	0,1097	9,114
0,5	0,196	1,748	0,08887	11,25
0,55	0,238	2,115	0,07345	13,62
0,6	0,283	2,510	0,06173	16,20
0,65	0,332	2,954	0,05259	19,02
0,7	0,385	3,426	0,04538	22,05
0,8	0,503	4,474	0,03473	28,81
0,9	0,636	5,663	0,02743	36,46
1,0	0,785	6,991	0,02222	45,01
1,1	0,950	8,459	0,01836	54,46
1,2	1,131	10,07	0,01543	64,81
1,3	1,327	11,81	0,01315	76,06
1,4	1,539	13,70	0,01134	88,22
1,5	1,767	15,73	0,009875	101,3
1,6	2,011	17,90	0,008679	115,2
1,7	2,270	20,20	0,007688	130,1

Srednica w mm	Przekrój w mm <sup>2</sup>	Waga me- tra w g	Opór metra w omach	Na om wychodzi metrów
1,8	2,545	22,65	0,006857	145,8
1,9	2,835	25,24	0,006155	162,5
2,0	3,142	27,96	0,005555	180,0
2,1	3,464	30,83	0,005040	198,4
2,2	3,801	33,84	0,004591	217,8
2,3	4,155	36,98	0,004200	238,1
2,4	4,524	40,27	0,003857	259,3
2,5	4,909	43,69	0,003555	281,3
2,6	5,309	47,26	0,003287	304,3
2,7	5,726	50,96	0,003048	328,1
2,8	6,158	54,81	0,002834	352,9
2,9	6,605	58,79	0,002642	378,6
3,0	7,07	62,92	0,002469	405,1
3,1	7,55	67,18	0,002312	432,5
3,2	8,04	71,59	0,002170	460,9
3,3	8,55	76,13	0,002040	490,2
3,4	9,08	80,80	0,001922	520,3
3,5	9,62	85,64	0,001814	551,4
3,6	10,18	90,60	0,001714	583,3
3,7	10,75	95,71	0,001623	616,2
3,8	11,34	101,0	0,001538	650,1
3,9	11,95	106,3	0,001461	684,6
4,0	12,57	111,8	0,001389	720,1
4,5	15,90	141,6	0,001097	911,4
5,0	19,64	174,8	0,0008887	1125
5,5	23,76	211,5	0,0007345	1362
6,0	28,27	251,6	0,0006173	1620
6,5	33,18	295,4	0,0005259	1902
7,0	38,49	342,6	0,0004538	2205
7,5	44,18	393,2	0,0003950	2532
8,0	50,27	447,4	0,0003473	2881
8,5	56,75	505,1	0,0003075	3252
9,0	63,62	566,3	0,0002743	3646
9,5	70,88	630,9	0,0002462	4052
10,0	78,54	699,1	0,0002222	4501

II. TABLICA  
przekrojów, wag i oporów drutów żelaznych.

Średnica w mm	Przekrój w mm <sup>2</sup>	Waga me- tra w g	Opór metra w omach	Na om wychodzi metrów
0,10	0,0079	0,061	12,66	0,079
0,12	0,0113	0,087	8,85	0,113
0,15	0,0177	0,136	5,65	0,177
0,16	0,0201	0,155	4,98	0,201
0,20	0,0314	0,242	3,18	0,314
0,22	0,0380	0,293	2,63	0,380
0,24	0,0452	0,348	2,21	0,452
0,25	0,0491	0,378	2,04	0,491
0,26	0,0531	0,410	1,883	0,531
0,28	0,0616	0,474	1,623	0,616
0,30	0,0707	0,544	1,414	0,707
0,31	0,0755	0,582	1,324	0,755
0,34	0,0908	0,701	1,101	0,908
0,35	0,0962	0,741	1,039	0,962
0,37	0,108	0,833	0,926	1,08
0,40	0,126	0,971	0,794	1,26
0,45	0,159	1,22	0,629	1,59
0,50	0,196	1,51	0,510	1,96
0,55	0,238	1,84	0,420	2,38
0,6	0,283	2,18	0,353	2,83
0,7	0,385	2,97	0,260	3,85
0,8	0,503	3,88	0,199	5,03
0,9	0,636	4,90	0,157	6,36
1,0	0,785	6,05	0,127	7,85
1,1	0,950	7,33	0,105	9,50
1,4	1,539	11,9	0,0649	15,39
1,5	1,767	13,6	0,0565	17,67
1,6	2,011	15,4	0,0498	20,11

Średnica w mm	Przekrój w mm <sup>2</sup>	Waga me- tra w g	Opór metra w omach	Na om wychodzi metrów
1,8	2,543	19,7	0,0393	25,45
2,0	3,142	24,3	0,0318	31,42
2,2	3,801	29,3	0,0263	38,01
2,5	4,909	37,8	0,0204	49,09
2,8	6,158	47,4	0,0162	61,58
3,0	7,07	54,5	0,0141	70,7
3,1	7,55	58,2	0,0132	75,5
3,4	9,08	70,1	0,0110	90,8
3,5	9,62	74,1	0,0104	96,2
3,8	11,34	87	0,00885	113,4
4,0	12,57	97	0,00794	125,7
4,2	13,85	107	0,00719	138,5
4,5	15,90	122	0,00629	159,0
4,6	16,62	128	0,00602	166,2
5,0	19,64	151	0,00510	196,4
5,5	23,76	184	0,00420	237,6
6,0	28,27	218	0,00353	282,7
7,0	38,49	297	0,00260	384,9
8,0	50,27	387	0,00199	502,7
9,0	63,62	490	0,00157	636,2
9,7	73,90	569	0,00135	739

8) **Użycie tablic oporów.** *Przykład 1.* Jaki jest opór i waga 375 m drutu miedzianego o 3,5 mm średnicy?

Z tablicy I mamy, że opór metra = 0,001814 a więc 375 m jest  $0,001814 \times 375 = 0,68$  oma.

Metr waży 85,6 g zatem 375 m

$$\frac{85,6 \times 375}{1000} = 32 \text{ kg.}$$

*Przykład 2.* Ile metrów potrzeba wziąć drutu miedzianego o 0,2 mm średnicy, aby otrzymać opór 125 omów?

Ponieważ na om wychodzi 1,8 m więc na 125 omów potrzeba  $1,8 \times 125 = 225$  m.

9) **Opór drutów włączonych równoległe.** Dajmy na to, że pomiędzy przewodnikami A i B (fig. 7) prze-

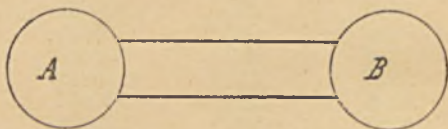


Fig. 7.

prowadzono dwa druty miedziane, jednakowej długości i o jednakowych średnicach. Niech np. przekrój każdego będzie =  $1 \text{ mm}^2$ . Oczywiście jest rzeczą, że elektryczność, płynąc przez dwa druty, napotykać będzie taki sam opór, jak w jednym drucie tejże samej długości, lecz o przekroju  $2 \text{ mm}^2$ , t. j. opór dwa razy mniejszy, niż w jednym z drutów istotnie użytych.

Mówimy, że dwa druty, przedstawione na fig. 7, są *włączone równoległe pomiędzy A i B*. Należy zatem pamiętać, że dwa druty jednakowe, włączone równoległe



posiadają opór dwa razy mniejszy, niż drut taki sam pojedynczy, trzy druty równoległe mają opór trzy razy mniejszy niż drut pojedynczy i t. d.

*Przykład.* Znaleść opór i wagę 800 m miedzianego sznura, skróconego z 19 drutów po 0,55 mm średnicy każdy.

Opór jednego metra drutu o średnicy 0,55 mm<sup>2</sup> według tab. I = 0,07345 oma, a więc 19 takich drutów równoległych  $\frac{0,07345}{19}$ , zaś 800 metrów  $\frac{30,07345 \times 800}{19} =$

$$3,1 \text{ oma. Waga} = \frac{2,115 \times 19 \times 800}{1000} = 32 \text{ kg.}$$

10. **Prawo Ohma.** Znając napięcie pomiędzy przewodnikami A i B a także opór drutu je łączącego, możemy łatwo znaleźć natężenie prądu nawet bez ampermetru. W tym celu należy tylko napięcie w woltach podzielić przez opór w omach, a wypadnie prąd w amperach.

$$\text{Prąd w amp.} = \frac{\text{Napięcie w woltach}}{\text{Opór w omach.}}$$

Tak np., jeżeli napięcie = 110 woltom, opór = 5 omom, to natężenie prądu =  $\frac{110}{5} = 22$  amperom.

Ta zależność prądu od napięcia i oporu zowie się prawem Ohma. Kto chce cokolwiek bądź zrozumieć w rzeczach elektryczności, ten musi wciąż mieć prawo Ohma na uwadze.

Jeżeli z trzech wielkości: prąd, napięcie i opór znamy dwie, to zawsze możemy wyrachować trzecią. Tak więc,

$$\text{Napięcie w woltach} = \text{Prąd w amperach} \times \text{Opór w omach.}$$

Jeżeli wiemy np., że przy oporze 5 omów otrzymujemy prąd 22 amperów, to napięcie  $= 22 \times 5 = 110$  woltom.

$$\text{Opór w omach} = \frac{\text{Napięcie w woltach}}{\text{Prąd w amperach.}}$$

Jeżeli przy napięciu np. 110 woltów otrzymujemy prąd 22 amperów, to opór drutu wynosi  $\frac{110}{22} = 5$  omów.

11. **Strata napięcia.** Dajmy na to, że napięcie pomiędzy przewodnikami A i B wynosi 110 woltów, gdybyśmy więc końce drutów, idących do woltmetru, przyłożyli w punktach *a* i *b* (fig. 8), to woltmetr wskazałby 110. Jeżeli jednak lewy drut woltmetru przyłożymy nie w *a*, lecz w jakimkolwiek innym punkcie *c* drutu *a b*, w takim razie wskazówka wskaże mniej, np. tylko 66.

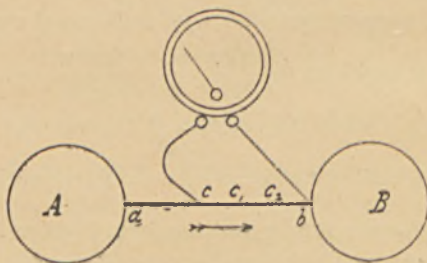


Fig. 8.

Mówimy, że w kawałku drutu *a c* strata napięcia wynosi  $110 - 66 = 44$  woltów. Tę stratę napięcia można by zmierzyć i bezpośrednio, przyłożywszy końce drutów woltmetru w punktach *a* i *c*; wtedy wskazówka stanie na 44.

Można też obliczyć stratę napięcia, znając natężenie prądu w drucie  $a b$  i opór kawałka  $a c$ . Należy w tym celu pomnożyć prąd w amperach przez opór  $a c$  w omach. Jeżeli np. natężenie prądu = 22 amp., opór  $a c$  = 2 omom, to strata napięcia =  $22 \times 2 = 44$  omom.

Utrzymujemy koniec prawego drutu woltmetru stale w punkcie  $b$ , lewy zaś przykładamy z kolei w różnych punktach drutu  $a b$ , np. w  $c_1 c_2 \dots$ . Okaże się wtedy, że przyrząd wskazuje tem mniej, im bardziej oddalamy się od  $a$ . Gdy nareszcie dojdziemy z lewym drutem do punktu  $b$ , to woltmetr wskaże 0.

12. **Prąd w przewodniku zamkniętym.** W § 1 widzieliśmy jak można wywołać w rurze ciągły prąd wody, zobaczymy teraz, że daloby się to uczynić i w inny jeszcze sposób. Weźmy rurę zgiętą w krąg, jak to przedstawia fig. 9, i połączmy jeden jej koniec z gardzielą tłoczącą  $A$ , drugi z ssącą  $B$  pompy wodnej  $P$ . Napelnijmy teraz to wszystko wodą i wprowadźmy w ruch pompę. Będzie ona wypychać wodę z  $A$  i ssać ją przez  $B$ , a wskutek tego woda musi krążyć w rurze w kierunku strzałki.

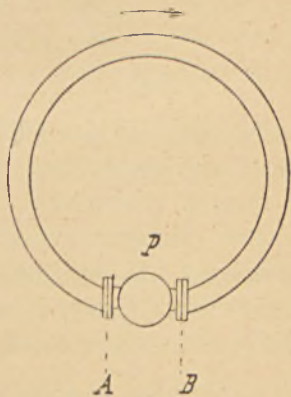


Fig. 9.

Wszystko odbywa się tutaj tak samo, jak gdyby końce rury  $A$  i  $B$  uchodziły w naczynia, w których woda

stoi na rozmaitych poziomach (jak to przedstawia fig. 1). Możemy przeto powiedzieć, że działanie pompy wytwarza sztuczną różnicę poziomów pomiędzy A i B; można nawet obrachować tę różnicę w metrach. Zupełnie podobne zjawisko zachodzi w dziedzinie elektrycznej.

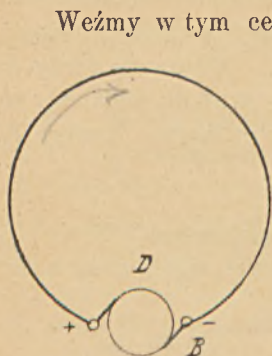


Fig. 10.

Weźmy w tym celu maszynę dynamo elektryczną D (fig. 10) i połączmy z jej końcówkami A i B końce drutu, zgiętego w krąg. Jeżeli teraz wprowadzimy w ruch maszynę, to będzie ona wypychać płyn elektryczny przez A i ssać go przez B, wskutek czego elektryczność musi krążyć w drucie w kierunku strzałki. Otrzymujemy zatem prąd w drucie zupełnie tak samo, jak gdyby końce jego A i B łączyły się z dwoma przewodnikami, w których płyn elektryczny stoi na różnych poziomach. Możemy przeto powiedzieć, że działanie maszyny wytwarza sztuczną różnicę poziomów pomiędzy A i B, czyli napięcie elektryczne. Napięcie to można zmierzyć za pomocą woltmetru, połączywszy jego śruby z końcówkami maszyny.

Końcówkę A, przez którą prąd wypływa, nazywamy *dodatnią* i oznaczamy znakiem +, końcówkę B, przez którą prąd do maszyny powraca, nazywamy *ujemną* i oznaczamy znakiem —.

Do tylko co opisanego wypadku stosuje się prawo Ohma zupełnie tak samo, jak i do poprzedniego \*), a więc:

$$\text{Prąd w drucie A B} = \frac{\text{Napięcie maszyny}}{\text{Opór drutu A B}}, \text{ gdzie}$$

naturalnie prąd, napięcie i opór są wyrażone odpowiednio w amperach, woltach i omach.

13. **Praca elektryczna i miara wat.** W elektro-technice do mierzenia pracy maszyny dynamo elektrycznej na sekundę, czyli wydajności, używa się miara zwana *watem*. Jest to  $\frac{1}{736}$  część konia parowego. Jeżeli znamy napięcie maszyny dynamoelektrycznej i prąd w drucie A B (fig. 10) to łatwo znajdziemy wydajność maszyny w watach, pomnożywszy tylko napięcie w woltach przez prąd w amperach. Zatem wydajność w watach = napięcie w woltach  $\times$  prąd w amperach, a także wydajność w koniach =  $\frac{\text{Napięcie w woltach} \times \text{prąd w amper.}}{736}$

Tak np., jeżeli napięcie = 110 woltom, prąd zaś 50 amperom, to wydajność =  $110 \times 50 = 5500$  watom czyli  $\frac{110 \times 50}{736} = 7,5$  konia parowego.

14. **Części składowe instalacji oświetlenia elektrycznego.** Instalacja oświetlenia elektrycznego składa się z następujących części: 1) motoru, wprowadzającego w ruch maszynę dynamo elektryczną, 2) maszyny dynamoelektrycznej, wzbudzającej prąd, 3) lamp wydajają-

---

\*) Przyjmujemy tutaj, że wewnętrzny opór maszyny jest bardzo mały w porównaniu z oporem obwodu, co prawie zawsze w praktyce ma miejsce.

cych światło pod wpływem prądu, i 4) sieci drutów (przewodników), po których prąd przepływa z maszyny do lamp, czyli tak zwanej *kanalizacji prądu*. Zastanowimy się z kolei nad każdą z tych części.

## M o t o r.

15. **Jakiego motoru można użyć do instalacji elektrycznej.** Zazwyczaj ani wybór motoru, ani jego ustawienie i puszczenie w ruch nie jest rzeczą monter elektrycznego. Niemniej powinien on starać się, czy to przez praktykę, czy to przez czytanie odpowiednich książek wyrobić sobie jasne pojmowanie urządzenia, i działania motorów najczęściej używanych t. j. maszyn parowych i motorów gazowych. Wiadomości te będą mu użyteczne w bardzo wielu wypadkach.

Jeżeli motor został wyłącznie nabyty do oświetlenia elektrycznego, w takim razie fabryka, która go dostarczyła, powinna dbać o to, aby istotnie odpowiadał swemu przeznaczeniu, i monter elektryczny nie ma z tem nic do czynienia. Często zdarza się jednak, że do poruszania maszyny dynamo-elektrycznej używa się motoru już istniejącego np. głównego motoru fabrycznego, wprowadzającego w ruch inne maszyny.

W tym ostatnim wypadku, monter, przybywszy na miejsce instalacji, powinien przedewszystkiem przekonać się, czy motor istotnie posiada właściwości, niezbędne do

porządnego działania całego urządzenia. Właściwości te są następujące:

- 1) dostateczna siła rozporządzalna,
- 2) potrzebna ilość obrotów na minutę,
- 3) regularny bieg.

16. **Siła motoru.** Zwykle monterowi wiadomo z instrukcyi, otrzymanej w biurze instalacyjnem, ile koni parowych pochłonie maszyna elektryczna, że jednak właściciel instalacyi nieraz zmienia w ciągu roboty rozkład lamp i ich liczbę, zatem monter powinien umieć sam ocenić potrzebną siłę.

W tym celu należy przedewszystkiem z liczby lamp i ich światła obrachować według reguł, podanych niżej, potrzebne natężenie prądu. Znając natężenie prądu, a także napięcie maszyny, (które powinno być monterowi wiadome z instrukcyi), możemy obrachować pracę maszyny w watach (§ 13).

$$\text{Praca w koniach par.} = \frac{\text{Praca w watach}}{736}$$

Tyle koni zużyje maszyna elektryczna na wytwarzanie prądu; że jednak zachodzą pewne straty, potrzeba więc będzie więcej koni parowych, niż wykazuje rachunek powyższy.

Wskutek tego nie omylimy się, licząc na konia par. nie 736, lecz tylko 600 watów, a więc:

$$\text{Praca w koniach par.} = \frac{\text{Praca w watach}}{600}$$

Można liczyć z gruba, że na 11 lamp żarowych, po 16 świce każda, potrzebny jest jeden koń parowy, jeżeli strata w przewodnikach nie jest zbyt wielką.

17. **Szybkość obrotu.** Monter powinien wcześniej sprawdzić, czy przy projektowaniu urządzenia całej maszyny maszyna dynamo-elektryczna otrzyma przepisaną szybkość obrotu. Jeżeli ma być ona poruszana, jak to najczęściej bywa, za pomocą koła pasowego, w takim razie należy wprowadzić do rachunku cztery wielkości, a mianowicie:

- a) ilość obrotów na minutę maszyny elektrycznej,
- b) średnicę jej koła,
- c) ilość obrotów na minutę przekładni, wprowadzającej w ruch maszynę elektryczną,
- d) średnicę jej koła.

Dwie pierwsze z tych wielkości zna monter z instrukcyi, dwie drugie należy zmierzyć. Do mierzenia szybkości obrotów powinien monter mieć z sobą prosty przyrząd, który nazwiemy *licznikiem obrotów*; ostrze jego wstawia się w trójkątne zagłębienie, zrobione umyślnie w wale tak, aby oś obracała się wraz z wałem dokładnie w ciągu jednej minuty. Wtedy jego urządzenie wskazówkowe wskaże ilość obrotów wału na minutę. Należy kilka razy powtórzyć doświadczenie, aby być pewnym, że mierzenie odbyło się dokładnie.

Dogodniej jest jeszcze używać w tymże celu przyrządu zwanego — *tachometrem*; wskazuje on bezpośrednio szukaną ilość obrotów.

Gdyby pas nie ślizgał się na kołach pasowych, to z czterech wyżej wymienionych wielkości iloczyn dwóch pierwszych powinien być równy iloczynowi dwóch następnych: czyli  $a \times b = c \times d$ .



Że jednak ślizgania się pasa uniknąć niepodobna, przeto pierwszy z tych iloczynów powinien być nieco mniejszym od drugiego. Można być pewnym, że dynamo będzie miała dostateczną szybkość dopiero wtedy, jeżeli  $a \times b \times 1,03 = c \times d$ .

Gdyby się okazało, że tak nie jest, to należy obrać, ileby obrotów miała dynamo, gdyby wszystko zostawić, jak jest.

$$\text{Ta ilość obrotów} = \frac{c \times d}{b \times 1,03}.$$

Potrzeba tu rozróżniać dwa wypadki:

- 1) Kiedy ilość obrotów obrałowana w ten sposób jest mniejszą od przepisanej,
- 2) kiedy jest od niej większą.

W wypadku pierwszym wypadnie zmienić koło pasowe, od którego dynamo ma ruch otrzymać, koło nowe musi być większe od starego. Średnica nowego kola będzie  $= \frac{a \times b \times 1,03}{c}$ .

Możnaby ten sam cel osiągnąć, zmieniwszy koło pasowe maszyny elektrycznej na mniejsze, nie należy jednak uciekać się do tego środka, gdyż już i tak maszyna dynamo elektryczna otrzymuje w fabryce koło możliwie najmniejsze.

W drugim z wskazanych wyżej wypadków można w wielu razach zostawić wszystko bez zmiany. Dynamo będzie miała wprawdzie większą szybkość od przepisanej, a wskutek tego powiększy się jej napięcie, da się ono jednak sprowadzić do właściwej granicy przy pomocy regulatora maszyny. Jeżeli jednak obrałowana ilość obro-

tów znacznie przewyższa przepisaną (jeżeli np. zamiast 1000 otrzymujemy 1200), to wypadnie zmienić koło pasowe maszyny elektrycznej na większe.

$$\text{Średnica koła nowego} = \frac{c \times d}{a \times 1,03}.$$

*Przykład.* Według instrukcyi dynamo posiada koło pasowe średnicy 343 mm, i ma się obracać z szybkością 1300 obrotów na minutę, z pomiarów zaś okazało się, że koło pasowe przekładni, nadające ruch maszynie elektrycznej, ma w średnicy 1350 mm i obraca się z szybkością 300 obrotów na minutę.

Gdyby pozostawić wszystko, jak jest, to dynamo miałyby tylko  $\frac{300 \times 1350}{343 \times 1,03}$  1147 obrotów na minutę czyli o  $1300 - 1147 = 153$  mniej niż potrzeba. Należy zatem zmienić koło pasowe przekładni. Średnica nowego powinna być  $= \frac{1300 \times 343 \times 1,03}{300} = 1530$  mm.

18. **Pas.** Dynamo należy ustawić tak, aby pas biegł poziomo, lub pod niewielkim kątem do poziomu. W żadnym razie nie powinno się stosować pionowego położenia pasa, gdyż skutkiem tego byłoby ustawiczne ślizganie się jego, a więc bieg maszyny nieregularny i niepewny.

Do poruszania maszyny elektrycznej nie należy używać pasa skrzyżowanego, a to z powodu wielkiej szybkości jego biegu.

Dolna część pasa powinna być ciągnącą, gdyż wtedy obejmuje on lepiej koła pasowe i mniej się ślizga. Na fig. 11, gdzie P wyobraża koło pasowe przekładni, D

zaś koło pasowe maszyny elektrycznej, przedstawiony jest za pomocą strzałek właściwy kierunek ruchu, a za pomocą linii ciągłej kształt, jaki w tym razie przyjmie pas. Gdyby nadać kołom ruch odwrotny, to pas przyjąłby kształt przedstawiony za pomocą linii przerywanej.

Odległość pomiędzy obydwoma wałami powinna wynosić przynajmniej 4 m. Im znaczniejsza jest ta odległość, tem mocniej pas obejmuje koła pasowe w skutek własnego ciężaru i tem lepiej ciągnie. Nie należy jednak

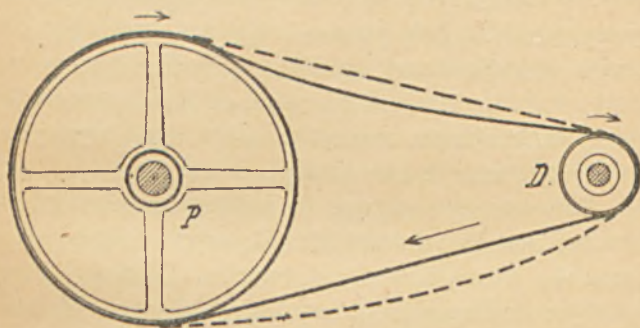


Fig. 11.

ustawiać maszyny zbyt daleko (np. dalej niż na 8 m) od wału poruszającego, gdyż inaczej pas podlega silnemu bujaniu i łatwo spada.

Szerokość pasa powinna być równą szerokości koła pasowego, pomnożonej przez 0,84 krótko :

Szerokość pasa = szerokości koła pasowego  $\times$  0,84.

Jeżeli maszyna elektryczna ma być poruszana za pomocą pasa i koła pasowego, to ustawia się ona na przyrządzie sankowym, na którym można ją przesuwac a zatem

wyprężyć pas, jeżeli się ten obluźni. Długość pasa należy tak wymierzyć, aby maszyna w początku mogła iść w położeniu najbliższem do wału, od którego ruch utrzymuje. W ten sposób można będzie w miarę rozciągnięcia się pasa zużytkować całkowitą długość sanek.

Ślizganie się pasa po tem daje się zauważyć, że pas ulega silnemu bujaniu a napięcie elektryczne maszyny raptownie opada. Jeżeli nie można wtedy ani wyprężyć pasa za pomocą przyrządu saniowego, ani zatrzymać maszyny, to zmniejszymy na pewien czas ślizganie, wdmuchnąwszy pomiędzy koło pasowe i ciągnącą część pasa cokolwiek sproszkowanej kalafonji. Środka tego jednak należy, o ile można unikać, gdyż zmniejsza on trwałość pasów i zanieczyszcza maszynę. Zbyt silne wyprężanie pasa pociąga za sobą grzanie się panewek.

Najlepiej jest używać do poruszania maszyny elektrycznej pasów skórzanych klejonych, elastycznych i giętkich, w jaknajlepszym gatunku. Końce powinny być zszyte gładko, albo jeszcze lepiej sklejone. Spojenia metalowe nie są tutaj odpowiednie. Wogóle każde miejsce pasa grubsze lub sztywniejsze spowoduje nieprzyjemne mruganie światła.

Pas ciągnie lepiej, jeżeli zwrócony jest do koła pasowego stroną gładką (od szerści), jak to się dzieje w Ameryce, u nas tymczasem rozpowszechnił się zły zwyczaj, przejęty od Niemców, nakładania pasa stroną odwrotną.

19. **Regularny bieg motoru.** Najłatwiej, jest sprawdzić o ile regularnym jest bieg motoru za pomocą tachometru, połączonego jednak nie z głównym wałem motoru, lecz z którymkolwiek dalszym, obracającym się ze znaczną szybkością.

Nieregularny bieg motoru może mieć jedną z dwóch przyczyn następujących.

1) Zalekkie koło rozpedowe. W tym wypadku szybkość obrotu maszyny elektrycznej zmienia się peryodycznie. W ciągu jednego skoku tłoka motoru szybkość ta wzrasta, następnie maleje. Na światło lamp łukowych nie wywiera to wyraźnego wpływu, żarowe natomiast rozjaśniają się w miarę wzrastania szybkości i przygasają, gdy ta się zmniejsza; wynika ztąd szybkie i ustawiczne mruganie światła.

Aby brak ten usunąć, należy albo zmienić koło rozpedowe na cięższe, albo dodać nowe na jednym z wałów pośrednich, lub na osi maszyny elektrycznej.

2) Niedosć czuły regulator. W miarę zwiększania lub zmniejszania się obciążenia motoru (gdy np. wchodzi w ruch, lub zatrzymują się oddzielne maszyny pomocnicze) szybkość obrotu ulega wyraźnym zmianom, a w miarę tego zmienia się i światło lamp. Będzie to miało miejsce i wtedy, gdy motor jest już przeciążony, lub też bywa przeciążony chwilowo.

Można przy motorze takim otrzymać światło zupełnie równe, zastosowując akumulatory elektryczne. Gdzie to ze względu na koszt jest nie możliwem, tam odpowiednim będzie regulator automatyczny napięcia maszyny elektrycznej, nie usunie on wahań światła całkowicie, lecz je znacznie ograniczy.

Oceniając motor pod względem regularności jego biegu, mieć na względzie należy przeznaczenie światła. Nierówne palenie się lamp, a zwłaszcza mruganie żarówek jest bardzo nieprzyjemnem przy pracy takiej, w któ-

rej oko musi rozpatrywać drobne szczegóły jak np. przy czytaniu, pisaniu, szyciu, sortowaniu przędzy i t. d., nie pociąga ono natomiast za sobą niedogodności znaczniejszych przy robotach grubszych; jak np. w warsztatach mechanicznych i stolarskich, w cukrowniach, browarach i t. d.

## Maszyna dynamo-elektryczna.

20. **Magnes.** Sztaba żelazna lub stalowa posiada niekiedy własność przyciągania kawałków żelaza; nazywamy ją wtedy *magnezem*. Własność przyciągania szczególnie silnie występuje przy końcach sztaby, które zowiemy biegunami magnesu.

Prócz przyciągania żelaza posiada magnes inną jeszcze ważną własność, występującą w doświadczeniu następującem.

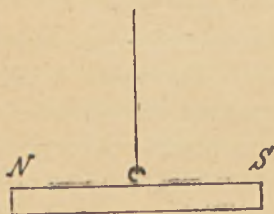


Fig. 12.

Zawieśmy magnes poziomo na nici, jak to przedstawia fig. 12. Ustawi się on zawsze w kierunku z półdnia na północ, przyczem wciąż jeden i ten sam biegun wskazuje na północ, i zowie się wskutek tego *północnym*, drugi na południe i zowie się

*południowym*. Pierwszy oznaczamy krótko literą N, drugi — literą S.

Zbliżywszy biegun północny jednego magnesu do bieguna południowego drugiego zauważymy, że się bieguny te przyciągają, natomiast dwa bieguny północne, lub dwa bieguny południowe dwóch magnesów odpychają się.

Różne magnesy przyciągają żelazo z różną siłą; szczególną siłę posiadają zwykle magnesy powstałe pod działaniem prądu elektrycznego, czyli tak zwane *elektromagnesy*.

Elektromagnes jest to sztaba żelazna, na którą nawinięto znaczną ilość drutu izolowanego; żelazo zowie się *rdzeniem*, drut zaś *cewką* elektromagnesu. Jeżeli przez drut cewki przebiega prąd elektryczny, to rdzeń nabiera silnych własności magnetycznych; z chwilą ustania prądu własności te zwykle znikają, lub zmniejszają się tak bardzo, że pozostaje ślad zaledwie magnetyzmu, czyli tak zw. *magnetyzm szczątkowy*.

W elektromagnecie tak samo, jak i w magnecie zwykłym, rozróżniamy bieguny północny i południowy. Z której strony rdzenia ma być N, a z której S, zależy to od kierunku prądu w cewce. Jeżeli w pewnej chwili prąd zmieni kierunek na odwrotny, to własności elektromagnesu zmieniają się w ten sposób, że tam, gdzie dotychczas był N, utworzy się S i odwrotnie.

Własności magnesu zależą w znacznej mierze od jego formy. W elektrotechnice szczególne znaczenie posiada magnes w formie podkowy, przedstawiony na fig. 13. Jeżeli w przestrzeń pomiędzy biegunami takiego magnesu wprowadzimy zwykły magnes sztabkowy  $N_1 S_1$ , to siła magnetyczna będzie usiłowała nadać mu położenie, wskazane na figurze. W ogóle w przestrzeni tej nie zauważy-

my przyciągania lecz tylko skręcanie, nazywamy ją *polem magnetycznem jednorodnem*, lub wprost *polem magnetycznem*.

21. **Indukcja.** Wprowadźmy w pole magnetyczne fig. 13 obrączkę A, zrobioną z drutu. Jeżeli nie jest to drut żelazny to siła magnetyczna nie oddziałuje na obrączkę wcale, dopóki ta pozostaje w spoczynku. Gdy jednak zaczniemy nią poruszać, to działanie magnetyczne przejawia się w sposób szczególny: pod jego wpływem płyn elektryczny w drucie

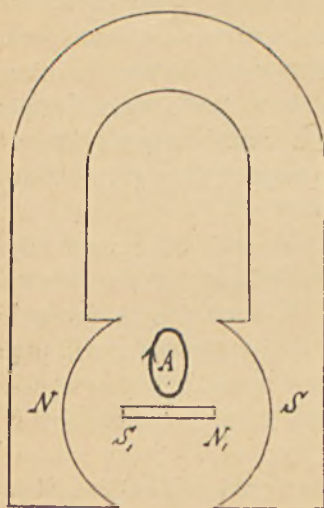


Fig. 13.

zostaje wprawiony w ruch, i otrzymujemy w obrączce prąd elektryczny, trwający tak długo, jak długo poruszamy obrączką. Zjawisko to zwiemy *indukcją*.

Kierunek prądu w obrączce A zależy od dwóch okoliczności, a mianowicie:

1) Od kierunku ruchu obrączki. Gdybyśmy w pewnej chwili zmienili ruch obrączki na wprost odwrotny, to i prąd w niej zmienił by się na odwrotny.

2) Od położenia magnesu. Gdyby np. w pewnej chwili magnes zmienił bieguny tak, aby S utworzył się



tam, gdzie był dotychczas N, i odwrotnie, to kierunek prądu w obrączce zmienilby się na odwrotny.

Gdybyśmy jednocześnie zmienili kierunek ruchu obrączki i położenie biegunów, to kierunek prądu nie uległby zmianie.

Natężenie prądu, powstałego wskutek indukcji, zależy od czterech okoliczności, a mianowicie prąd ten jest tem silniejszy,

- 1) im prędzej porusza się obrączka,
- 2) im silniejszy jest magnes, (czyli im silniejsze jest pole magnetyczne)
- 3) im większa jest obrączka (czyli im dłuższy jest drut)
- 4) im mniejszy jest opór elektryczny drutu.

Łatwo zauważyć, że dwa warunki ostatnie stoją ze sobą w sprzeczności, gdyż im dłuższy jest drut, tem większy będzie jego opór. Należy je rozumieć w sposób następujący: gdybyśmy mieli dwie obrączki, jedną zrobioną z drutu grubego i długiego, drugą z cienkiego i krótkiego tak, aby ich opory były równe, to przy jednakowej sile magnesu i szybkości ruchu prąd w pierwszej z nich będzie silniejszy niż w drugiej.

22. **Pierścień Gramme'a.** Zjawisko indukcji znalazło zastosowanie w urządzeniu maszyny elektrycznej.

Z doświadczenia wiadomo, że działanie siły magnetycznej na elektryczność obrączki A (fig. 13) wzmoże się bardzo, jeżeli ją osadzimy na rdzeniu żelaznym. Rdzeń taki posiada często kształt pierścienia S, jak to przedstawia fig. 14. Robi się go zwykle ze zwiniętego miękkiego drutu lub wstęgi blaszanej.

Aby wzmocnić indukcję na rdzeniu umieszcza się większą liczbę połączonych z sobą obrączek drucianych, lub wprost nawija spiralnie na obwód pierścienia kawałek

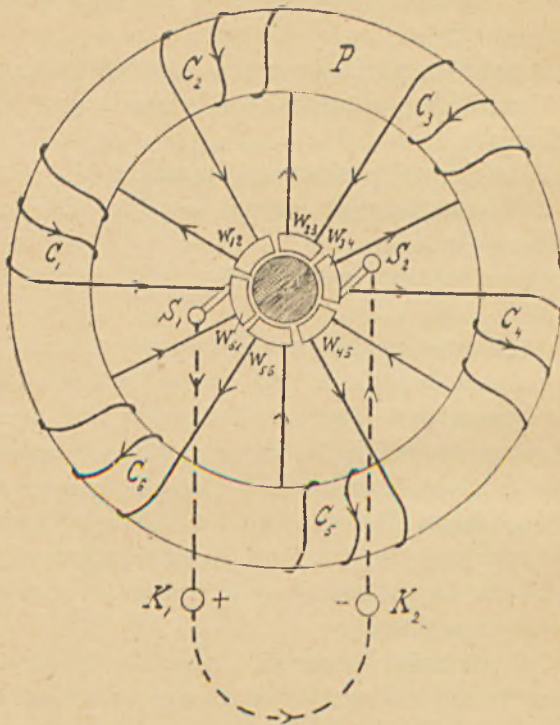


Fig. 14.

izolowanego drutu. W ten sposób na rdzeniu powstaje cewka. Cewek takich nawija się większą liczbę. Fig. 14 przedstawia rdzeń P z nawiniętymi sześcioma cewkami  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ , i  $C_6$ , z których każda składa się

z trzech zwojów; w praktyce jednak bierze się zwykle daleko więcej cewek, każda z nich o daleko większej ilości zwojów.

Rdzeń z nawiniętymi w ten sposób cewkami zowie się *zbroją* maszyny elektrycznej. Wynalazł ją Gramme, nazywają też ją *zbroją Gramme'a* lub *pierścieniem Gramme'a*.

Zbroja osadza się stale na osi przedstawionej na fig. 14 w przekroju, przyczem części łączące ją ze zbroją zostały pominięte.

Na osi również osadza się stale tak zwany *kolektor*. Jest to cylinder złożony z oddzielnych wycinków metalowych  $W_{12}$ ,  $W_{23}$ ,  $W_{34}$ ,  $W_{45}$ ,  $W_{56}$ , i  $W_{61}$ , izolowanych od osi i pomiędzy sobą. Końce drutów każdej cewki łączą się za pomocą śrubek lub lutowania z dwoma następującymi po sobie wycinkami. Tak cewka  $C_1$  jest połączoną z wycinkami  $W_{61}$  i  $W_{12}$ , cewka  $C_2$  z  $W_{12}$  i  $W_{23}$  i t. d. W ten sposób tworzy się nieprzerwany, zamknięty w sobie łańcuch elektryczny. Wyszędlszy z jakiego bądź punktu tego łańcucha można przechodząc po kolei wszystkie cewki i wycinki, obejść go naokoło i powrócić do tegoż samego punktu, np.

$W_{61} C_1 W_{12} C_2 W_{23} C_3 W_{34} C_4 W_{45} C_5 W_{56} C_6 W_{61}$ .

Zbroja obraca się wraz z osią i kolektorem w polu magnetycznem, a wskutek tego powstają w cewkach prądy indukcyjne. Dzieli się ona przytem na dwie połowy, których prądy mają kierunki odwrotne. Na fig. 14 do jednej połowy należą cewki  $C_1$ ,  $C_2$  i  $C_3$  do drugiej  $C_4$ ,  $C_5$  i  $C_6$ .

Prądy indukcyjne mają takie kierunki, jakby obydwa wychodziły z wycinka  $W_{34}$  i dążyły do  $W_{61}$ .

Do jednego z łożysk osi przymocowane są tak zwane *szczotki*  $S_1$  i  $S_2$ , czyli wiązki drutów lub blaszek miedzianych; odpowiednie sprężyny przyciskają je do kolektora w punktach leżących na końcach jednej średnicy tegoż. Na nich to właśnie zbierają się prądy, powstałe w zbroi i płyną dalej do dwóch śrub  $K_1$  i  $K_2$ , zwanych *końcówkami maszyny*; pomiędzy końcówki wstawia się obwód zewnętrzny, a więc sieć przewodników i lampy elektryczne.

Rozważając fig. 14, dojdziemy do przekonania, że maszyna wtedy tylko będzie działała prawidłowo, jeżeli szczotki dotykają zawsze tych dwóch wycinków kolektora, w których schodzą się obydwie prądy zbroi (na fig.  $W_{34}$  i  $W_{61}$ ).

Skutek tych wszystkich zjawisk jest taki, że na końcówkach wytwarza się owa sztuczna różnica poziomów elektrycznych, czyli napięcie maszyny, o którym była mowa w § 12. W wypadku naszym  $K_1$  jest końcówką dodatnią,  $K_2$  — ujemną.

**23. Bęben Hefner-Altenecka.** Od zbroi Gramme'a różni się kształtem zbroja Hefner-Altenecka, czyli bęben Hefner Altenecka. Rdzeń jego stanowi żelazny cylinder B (fig. 15) utworzony z kręgów blaszanych i osadzony nieruchomo na osi O. U Gramme'a oddzielne cewki nawijają się na obwód pierścienia jedna obok drugiej, a wskutek tego łatwo jest zrozumieć bieg prądu, tutaj zaś oddzielne cewki krzyżują się na podstawach cylindra, i bieg prądu wydaje się na pierwszy rzut oka wielce zagmatwany. Jeżeli jednak porównamy uważnie ze sobą fig. 14 i 15, to

dojdziemy do przekonania, że podwzględem biegu prądu obydwie zbroje nie różnią się wcale.

Fig. 15 przedstawia bęben o sześciu cewkach  $C_1, C_2,$

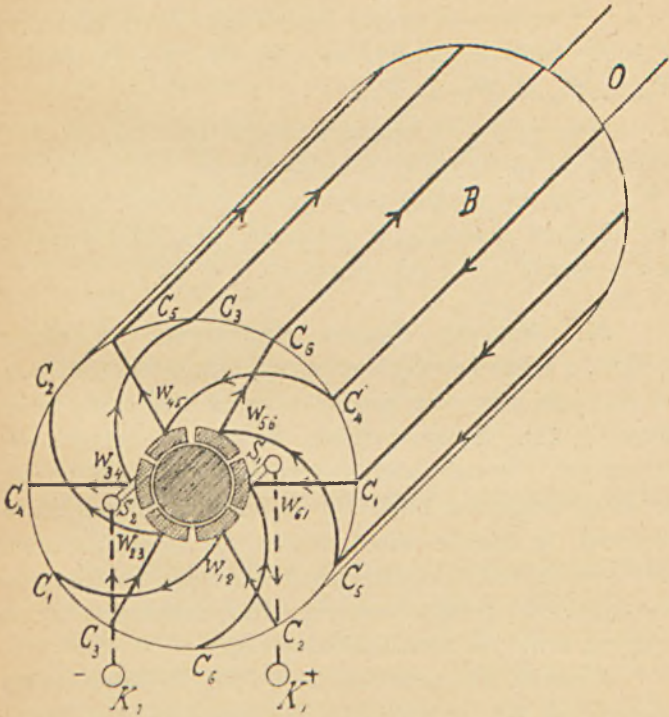


Fig. 15.

$C_3, C_4, C_5,$  i  $C_6,$  o jednym tylko zwoju każda; w praktyce bierze się zawsze daleko większa liczba cewek i zwojów.

Kolektor o sześciu wycinkach  $W_{12}, W_{23}, W_{34}, W_{45}, W_{56},$  i  $W_{61},$  przedstawiony jest tak, jak gdyby ucięto go tuż u podstawy bębna.

Widzimy z fig., że końce drutów każdej cewki łączą się z dwoma następującymi po sobie wycinkami kolektora, zupełnie jak w pierścieniu Gramme'a; tak np. cewka  $C_1$  jest połączona z wycinkami  $W_{61}$  i  $W_{12}$ ,  $C_2$  z  $W_{12}$  i  $W_{23}$  i t. d. W ten sposób tworzy się nieprzerwany, zamknięty w sobie łańcuch elektryczny:  $W_{61} C_1 W_{12} C_2 W_{23} C_3 W_{34} C_4 W_{45} C_5 W_{56} C_6 W_{61}$ .

Pod wpływem indukcji zbroja dzieli się na dwie połowy, których prądy schodzą się na wycinkach  $W_{34}$  i  $W_{61}$ ; tutaj też powinny przylegać szczotki  $S_1$  i  $S_2$ . Jedną połowę zbroi stanowią w położeniu, przedstawionem na figurze, cewki  $C_1$ ,  $C_2$  i  $C_3$ , drugą —  $C_4$ ,  $C_5$  i  $C_6$ .

**24. Maszyna dynamo - elektryczna.** Indukcja w zbroi, a zatem i napięcie maszyny, będzie tem silniejsza, im silniejsze jest pole magnetyczne, w którym się zbroja obraca (§ 21). Z tego względu do budowy maszyn elektrycznych używać należy magnesów jaknajsilniejszych, że zaś od magnesów zwyczajnych silniejszymi są elektromagnesy, te ostatnie więc powszechnie są tu stosowane; przy tem cewka elektromagnesu otrzymuje zwykle prąd elektryczny od samejże maszyny. Przy urządzeniu takim maszyna zowie się *dynamo-elektryczną*.

Maszynę taką przedstawia fig. 16. Widzimy tu elektromagnes NS, w którego polu magnetycznem wiruje zbroja; narysowane w środku kółko wyobraża jej kolektor.

Z prawej szczotki prąd elektryczny przechodzi na magnes, obiega następnie jego cewki, przez końcówkę dodatnią dostaje się do obwodu zewnętrznego, powraca ztamtąd do końcówki ujemnej i do lewej szczotki.

W samym początku, gdy maszyna została tylko co w ruch puszczoną, rdzeń elektromagnesu posiada za ledwie ślad magnetyzmu, czyli magnetyzm szczytkowy, a wskutek tego prąd powstały w zbroi będzie bardzo słaby, zwiększa on jednak eokolwiek siłę magnesu, a zatem i samego siebie; to wzmocnienie prądu pociąga za sobą znowu spotęgowanie pola magnetycznego, które ze swej strony w takiż sposób oddziaływa na prąd. Trwa to tak długo, dopóki natężenie prądu i napięcie maszyny nie dojdą do pewnej określonej granicy.

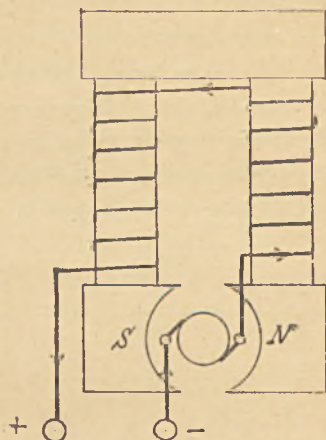


Fig. 16.

25. **Trzy rodzaje maszyn dynamo-elektrycznych.** Maszyna przedstawiona na fig. 16, gdzie całkowity, wytwarzany przez nią prąd obiega cewki elektromagnesu, zowie się *maszyną prądu głównego*. Oczywiście jest rzeczą że, gdy obwód zewnętrzny jest otwarty, to krążenie prądu jest niemożliwym, a wskutek tego pole magnetyczne i napięcie maszyny są bardzo słabe; zanim więc się puści w ruch dynamo należy zamknąć obwód zewnętrzny. Jeżeli w czasie ruchu obwód zewnętrzny zostanie przerwany, to w tejże chwili znika i napięcie maszyny.

Prąd w obwodzie zewnętrznym jest tu tem silniejszy, im mniejszy jest jego opór; jeżeli opór ten jest bardzo mały, t. j. jeżeli końcówki są połączone krótko, to prąd wzrośnie tak bardzo, że pod działaniem jego mogą rozżarzyć się a nawet stopić druty zbroi i elektromagnesu.

Maszyna prądu głównego używa się bardzo rzadko do oświetlenia elektrycznego i to tylko wtedy, jeżeli wszystkie lampy są połączone jedna za drugą w jeden obwód zewnętrzny, natomiast do elektrycznego przenoszenia energii jest ona w wielu wypadkach bardzo odpowiednią.

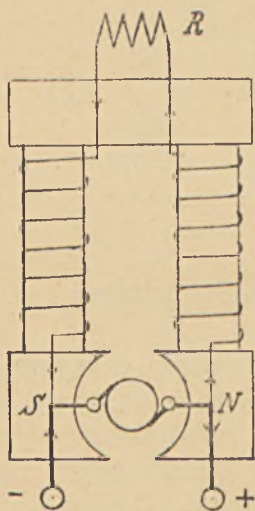


Fig. 17.

Fig. 17 przedstawia inne urządzenie maszyny dynamo-elektrycznej. Cewki elektromagnesu stanowią tutaj odnogę od głównego obwodu elektrycznego. W ten sposób zazwyczaj część tylko prądu, wytworzonego w zbroi, obiega magnes i, niewychodząc na zewnątrz, powraca do niej znowu, prąd zaś główny idzie wprost od szczotek ku końcówkom i w obwód zewnętrzny. Jest to tak zwana *maszyna z odnogą*.

Jest rzeczą oczywistą, że tutaj pole magnetyczne może się dostatecznie rozwinąć, a więc i napięcie dojść do potrzebnej wysokości, chociaż obwód zewnętrzny jest otwarty. Jeżeli natomiast końcówki maszyny połączyć krótko,



to wszystkim prąd, wytworzony w armaturze, przejdzie na obwód zewnętrzny, nie spotykając na tej drodze oporu, elektromagnes, pozbawiony prądu, utraci swą siłę, i napięcie maszyny zniknie. Ztąd wynika, że gdy się maszyna taka w ruch puszcza, to obwód zewnętrzny powinien być przzerwany, lub przynajmniej opór jego nie powinien być zbyt mały.

I w maszynie z odnogą krótkie połączenie końcówek w czasie ruchu pociąga za sobą zwykle uszkodzenie zbroi. Jakkolwiek bowiem cewki elektromagnesu tracą natychmiast prąd, to rdzeń zachowuje jednak własności magnetyczne przez krótką chwilę, w ciągu której prąd wzrasta do niebezpiecznej wysokości.

Maszyna z odnogą w instalacjach światła używa się najczęściej, w razie zaś zastosowania akumulatorów ona jedynie jest właściwą (p. § 115).

Fig. 18 wyobraża maszynę, będącą jakby połączeniem dwóch typów poprzedzających.

Tutaj cewki elektromagnesu opływa i prąd główny, idący następnie w obwód zewnętrzny, i odnoga jego, łącząca się bezpośrednio ze szczotkami.

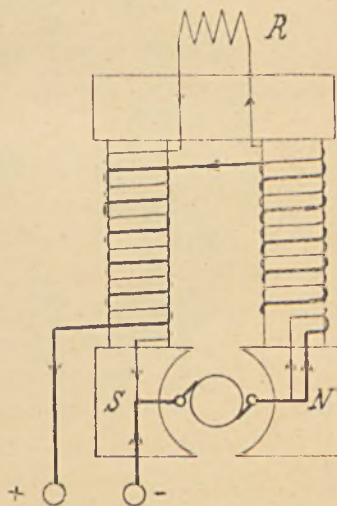


Fig. 18.

Maszyna taka zowie się *sprzężoną*, (Compound) i używa się często w instalacjach światła elektrycznego szczególnie tam, gdzie motor idzie równo, ze stałą szybkością. W tych warunkach posiada ona bardzo stałe napięcie, bez względu na ilość lamp zapalonych, czyli natężenie prądu.

26. **Maszyny wielobiegunowe.** Elektromagnesowi można nadać taką formę, że pod działaniem prądu utworzą się w nim nie dwa lecz cztery, sześć, ośm lub więcej

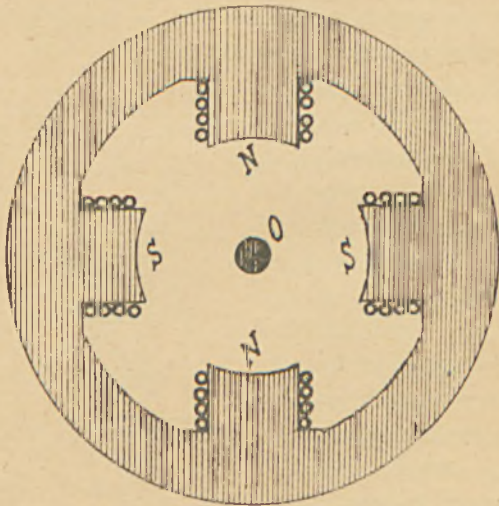


Fig. 19.

biegunów. Elektromagneszy takie znajdują często zastosowanie do budowy maszyn elektrycznych, które w tym

razie zowią się czterobiegunowemi, sześciobiegunowemi i t. d.

Fig. 19 przedstawia pole magnetyczne i przekrój elektromagnesu maszyny czterobiegunowej, O wyobraża oś jej. Zbroja maszyny takiej (pierścień Gramme'a lub bęben Hefner-Altenecka) nie różni się niczem od zbroi maszyny dwubiegunowej. Składa się ona również z żelaznego rdzenia i nawiniętych nań oddzielnych cewek, sposób łączenia jednak cewek z kolektorem jest często inny niż tam, a przy tem bardzo rozmaity. Niekiedy końce drutu jednej cewki łączą się z wycinkami nie sąsiadującymi ze sobą, w innych razach znowu każdy koniec łączy się aż z dwoma wycinkami, a zatem jedna cewka jest w bezpośrednim połączeniu z czterema wycinkami.

Maszyna wielobiegunowa różni się także od dwubiegunowej urządzeniem szczotek. Tak np. czterobiegunowa posiada 4 szczotki. Są one połączone pomiędzy sobą po dwie, jak to widać z fig. 20. Maszyna sześciobiegunowa otrzymuje sześć szczotek, połączonych po trzy i t. d.

Często jednak i maszyna wielobiegunowa urządza się w ten sposób, że wystarczają dwie szczotki; obejmują one jednak wtedy nie pół kolektora, (jak to widzimy na fig. od 14 do 18) lecz ćwierć kolektora w maszynie cztero-

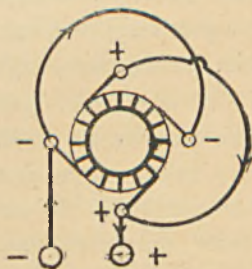


Fig. 20.

biegunowej (fig. 21), szóstą część — w sześciobiegunowej i t. d.

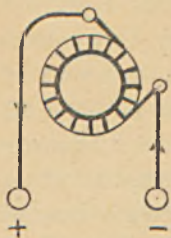


Fig. 21.

Blżej urządzenia maszyn wielobiegunowych opisywać nie będziemy, gdyż za daleko by to nas zaprowadziło.

**27. Regulowanie napięcia.** Napięcie maszyny dynamo-elektrycznej zależy od dwóch wielkości:

- 1) od szybkości obrotu, i
- 2) od siły pola magnetycznego.

Możemy zatem regulować napięcie, zmieniając odpowiednio jedną z tych dwóch wielkości.

Jeżeli maszynę porusza motor, nie posiadający regulatora automatycznego, lecz dający się łatwo regulować ręcznie (np. turbina przy wysokim ciśnieniu, lub motor wodny tłokowy), to często okazuje się dogodnym skorzystać z pierwszej wielkości. Chcąc wtedy zmniejszyć napięcie, zmniejszamy szybkość obrotu i odwrotnie.

W większości jednak wypadków do regulowania dynamo, używa się wielkość druga, to jest siła pola. Ta znowu zależy od natężenia prądu, krążącego w cewkach elektromagnesu. W maszynach z odnogami łatwo jest zmieniać natężenie prądu w odnodze elektro-magnesu, zmieniając jej opór elektryczny. W tym celu włącza się w odnogę przyrząd zwany opornikiem lub regulatorem ręcznym, oznaczony na figurach 17 i 18 literą R. Aby zmniejszyć napięcie, powiększamy opór odnogi i odwrotnie. W pewnych razach (§ 19) zamiast regulatora

ręcznego bierze się automatyczny. Opis regulatorów w § 100.

28. **Ustawienie maszyny elektrycznej.** Pomieszczenie dla dynamo wybierać należy suche, czyste i jasne.

Fundament, którego rysunek otrzymuje monter z biura instalacyjnego, powinien być murowany na cement i tak wysoko wystawać nad podłogę, aby wszelkie czynności u kolektora i łożysk maszyny można było wykonywać wygodnie bez zbytniego schylania się. Powierzchnia jego musi być dokładnie poziomą i równą; inaczej maszyna nie da się ustawić poziomo lub też podstawa jej nie będzie dobrze przylegała do muru.

Jeżeli dynamo przyszła rozebrana, to przed jej złożeniem czyści się wszelkie przystające do siebie powierzchnie, gdyż brud, pozostawiony pomiędzy dwiema częściami elektromagnesu, osłabia jego siłę.

Szczególłą ostrożność należy zachować przy wsuwaniu zbroi w pole magnetyczne, gdyż łatwo przytem uszkodzić izolację. Jeżeli maszyna została zestawiona dobrze, to pomiędzy powierzchnią biegunów i zbroją pozostaje ze wszystkich stron jednakowy odstęp, a oś z łatwością obraca się w łożyskach.

Oś maszyny musi być dokładnie równoległą do wału poruszającego; wszelka niedokładność w tym względzie odbija się bardzo silnie na biegu pasa, wskutek wielkiej szybkości tegoż. Prawidłowe położenie można osiągnąć w sposób następujący.

Przypuśćmy, że P (fig. 22) wyobraża koło pasowe poruszające, D zaś koło maszyny elektrycznej. Przede-

wszystkiem należy się przekonać, czy P nie jest krzywo osadzone na wale. W tym celu przeciągamy sznur A B,

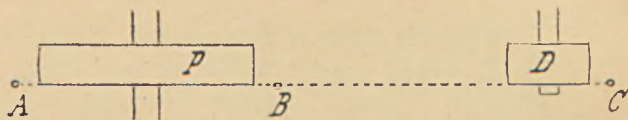


Fig. 22.

w dwóch punktach dotykający brzegu koła, i powoli obracamy wał na pół obrotu. Jeżeli koło pasowe jest osadzone dobrze, to i teraz będzie się ono stykało ze sznurem w dwóch punktach; w razie przeciwnym jeden brzeg jego pozostanie ze sznurem w zetknięciu, drugi zaś odchyli się od niego. W wypadku ostatnim trzeba osadzić, jak się należy, koło P, zanim przystąpimy do ostatecznego ustawiania maszyny.

W taki sam sposób można sprawdzić, czy D jest prosto osadzone na osi, wskutek jednak małej średnicy tego koła błąd jest tutaj mniej prawdopodobny i mniejszy wpływ wywiera na bieg pasa.

Przeciągamy następnie sznur AC, dotykając w dwóch punktach brzegów koła P i ustawiamy dynamo w ten sposób aby i brzegi D dotknęły sznura w dwóch punktach. Jeżeli teraz obydwie wały są poziome, to właściwe położenie maszyny elektrycznej zostało osiągnięte.

Jakkolwiek zbiorą, cewki magnesu, kolektor, szczotki i wszystkie inne części w dynamo, po których przebiega prąd elektryczny, są już w fabryce starannie izolowane od podstawy, praktyka jednak wykazała, że dobrze jest prócz tego izolować całą maszynę od fundamentu.

W tym celu wmurowywa się w fundament dwie lub trzy belki z suchego, twardego drzewa (najlepiej dębowe) i przytwierdza się je za pomocą śrub murowych. Fig. 23 przedstawia w przekroju odpowiedni sposób umocowywania belek fundamentowych. B wyobraża tutaj belkę, wpuszczoną w mur fundamentu M, w którym pozostawiono otwór C. W otwór ten wstawia się dolna część śruby rozszczepionej na końcu, (u dołu mamy jej rzut poziomy w przekroju, dokonany według płaszczyzny X Y). Następnie otwór C zalewa się cementem, siarką lub ołowiem. Każda belka otrzymuje dwie lub trzy takie śruby stosownie do długości. Do belki przytwierdza się przyrząd sankowy lub sama maszyna za pomocą mocnych śrub drewnianych, niedotyających fundamentu.

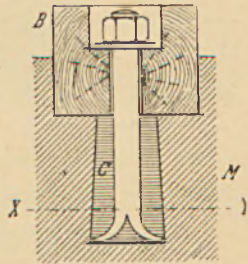


Fig. 23.

Jeżeli z jakichbądź powodów nie można użyć wyżej opisanego sposobu ustawiania maszyny na drewnianych belkach, to należy izolować ją w inny sposób.

Podstawę maszyny lub przyrząd sankowy oddziela się wtedy od fundamentu za pomocą jakiegokolwiek trwałej materii izolującej, np. tektury smolowcowej (używanej do krycia dachów), czerwonej fibry, gumy rogowej i t. d.; śruby fundamentowe izolują się przytem od reszty maszyny w sposób, wskazany na fig. 24, gdzie S oznacza krążek z fibry, R zaś pasek tejże materii, który zwinięty

w trąbkę i wetknięty w otwór, rozwija się i trzyma się w nim z dostateczną siłą.

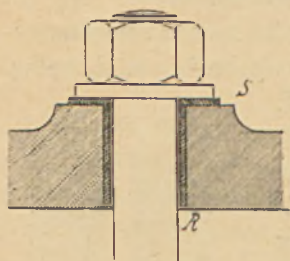


Fig. 24.

Przy zaciąganiu śrub fundamentowych uważać należy, aby nie przegiąć maszyny lub przyrządu sankowego; łatwo się to może wydarzyć szczególnie wtedy, gdy nie przylega ona dobrze do fundamentu.

29. **Zmiana kierunku obrotu.** Jeżeli z ogólnej dyspozycji maszynowej wypadnie konieczność zmiany kie-

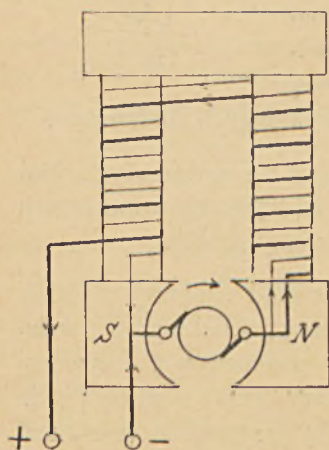


Fig. 25.

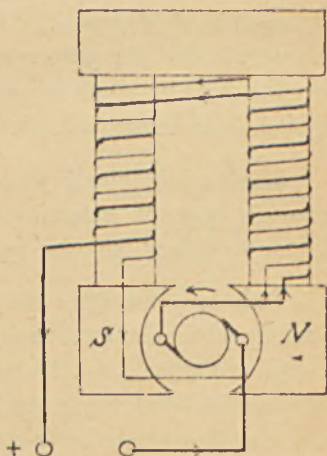


Fig. 26.



runku ruchu maszyny elektrycznej na odwrotny do tego, jaki był przewidziany w fabryce, to w maszynie dwubiegunowej należy zmienić położenie szczotek i połączenia pomiędzy szczotkami, cewkami magnesu i końcówkami według figur 25 i 26. Przedstawiają one jedną i tążsamą maszynę sprzężoną z połączeniami dla dwóch odwrotnych kierunków ruchu. Dla maszyny prądu głównego otrzymamy połączenia odpowiednie, opuściwszy w figurach tych zwoje cienkie, zaś dla maszyny z odnogą — zwoje mocne.

W maszynie wielobiegunowej na wypadek zmiany kierunku obrotu wszelkie połączenia pozostają bez zmiany, szczotkom tylko nadaje się położenie inne tak, aby obej-

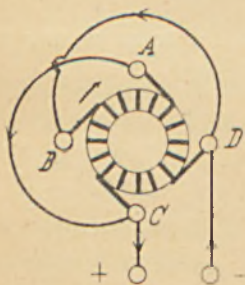


Fig. 27.

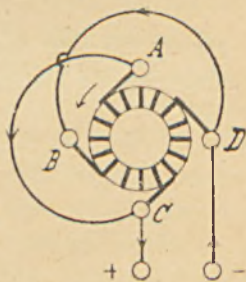


Fig. 28.

mowały część kolektora przyległą do obejmowanej poprzednio. Figury 27 i 28 przedstawiają położenia szczotek

w maszynie czterobiegunowej z czterema szczotkami dla dwóch kierunków odwrotnych.

Porównywając te figury, widzimy, że szczotka A dotyka kolektor w tym miejscu, gdzie poprzednio dotykała B i t. d.

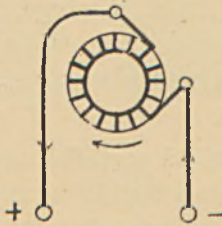


Fig. 29.

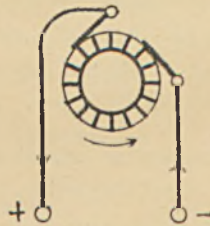


Fig. 30.

Figury 29 i 30 wyobrażają toż samo w maszynie czterobiegunowej z dwiema szczotkami.

## Lampy elektryczne.

30. **Siła światła.** Siła światła czyli blask lamp mierzy się na tak zwane *świece normalne*; tak nazywamy światło świec parafinowych, których idzie 5 na funt.

Jeżeli mówimy, że pewna lampa ma 10 świec normalnych, to znaczy, że świeci ona 10 razy silniej niż jedna świeca normalna. Trzeba by było ustawić w jednym miejscu 10 świec, aby otrzymać tyleż światła, co od jednej takiej lampy. Nie wypływa ztąd jednak, aby w każdym wypadku jedna dziesięcio-świecowa lampa dawała także samo oświetlenie, co 10 świec. Rozstawiwszy odpowiednio 10 świec, możemy osiągnąć równomierne, jakkolwiek dość słabe oświetlenie sporego pokoju; gdybyśmy zamiast tego wzięli jedną lampę dziesięcioświecową, to część pokoju byłaby oświetloną znacznie silniej, reszta zaś pozostałaby w półmroku.

W czasach ostatnich zamiast świec normalnych używa się nieraz do mierzenia siły światła t. z. *jednostka*

*Hefner-Altenecka* lub krótko *świeca Hefnera*. Jest ona cokolwiek mniejsza od świecy normalnej a mianowicie:

1 świeca Hefnera odpowiada 0,86 normalnym					
10	"	"	"	9	"
16	"	"	"	14	"
32	"	"	"	28	"

Od siły światła odróżnić potrzeba jaskrawość jego. Jeżeli dwa ciała świecą jednakowo silnie, lecz jedno z nich posiada mniejszą powierzchnię niż drugie, to mówimy, że światło pierwszego jest jaskrawsze. Tak np. jeżeli pochodnia o wielkim płomieniu i lampa naftowa o małym świecą z jednakowym blaskiem, to druga jest jaskrawsza od pierwszej. Szczególnie silną jaskrawość posiada światło słońca i gwiazd, słabą jaskrawość — światło księżyca.

**31. Lampa żarowa.** Główną część lampy żarowej lub żarówki stanowi nić, wyrobiona szczególnym sposobem z węgla. Pod wpływem prądu elektrycznego, przepływającego przez nią, rozżarza się ona do białości i wydaje światło. Ponieważ taka rozżarzona nić węglowa spaliłaby się na powietrzu w jednej chwili, zamyka się ją przeto hermetycznie w szklanym baloniku, z którego wypompowano, a raczej w którym rozrzedzono powietrze.

Pomimo to żarówka nie może służyć nieskończenie długo, nić bowiem po jakimś czasie palenia się pęka, i lampa staje się nie zdatną do użytku. Trwałość żarówki zależy głównie od dwóch okoliczności, a mianowicie:

- 1) od dobroci nici węglowej, i
- 2) od stopnia rozrzedzenia powietrza.

Następujące próby pozwalają łatwo i prędko odróżnić lampy lepsze od gorszych.

Przepuszcza się przez żarówkę prąd tak słaby, aby nie zaledwie poczerwieniała; powinna ona w tym stanie okazywać jednakową barwę i blask na całej swej długości. Jeżeli zaś zauważymy na niej punkty jaśniejsze od innych, to oczekiwać można, że w jednym z nich wkrótce nastąpi pęknięcie. Czynieć to doświadczenie potrzeba w ciemnym pokoju.

Prąd dostatecznie słaby otrzymamy, łącząc trzy lampy w szereg, lub też odpowiednio zmniejszając szybkość maszyny elektrycznej.

Lampę, w której niedostatecznie rozrzedzono powietrze, poznać można po tem, że ogrzewa się ona silnie po kilkunastu minutach palenia; dobrą żarówkę można zawsze swobodnie utrzymać w ręku.

Inna oznaka, po której poznaje się niedostateczne rozrzedzenie powietrza jest następująca. Wstrząsnąwszy żarówką, zauważymy, że nie poczyną drgać; im mniej jest powietrza w baloniku, tem drganie jest szybsze i tem trwa dłużej. W lampie, zawierającej znaczną ilość powietrza, drganie nici jest leniwe i uspakaja się prędko.

**32. Siła światła, napięcie i wydajność żarówek.**  
Połączmy końcówki lampy żarowej (t. j. końce nici) z końcówkami maszyny elektrycznej, będącej w ruchu. Prąd będzie przechodził przez nie, i lampa zacznie świecić. Prócz tego połączmy końcówki żarówki ze śrubami woltmetru W, jak to wskazuje fig. 31; w ten sposób będziemy

mogli w każdej chwili zmierzyć różnice poziomów elektrycznych, czyli napięcie, panujące na końcach nici.

Zmieniając w jakikolwiek bądź sposób napięcie, zauważymy, że w miarę tego zmienia się i blask lampy, i że

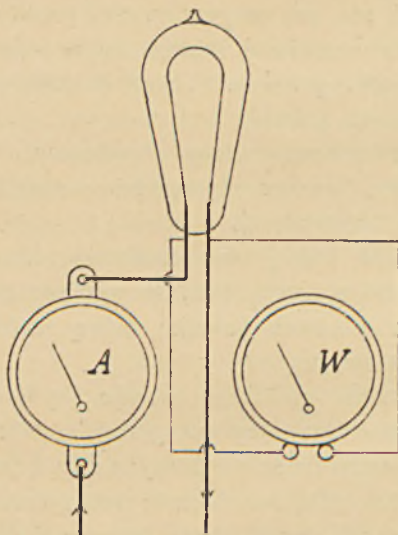


Fig. 31.

przy niewielkim nawet wzroście napięcia blask powiększa się bardzo znacznie.

W tabliczce poniższej na str. 61 w kolumnie 1 mamy napięcia w woltach, panujące kolejno na końcówkach pewnej lampy i zmierzone w wyżej opisany sposób, w kolumnie zaś 4 odpowiadające im siły światła tejże lampy

w świecach normalnych. Widzimy tu, że np. przy 105 woltach blask wynosi 11 świec, zaś przy 117 woltach, t. j. gdy napięcie wzrosło mniej więcej o dziesiątą część, blask wynosi 22 świece a więc jest dwa razy silniejszy.

1	2	3	4	5	6
Volty	Ampery	Waty	Świece	Na jedną świecę idzie watów	Trwałość w godzinach
105	0,42	44	11	4	3000
107	0,43	46	13	3,5	1400
110	0,44	48	16	3	550
117	0,47	55	22	2,5	250
122	0,49	60	30	2	50

Włączywszy ampermetr w jeden z drutów, po których dopływa prąd do żarówki, jak to przedstawiono na fig. 31, możemy mierzyć i prąd, przebiegający przez nie węglową. W kolumnie 2 tabliczki powyższej podano natężenia prądu w amperach, znalezione w taki sposób i odpowiadające podanym napięciom i blaskom. Tak np. przy 105 woltach prąd wynosi 0,42 ampery. Pomnożywszy zaś przez siebie te dwie liczby, znajdziemy, że żarówka pochłania  $105 \times 0,42 = 44$  waty.

Ponieważ blask jej wynosi przy tem 11 świec, a zatem na jedną świecę wypada  $44 : 11 = 4$  waty.

W kolumnie 3 mamy całkowitą ilość watów, pochłanianą przez żarówkę, w kolumnie zaś 5, ile watów wychodzi na świecę.

Rozpatrując powyższą tabliczkę, znajdziemy, że im większe jest napięcie, innymi słowy, im bardziej jest obciążona lampa, tem mniej watów wychodzi na świecę, t. j. tym tańszym kosztem otrzymujemy światło. Gdybyśmy mieli większą liczbę lamp takich samych i palili je przy 105 woltach, to (licząc na konia parowego 600 watów (§ 16) jeden koń parowy dawałby nam  $600 : 4 = 150$  świec. Paląc zaś lampy przy 122 woltach otrzymalibyśmy z konia  $600 : 2 = 300$  świec, t. j. dwa razy więcej niż poprzednio.

Z rozważania dotychczasowego wynika, że korzystnem jest obciążać lampy żarowe tak bardzo, jak tylko można. W danym razie np. ze wszystkich napięć wskazanych w tabliczce najkorzystniejszym byłoby najwyższe t. j. 122 woltów.

Takiemu jednak silnemu obciążaniu stoi na przeszkodzie ta okoliczność, że nie żarówki przepala się tem prędzej, im ta jest bardziej obciążoną.

Tak np. w przykładzie powyższym lampa, paląca się przy 105 woltach, wystarczyłaby mniej więcej na 3000 godzin (kolumna 6 tabliczki), zaś przy 122 tylko na 50.

Wypada z tego, że z obciążaniem żarówki nie można iść zbyt daleko ze względu na jej trwałość, lecz należy tak się urządzić, aby i wilk był syty i koza cała, t. j. aby i watów nie szło zbyt wiele na świecę, i aby żarówka nie zbyt prędko się psuła.



W praktyce usiłują tak obciążać żarówki, aby te trwały 800 do 1000 godzin. W przykładzie naszym będzie to miało miejsce przy 108 lub 109 woltach; wypadnie wtedy na świecę mniej więcej 3,3 wata.

Na żarówkach, które napotykamy w handlu, zwykle bywa napisane, jakie napięcie jest dla nich najwłaściwsze, i jaki blask przy tem wydają. Jeżeli np. na żarówce stoi

$\frac{16}{110}$ , znaczy to, że przy 110 woltach blask jej wynosi 16 świec. Po większej części pochłaniają one przytem napięciu przepisanem 3,1 do 3,6 wata na świecę. Są jednak w handlu lampy pochłaniające mniej watów, a mianowicie 2,5 lub nawet 2 tylko; pamiętać jednak potrzeba, że trwałość ich jest daleko mniejsza niż tamtych.

Jeżeli napięcie na końcówkach lampy pozostaje niezmiennem, to blask jej z czasem zmniejsza się.

Można liczyć, że żarówka od 3,1 do 3,5 watów na świecę, posiada wypisaną na niej ilość świec (o ile lampy są dobrze sortowane, co nie zawsze ma miejsce) tylko w ciągu pierwszych 200 do 300 godzin palenia się; później blask jej znacznie się zmniejsza, a po 600 lub 700 godzinach wynosi często zaledwie  $\frac{2}{3}$  pierwotnego. Jednocześnie ilość watów na świecę wzrasta, światło więc żarówki staje się z wiekiem nietylko coraz słabszem lecz i kosztowniejszem. Tak np. dobra 16-o świecowa żarówka, zużywająca w początku 3,3 wata, dawała po 1000 godzin już tylko 8 świec, a na każdą świecę wychodziło 5,2 wata.

**33. Napięcie i blask żarówek bardziej rozpowszechnionych.** Napięcie najczęściej stosowane w instalacjach

elektrycznych wynosi 110 woltów, prócz tego nie rzadko używa się napięć 65 i 150 woltów; innych napięć używa się rzadziej. Stosownie do tego i lampy żarowe budują się głównie dla trzech napięć t. j. 65, 110 i 150 woltów.

Blask lamp najmniejszych, używanych w instalacjach elektrycznych wynosi 5 świec normalnych, największych 100; są lampy i większe o 300 i więcej świecach, użycie ich jednak jest bardzo ograniczone.

W tablicy III mamy podane siły światła lamp, najbardziej rozpowszechnionych, ilość watów przez nie pochłanianych, i natężenia prądu przez nie przepływającego przy napięciach 65, 110 i 150 woltów. Dotyczy ona lamp, w których na świecę wychodzi 3,4 wata.

### III. TALLICA

#### pracy i prądu żarówek.

Blask w świecach normalnych	Praca w watach	1 koń parowy potrzebny na lamp:	Prąd w amperach przy		
			65 woltach	110 w.	150 w.
5	17	35	0,26	0,16	0,11
8	27	22	0,42	0,25	0,18
10	34	18	0,52	0,31	0,23
16	55	11	0,85	0,50	0,37
20	68	8,8	1,05	0,61	0,45
25	85	7	1,31	0,77	0,57
32	109	5,5	1,68	1,00	0,73
50	170	3,5	2,62	1,54	1,13
100	340	1,8	5,25	3,08	2,27

Gdy mamy lampę, napięcie której różni się od podanych w tablicy, to natężenie prądu dla niej potrzebne łatwo możemy znaleźć.

*Przykład.* Ile prądu zużywa żarówka o 16 świecach i 100 woltach?

Z tablicy III-ej wiemy, że lampa 16-o świecowa pochłania 55 watów, prąd więc dla niej potrzebny =  $55 : 100 = 0,55$  ampera.

**34. Oprawy do żarówek.** Lampy żarowe osadza się w tak zwane oprawy, to jest przyrządy, zaopatrzone w dwa kontakty, które za pomocą śrubek łączą się z drutami, idącymi do maszyny. Wstawiając żarówkę do oprawy, sprowadzamy zetknięcie się końców nici z owymi kontaktami.

Często zaopatrują oprawę w kurek czyli przerywacz, za pomocą którego można przerywać lub sprowadzać połączenie jednego z kontaktów z odpowiadającym mu drutem, a w ten sposób gasić lub zapalać lampę. Rozróżniamy więc oprawy z kurkami i oprawy bez kurków.

Najbardziej rozpowszechnioną i praktyczną jest znana powszechnie oprawa Edisona, stanowiąca mutrę, w którą wkręca się zakończenie żarówki, posiadające kształt śruby.

Trafiają się oprawy wadliwe, w których istnieje metaliczne połączenie pomiędzy obydwoma kontaktami. Osady takie, wprowadzone w obwód maszyny, tworzą krótkie połączenie jej końcówek, prąd wzrasta tak silnie, że część oprawy zostaje spalona, i następnie nie podobna

nawet poznać, co było przyczyną wypadku. Aby tego uniknąć, dobrze jest przed przystąpieniem do montażu wypróbować wszystkie oprawy za pomocą aparatu dzwonekowego (§ 135) czy pomiędzy kontaktami niema połączeń.

Niedbały montaż opraw staje się nieraz powodem zakłócenia prawidłowego biegu oświetlenia, należy więc postępować tu ze szczególną starannością. Końce drutów idących do osady, obnaża się z izolacji tylko o tyle, o ile to jest niezbędnie potrzebnem. Część obnażoną czyści się za pomocą drobnego szmerglowego papieru, a następnie tworzy się oczko dobrze obejmujące śrubkę, którą się nareszcie mocno zaciąga. Jeżeli oprawa łączy się ze sznurem, złożonym z kilku lub kilkunastu drucików, to zdarza się nieraz, że w czasie montażu jeden z drucików się łamie i wystający koniec jego tworzy krótkie połączenie w osadzie; monter winien zwracać na tę okoliczność szczególną uwagę.



Fig. 32.

**35. Łuk elektryczny.** Weźmy dwie pałeczki węglowe (fig. 32), połączone z końcówkami maszyny elektrycznej, posiadającej 40 do 50 woltów napięcia. Zetknijmy je ze sobą na moment a następnie rozsuńmy na parę milimetrów. Zauważymy wtedy pomiędzy końcami węgla zjawisko zwane łukiem elektrycznym, polegające na tem, że w przestrzeni pomiędzy węglami tworzy się błękitnawy przezroczysty płomyk, końce zaś węgla rozżarzają się i wydają silne białe światło.

Węgiel, przez który prąd dopływa do łuku (na fig. 32 górny), zowie się dodatnim, węgiel, przez który prąd odpływa, — ujemnym.

Węgłe dodatni i ujemny zachowują się niejednakowo podczas trwania łuku. Ujemny zaostża się w stożek, na dodatnim zaś tworzy się półokrągłe zagłębienie, jak to przedstawia figura. Powierzchnia tego zagłębienia jest silnie rozżarzoną, i z niego to właśnie wypływa owe silne jaskrawe światło.

Taki szczególny układ powierzchni świecących w łuku elektrycznym sprawia, że promienie jego nie rozchodzą się we wszystkich kierunkach jednakowo, lecz w jednych więcej, w innych mniej. Fig. 33 daje wyobrażenie o rozkładzie światła w przestrzeni. Naj-

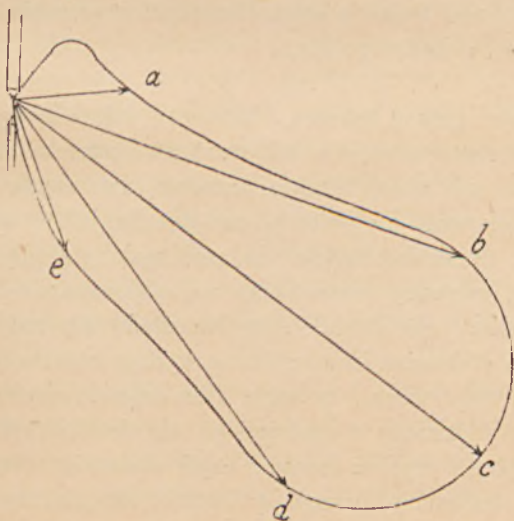


Fig. 33.

mocniejsze światło wypływa w kierunku  $c$ , słabsze w kierunkach  $b$  i  $d$ , jeszcze słabsze w  $e$  i  $a$ . Widzimy ztąd, że zagłębienie w węglu dodatnim działa jak reflektor, kierując światło głównie w jedną stronę. W większości wypadków lampa zawiesza się po nad przestrzenią, którą ma oświetlać, — i wtedy węgiel górny bierze się za dodatni; gdyby wypadło oświetlać przedmioty położone po nad lampą, to za dodatni przyjąć należałoby węgiel dolny.

Obserwując dalej łuk elektryczny, zauważymy, że węgle spalają się powoli, i że dodatni ubywa mniej więcej dwa razy prędzej, niż ujemny. W miarę przeto trwania łuku odległość pomiędzy węglami staje się coraz większą, a zarazem ów błękitnawy płomyk zaczyna drgać niespokojnie, daje się słyszeć szczególne syczenie, światło migocze i w końcu gaśnie.

36. **Lampy łukowe.** Zjawisko łuku elektrycznego znalazło zastosowanie w tak zwanych lampach łukowych. Główną część lampy łukowej stanowią dwa węgle dodatni i ujemny, ustawione jeden po nad drugim, jak to wskazuje fig. 32. Ponieważ węgiel dodatni spala się prędzej niż ujemny, pierwszy więc bierze się odpowiednio dłuższy, lub grubszy niż drugi. Aby tworzenie się zagłębienia w węglu dodatnim, które głównie wydaje światło, uczynić bardziej regularnem, w węglu tym daje się cienki rdzeń z węgla miękkiego i spalającego się łatwiej; powstają w ten sposób *węgle z knotem*, czyli *dodatnie*, wtedy gdy ujemne knota nie posiadają i zowią się inaczej *jednorodnymi*.

Drugą część składową lampy łukowej stanowi mechanizm regulujący czyli regulator. Zadanie regulatora jest podwójne, a mianowicie:

1) W chwili, gdy włączamy lampę, t. j. gdy czynimy przesyłać przez nią prąd elektryczny, regulator powinien zsunąć węgle aż do zetknięcia się, następnie zaś rozsunąć je na kilka milimetrów tak, aby łuk mógł się utworzyć; innemi słowy regulator powinien zapalić lampę. Jeżeli następnie wskutek jakiejbądź przyczyny ubocznej, np. podmuchu wiatru, lampa zgaśnie, to regulator zapala ją natychmiast powtórnie.

2) W miarę tego, jak węgle ulegają spalaniu, regulator zsuwa je tak, aby odległość pomiędzy nimi pozostawała wciąż jednakową. W wielu lampach przesuwiają się przy tem ku sobie obydwie węgle, i położenie łuku (np. względem bani) nie zmienia się; mówimy, że są to *lampy o ognisku stałym*; w innych przesuwa się tylko jeden węgiel, zwykle górny, dodatni, i łuk w miarę tego opada w bani coraz niżej; są to *lampy o ognisku zmiennem*.

Ponieważ lampa świeci najlepiej wtedy, gdy łuk znajduje się wciąż w jednym punkcie, to jest w samym środku bani, zatem lampy pierwszego rodzaju uważać należy za lepsze, lampy za to o ognisku zmiennem posiadają zwykle prostszy mechanizm, a ztąd i pewniejsze działanie.

Istnieją dzisiaj setki, a może i tysiące najrozmaitszych mechanizmów regulujących, nie miałyby więc celu opisywanie ich tutaj; dadzą się jednak one podzielić na trzy typy, które w ogólnych zarysach mają tu być przedstawione.

37. **Lampa prądu głównego.** Fig. 34 przedstawia w ogólnych zarysach lampę z ogniskiem niestałym. Węgiel ujemny  $W_2$  jest tu osadzony nieruchomo, dodatni zaś  $W_1$  łączy się w szczególny sposób z prawym ramieniem drążka  $d$ , posiadającego swobodny obrót około osi  $O$ . Połączenie to nie zostało przedstawione na figurze, dość że posiada ono własność następującą: gdy prawy koniec

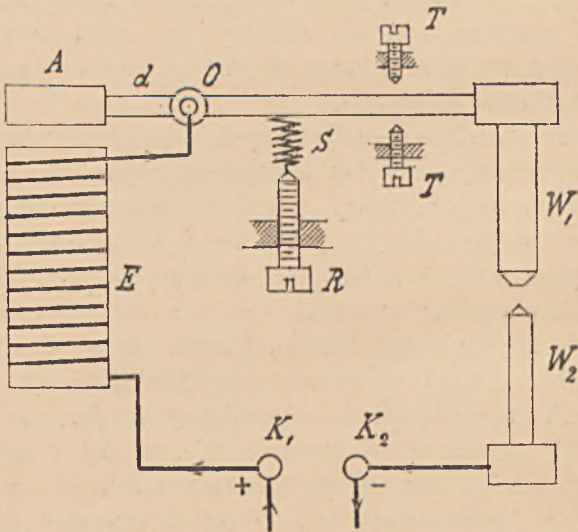


Fig. 34.

drążka porusza się ku dołowi, to wraz z nim porusza się i węgiel  $W_1$ , gdy zaś ten koniec porusza się ku górze, to  $W_1$  w ruchu tym udziału nie przyjmuje i pozostaje w położeniu poprzednim. Widzimy dalej z figury, że prawą część drążka ciągnie ku dołowi sprężyna  $S$ , i że ruchy



jego ograniczają dwa nieruchome sztyfty T. Na prawym końcu drążka jest osadzona kotwica A elektromagnesu E.

Prąd elektryczny dostaje się do lampy przez śrubę  $K_1$  (to jest końcówkę dodatnią), obiega następnie cewkę elektromagnesu, przechodzi z niej na drążek  $d$ , następnie przez węgiel  $W_1$ , łuk elektryczny, węgiel  $W_2$  dąży ku ujemnej końcówce  $K_2$  i wychodzi z lampy.

Przy pewnem natężeniu prądu siła przyciągania kotwicy A przez elektromagnes równoważy działanie sprężyny S, i węgiel  $W_1$  pozostaje w spokoju. W miarę spalania się węgla odległość pomiędzy nimi staje się coraz większą, a wiadomo z doświadczenia, że opór elektryczny łuku (to jest owego błękitnawego płomyka, który stanowi właśnie drogę prądu) wzrasta wraz z tą odległością. Jeżeli przeto napięcie maszyny dynamoelektrycznej pozostaje niezmiennem, to na zasadzie prawa Ohma natężenie prądu w całym obwodzie musi się zmniejszyć; wskutek tego siła elektromagnesu E zmniejsza się także, sprężyna S przyciąga prawą stronę drążka ku dołowi, i węgiel  $W_1$  zbliża się do  $W_2$ . Ze zmniejszeniem odległości pomiędzy węglami zmniejsza się znowu opór łuku, natężenie prądu, a wraz z niem siła elektromagnesu wzrasta, przyciąganie kotwicy A przeważa, i drążek powraca do położenia pierwotnego, nie zmieniając jednak przytem położenia węgla  $W_1$ , jak to już wyżej zaznaczyliśmy. W ten sposób cała tylko co opisana gra mechanizmu powtarza się wciąż w kółko.

Widzimy, że regulator taki zaczyna działać, jak tylko zmieni się prąd i usiłuje sprowadzić go do natężenia pierwotnego.

Mówimy, że *reguluje on na stałe natężenie prądu.*

Prąd, na który reguluje mechanizm, możemy zmniejszać, zmieniając za pomocą śruby R prężność sprężyny S. Jeżeli np. osłabimy sprężynę, wkręcając głębiej R w mutrę, to siła elektromagnesu, a więc i natężenie prądu muszą zmniejszyć się bardziej, aby S mogła przyciągnąć, i lampa palić się będzie przy słabszym prądzie i dłuższym łuku. Powiększywszy prężność sprężyny, spowodujemy skutek odwrotny. Zamiast sprężyny S może być użyty odpowiedni ciężar, zawieszony na prawym końcu drążka *d*. Można wtedy regulować mechanizm, powiększając lub zmniejszając ten ciężar.

Lampa, posiadająca regulator, oparty na tylko co wyłożonej zasadzie, zowie się lampą prądu głównego. Używa się ona bardzo rzadko i to tylko w wyjątkowych wypadkach, w których do jednej wielkiej lampy daje się zupełnie oddzielna maszyna elektryczna.

38. **Lampa z odnogą.** Na fig. 35 mamy inne urządzenie lampy łukowej. Tutaj prąd od końcówki dodatniej idzie wprost przez drążek *d* do węgla dodatniego  $W_1$ , przebiegłszy przez łuk i węgiel ujemny  $W_2$ , wychodzi przez końcówkę ujemną  $K_2$ . Cewka elektromagnesu E, utworzona tutaj z cienkiego drutu o znacznym oporze, łączy się wprost z końcówkami lampy, t. j. stanowi odnogę łańcucha głównego.

Siła elektromagnesu E zależy od natężenia prądu w jego cewce, natężenie zaś od różnicy poziomów elektrycznych na końcówkach  $K_1$  i  $K_2$ , czyli od napięcia, panującego pomiędzy nimi. Połączywszy końce drutów wolt-

metru z  $K_1$  i  $K_2$ , zauważylibyśmy, że napięcie to wzrasta, gdy długość łuku elektrycznego się powiększa (naturalnie, jeżeli napięcie maszyny elektrycznej pozostaje wciąż jednakowym). Najmniejsze napięcie zauważymy wtedy, gdy węgle się stykają, i prąd przechodzi bez pośrednio z  $W_1$  na  $W_2$ , największe zaś, gdy węgle są rozsunięte, i łuk przerwany.

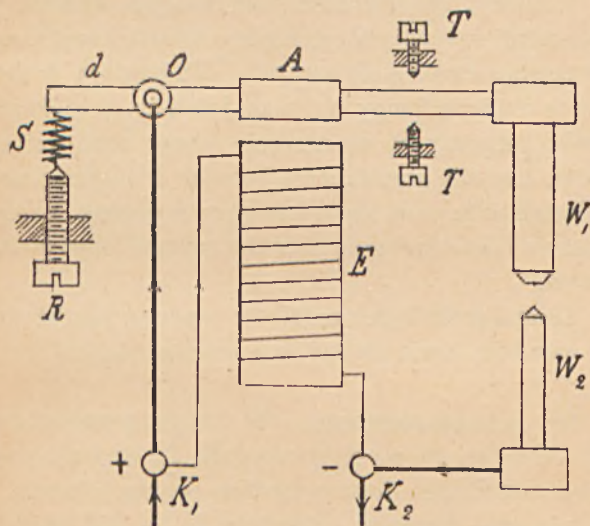


Fig. 35.

Jasną powinno być teraz rzeczą, że w miarę tego, jak się węgle spalają, i łuk staje się coraz dłuższy, napięcie pomiędzy końcówkami lampy, natężenie prądu w cewce i siła elektromagnesu wzrastają; wreszcie przyciąganie kotwicy A przeważa nad działaniem sprężyny S,

prawa strona drążka przechyla się ku dołowi, i górny węgiel zbliża się do dolnego; wskutek tego napięcie pomiędzy końcówkami zmniejsza się znowu, działanie sprężyny  $S$  przeważa, i drążek powraca do położenia poprzedniego, nie pociągając jednak przytem za sobą węgla  $W_1$ .

W ten sposób cała ta gra mechanizmu powtarza się wciąż w kółko.

Widzimy, że regulator taki zaczyna działać, jak tylko zmieni się napięcie pomiędzy końcówkami lampy, t. j. reguluje on na stałe napięcie. Za pomocą śruby  $R$  można to napięcie lampy zmieniać; jeżeli np. powiększymy prężność sprężyny  $S$ , to napięcie lampy musi wzrosnąć bardziej, aby siła przyciągania kotwicy  $A$  mogła przeważać, lampa więc palić się będzie przy większem napięciu i dłuższym łuku. Sprężynę  $S$  można zastąpić odpowiednim ciężarem.

Lampa posiadająca regulator, oparty na wyżej opisanej zasadzie, zowie się *lampą z odnoga*.

**39. Lampa różnicowa.** W lampie przedstawionej na fig. 36 mamy znowu elektromagnes  $E_2$ , cewka którego, zwinięta z cienkiego drutu o wielkim oporze, stanowi odnogę łańcucha głównego. Sprężynę  $S$  (fig. 35) zastępuje tutaj drugi elektromagnes  $E_1$  z cewką z grubego drutu, przez który przepływa prąd główny.

Lampa ta jest jakby połączeniem dwóch poprzedzających. Możemy powiedzieć także, że powstała ona z lampy prądu głównego (fig. 34), w której sprężynę  $S$  zastąpiono elektromagnesem  $E_2$ . Zowie się ona *lampą różnicową*.

W miarę tego, jak spalają się węgle, i odległość pomiędzy nimi staje się coraz większą, prąd główny słabnie, a wraz z nim zmniejsza się siła elektromagnesu  $E_2$ . Jednocześnie wzrasta napięcie pomiędzy końcówkami lampy, wzmagają się prąd w cewce  $E_2$ , a więc i siła tego magnesu. Wreszcie przyciąganie kotwicy  $A_2$  przeważa,

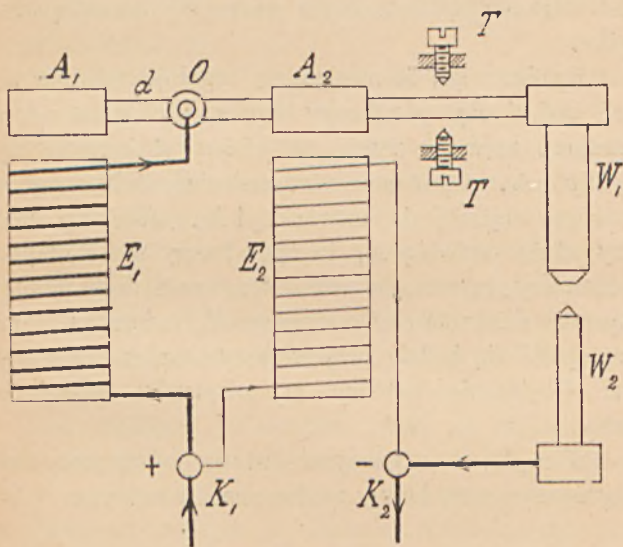


Fig. 36.

prawa strona drążka przechyła się ku dołowi, i węgiel górny zbliża się do dolnego. Gdy to nastąpiło, prąd główny wzmagają się, napięcie zaś słabnie, elektromagnes  $E_1$ , bierze górę nad  $E_2$ , i drążek powraca do położenia pierwotnego. W ten sposób gra mechanizmu powtarza się wciąż w kółko.

Przypuśćmy, że przez czas jakiś długość łuku, a więc i opór lampy nie ulegają zmianie, i że wskutek jakiej bądź przyczyny napięcie pomiędzy końcówkami lampy stało się dwa razy większem. Na zasadzie prawa Ohma natężenie prądu w obydwóch cewkach podwaja się, siły obydwóch elektromagnesów  $E_1$  i  $E_2$  wzrosną jednakowo, żaden więc nie będzie w stanie przeważyć na swoją stronę drążka.

Wynika ztąd, że mechanizm reguluje tylko wtedy, jeżeli zmieni się opór lampy (to jest jeżeli łuk stanie się dłuższym), mówimy zatem, że *lampa różnicowa reguluje na stały opór*. Opór ten można zmieniać, dokładając odpowiednie ciężarki do kotwic  $A_1$  i  $A_2$ . Jeżeli np. obciążymy silniej kotwicę  $A_1$ , to opór lampy musi otrzymać znaczniejszy przyrost, aby elektromagnes  $E_2$  mógł pokonać połączone działanie elektromagnesu  $E_1$  i ciężarka, lampa zatem palić się będzie przy większym oporze i dłuższym łuku. Obciążenie kotwicy  $A_2$  sprowadza skutek odwrotny.

W zwykłych instalacjach światła elektrycznego używają się wyłączanie lampy z odnogami i różnicowe.

40. **Mechanizm zapalający.** Opisując trzy typy powyższe regulatora, aby rzecz uczynić prostszą, pominięliśmy umyślnie mechanizm zapalający lampę.

W lampie różnicowej zadanie to spełniają zwykle same elektromagnesy  $E_1$  i  $E_2$  (fig. 36), przyczem  $E_2$  sprowadza zetknięcie się węgla,  $E_1$  zaś rozsuwa je na małą odległość.

W lampie z odnogą zsuwa węgle elektromagnes E (fig. 35) celem zaś następnego ich rozsunęcia dodaje się jeszcze jeden elektromagnes dodatkowy. Ten ostatni rozsunięty węgle, t. j. zapaliwszy lampę, już w regulowaniu jej dalszem udziału nie bierze. Zwykle cewkę jego przebiega prąd główny, kotwica zaś łączy się z osadą węgla dolnego. Czynność zapalania odbywa się w sposób następujący.

W chwili, gdy pod działaniem elektromagnesu E węgle doszły do zetknięcia się, prąd główny przebiega przez lampę, a więc i przez elektromagnes dodatkowy, ten przyciąga swą kotwicę a wraz z nią ściąga ku dołowi węgiel dolny, i lampa się zapala.

Większość mechanizmów zapalających funkcjonuje nie dość dokładnie, i skutkiem tego lampy łukowe palą się zwykle w ciągu kilku minut po zapaleniu ze zbyt krótkim łukiem i konsumują wtedy więcej prądu niż zwykle.

**41. Napięcie i natężenie prądu w lampach łukowych.** Napięcie pomiędzy końcówkami lampy łukowej wynosi zwykle 38 do 45 woltów. W lampach małych jest ono cokolwiek mniejsze, w wielkich większe, zazwyczaj jednak nie wiele od normy powyższej odstępuje.

Natężenie prądu zmienia się w granicach bardzo rozległych, bo od 2 aż do 150 a nawet więcej amperów, lampy jednak, używane w instalacjach zwykłych, konsumują nie mniej od 4 i nie więcej od 16 amperów.

Natężenie prądu jest wielkością najbardziej charakterystyczną dla lampy łukowej; od niej zależy głównie blask jej, jak to widzimy z tablicy IV.

## IV. TABLICA Lamp łukowych.

Prąd w amperach	Blask w świecach normalnych	Długość łuku w mm.	Średnica węgla dodatniego w mm.	Średnica węgla ujemnego w mm.
3	250	1,3	11	6
4	360	1,5	12	7
5	470	1,8	13	8
6	580	2	15	9
7	700	2,3	16	9
8	830	2,5	17	10
9	980	2,8	18	11
10	1130	3	19	11
12	1450	3,5	20	12
16	2200	4	21	12

Sily światła podane w kolumnie drugiej nie dają właściwego pojęcia o działaniu lampy, gdyż, jak to widzieliśmy w § 35 (fig. 33), nie jest ono równomiernie rozłożone w przestrzeni. Można jednak z tych danych powziąć wyobrażenie o tem, o ile jedna lampa świeci silniej od innej.



W kolumnie trzeciej tablicy podane są najważniejsze długości łuków elektrycznych, licząc od wierzchołka stożka na węglu ujemnym, aż do punktu najgłębiej położonego w wydrążeniu węgla dodatniego. Jeżeli łuk jest krótszy od podanego w tablicy, to blask lampy jest słabszy, niż być powinien, przy dłuższym zaś łuku światło staje się zmiennem i niespokojnem.

Wymiary węgla podaje zwykle dokładnie fabryka, z której lampa pochodzi, i do tego przepisu wypada się ściśle stosować.

Na wypadek gdyby przepis taki nie był znany, podajemy w kolumnach czwartej i piątej średnice węgla najważniejsze dla lamp odpowiadających natężeni prądu, przytem, jak to już było powiedziane (§ 36) węgle dodatnie mają być z knotami, ujemne zaś jednorodne. Gdy średnice węgla zostały wybrane według tablicy, to będą się one spalały obydwa z jednakową szybkością, powinny zatem mieć długość jednakową, odpowiednią do przeznaczonego dla nich w lampie miejsca.

**42. Regulowanie lamp łukowych.** Lampy przychodzą zwykle z fabryki już wyregulowane, jednakże wypadnie nie raz monterowi czy to przeregulować lampę nową na inne natężenie prądu, czy też regulować starą, której mechanizm wskutek obluźowania się sprężyn lub innych przyczyn przestał funkcyonować prawidłowo. Na wypadek taki powinien on mieć dokładną informację z fabryki, gdyby jednak tej brakowało należy postępować według wskazówek następujących.

Łączymy lampę *L* ampermetr *A* i opornik *O* w jednym szeregu z dynamo, posiadającą napięcie stałe, w sposób wskazany na fig. 37. Wprowadzając do tego łańcucha mniej lub więcej oporu za pomocą opornika *O*, możemy zmieniać natężenie prądu.

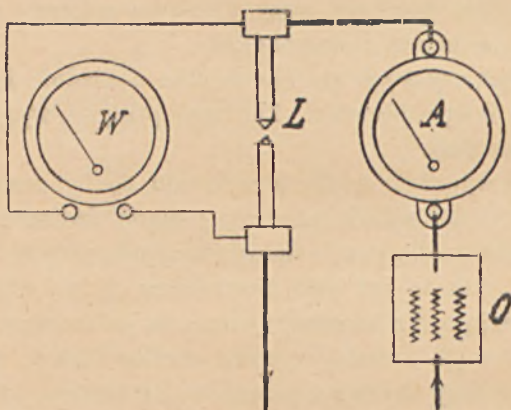


Fig. 37.

Uczyniwszy prąd równym przepisaniem, pozostawiamy lampę samej sobie w ciągu 10 do 15 minut, następnie zaś oglądamy łuk jej przez ciemne szkło.

Chodzi teraz oto, aby przekonać się, czy łuk posiada właściwą długość (tab. IV). Niekiedy można poznać od pierwszego rzutu oka, że łuk jest za długi lub za krótki, gdy jednak różnica nie jest zbyt wyraźna, wymaga to obserwacji dłuższej i uważnej. Można się tu kierować jeszcze wskazówkami następującymi.

Przy łuku zbyt krótkim lampa pali się równo i spokojnie, lecz stożek węgla ujemnego wchodzi aż w zagłę-

bienie dodatniego i zagraadza drogę promieniom, ztamtąd wychodzącym. Przy łuku zbyt długim światło przyjmuje odcień fioletowy, łuk sam zaczyna syczeć i staje się niespokojny.

Dobrą pomoc przy regulowaniu lampy stanowi woltmetr W połączony z jej końcówkami, jak wskazuje fig. 37. W chwili gdy regulator spełnia swą czynność wskazówka woltmetru drga. Jeżeli mechanizm jest w dobrym stanie, łuk zaś nie zadługi, to drgania te są bardzo słabe i odbywają się w mniej więcej jednakowych odstępach czasu; znając przytem napięcie dla lampy przepisane, możemy wyregulować ją prędzej i dokładniej, obserwując wskazówki woltmetru zamiast długości łuku.

Gdy okaże się, że łuk jest za krótki lub za długi, to regulujemy go za pomocą sprężyny S (fig. 34 i 35) lub też ciężarków (fig. 36), kierując się przytem wskazówkami §§ 37, 38 i 39. Przeczekawszy znouu 10 do 15 minut zauważymy zwykle na ampermetrze A, że natężenie prądu się zmieniło i nie odpowiada już przepisanemu, regulujemy więc za pomocą opornika O i postępujemy dalej w wyżej opisany sposób. Powtarza się to tak długo, dopóki lampa przy właściwym prądzie, nie będzie paliła się równo i jasno. Pomiędzy dwiema czynnościami regulującymi powinno zawsze upłynąć 10 do 15 minut, aby lampa miała czas się do nich przystosować.

Lampa, której mechanizm działa pod wpływem ciężaru węgla i ich osad, pali się zwykle nieco inaczej przy węglach długich, t. j. zaraz po ich świeżem osadzeniu, niż przy krótkich t. j. gdy się już dopalają. Aby wpływ tej

niedokładności możliwie zmniejszyć, brać należy do regulowania takiej lampy węgle o połowę krótsze od zwykłych.

43. **Banie do lamp łukowych.** Aby ochronić lampę od przeciągu powietrza i wpływu wilgoci, umieszcza się węgle w bani szklanej kształtu kuli lub jajka. W wielu razach bania ma jeszcze i inne znaczenie. Ponieważ promienie lampy łukowej wychodzą z bardzo małej powierzchni końca węgla dodatniego, światło więc jej posiada bardzo wielką jaskrawość, nieprzyjemną dla oka; bania ma właśnie na celu jaskrawość tę złagodzić. Gdy szkło jej jest nieprzezroczyste, lecz tylko przeświecające, to wydaje się, że promienie wychodzą z całej jej powierzchni, nie zaś z łuku. Za pomocą szkła matowego lub mlecznego można zrobić jaskrawość lampy łukowej mniejszą od jaskrawości płomienia gazowego lub nawet płomienia świecy, szkło takie jednak pochłania beużytecznie znaczną część światła. Wybór odpowiednich bań jest rzeczą ważną i zbyt mało na to zwykle zwraca się uwagi, kierować się przytem można wskazówkami następującemi.

Do oświetlenia ulic, placów ogrodów, dziedzińców fabrycznych i wogóle miejsc otwartych brać można lampy z baniami zupełnie przezroczystemi. Zbyttnia jaskrawość światła nie pociąga za sobą w tym razie większych niedogodności, posiada natomiast tę dobrą stronę, że mgła lub śnieżycyca w małym tylko stopniu zmniejsza jego siłę; lampy zaś z baniami mało przezroczystemi w silnej mgle nikną prawie zupełnie.

W salach fabrycznych, na dworcach dróg żelaznych, halach targowych i wogóle w pomieszczeniach wysokich właściwemi są banie wpeł przezroczyście, czyli t. zw. alabastrowe, w pomieszczeniach niskich, a więc w sklepach, restauracjach, biurach i t. d. banie opalowe to jest tylko przeświecające. Banie ze szkła matowego lub mlecznego pochłaniają nie raz przeszło połowę światła lampy, w wyjątkowych więc tylko wypadkach mogą być stosowane.

#### 44. **Wysokość zawieszenia lamp elektrycznych.**

Niepodobna jest dać ogólnych prawideł na to, na jakiej wysokości trzeba zawieszać lampy, aby osiągnąć najlepsze możliwe oświetlenie. Zależy to od wielu okoliczności, a mianowicie: od obszaru oświetlanej przestrzeni, od tego, czy ma być oświetloną tylko ziemia (t. j. płaszczyzna pozioma), czy też i płaszczyzny pionowe (np. ściany w salach balowych, teatrach i t. d.), od przedmiotów otaczających, np. od barwy obicia w pokojach, od ilości, rozmieszczenia i blasku lamp użytych, od tego, czy światło ma być głównie skoncentrowane w pewnej okolicy, czy też równomiernie rozłożone na całej oświetlanej przestrzeni i t. d. Z tych względów monter elektryczny powinien pilnie przypatrywać się działaniu lamp elektrycznych i innych, aby wyrobić sobie miarę w oku, która da mu możność najwłaściwiej ocenić, jak należy rozmieścić lampy i na jakiej wysokości je zawiesić, aby otrzymać oświetlenie odpowiadające celowi.

Co do zawieszenia lamp łukowych podają wysokości następujące dla różnych natężeń prądu:

Amperów . . . . .	6	8	10	16
Wysokość lampy po nad ziemią w m	5—6	8—10	11—14	20

Liczb tych wszakże nie należy uważać za bezwarunkowo obowiązujące.

## Kanalizacja prądu.

45. **Łączenie lamp w szereg.** Fig. 38 przedstawia 6 lamp elektrycznych, połączonych z dynamo w ten sposób, że dodatnią końcówkę maszyny połączono z do-

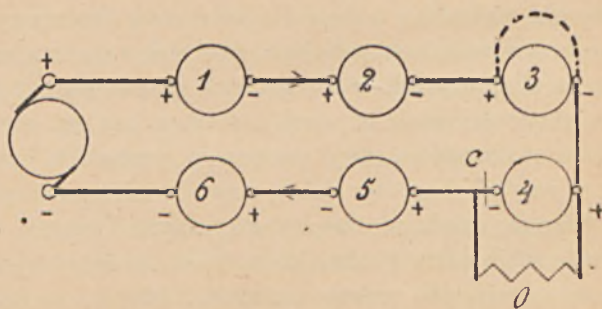


Fig. 38.

datnią lampy 1, ujemną końcówkę 1 — z dodatnią 2 i t. d., nareszcie ujemną 6 — z ujemną maszyny. W ten sposób prąd elektryczny wybiega z końcówki dodatniej maszyny

i, obiegłszy po kolei wszystkie lampy, powraca przez ujemną. Mówimy, że lampy zostały tutaj połączone w jeden szereg; można tak łączyć tylko lampy zbudowane do jednakowego prądu.

Weźmy pod uwagę lampy 1 i 2, przedstawione oddzielnie na fig. 39. Końcówki ich oznaczmy kolejno literami  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , i  $d$ . Wiemy już, że pomiędzy końcówkami lampy musi istnieć pewna różnica poziomów elektry-

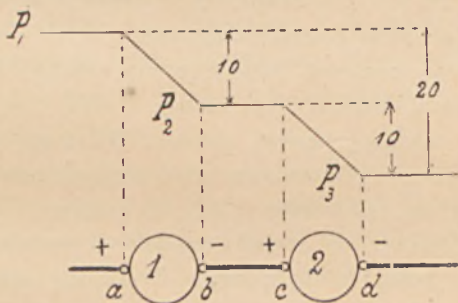


Fig. 39.

cznych, czyli napięcie; przypuśćmy, że w danym wypadku różnica ta dla każdej lampy wynosi 10 woltów.

Tak więc różnica pomiędzy poziomami  $a$  i  $b$  jest równą 10 woltom; jeżeli strata napięcia w drucie  $bc$  jest bardzo małą, to poziom  $c$  jest równy poziomowi  $b$ , lecz poziom  $d$  jest znowu o 10 woltów niższy, a więc różnica pomiędzy poziomami  $a$  i  $d$  wynosi 20 woltów.

Na fig. 39 mamy rachunek powyższy, przedstawiony w prosty sposób za pomocą rysunku. W końcówce  $a$  plyn elektryczny stoi na poziomie  $P_1$ , lecz w lampie 1

spada o 10 woltów niżej na poziom  $P_2$ , w lampie 2 jeszcze o 10 woltów niżej na  $P_3$ ; oczywiście jest rzeczą, że różnica pomiędzy poziomami  $P_1$  i  $P_3$  jest równą  $10 + 10 = 10 \times 2 = 20$  woltów.

W takiż sam sposób dojdziemy, że różnica pomiędzy poziomami końcówki dodatniej lampy 1 i ujemnej lampy 3 jest równą  $10 + 10 + 10 = 10 \times 3 = 30$  i t. d. Nareszcie pomiędzy końcówkami dodatnią 1 i ujemną 6 mamy  $= 10 \times 6 = 60$  woltom, i oczywiście takie właśnie napięcie musi posiadać maszyna.

A więc napięcie potrzebne dla szeregu lamp jest równe sumie napięć tych lamp. Tak np. napięcie maszyny, mającej zasilać prądem 40 lamp łukowych  $= 45 \times 40 = 1800$  woltom, gdyż napięcie potrzebne dla jednej, wynosi, jak wiemy (§ 41), 45 woltów. W rachunku tym przyjęliśmy, że strata napięcia w przewodnikach, łączących jedną lampę z drugą, i skrajne lampy z maszyną, jest bardzo mała. Jeżeli w rzeczywistości jest ona znaczną, to należy ją także uwzględnić. Gdyby np. w wypadku powyższym strata napięcia wynosiła 200 woltów, to maszyna powinna mieć  $1800 + 200 = 2000$  woltów.

**46. Gaszenie i zapalenie lamp połączonych w szereg.**  
Dajmy na to, że w urządzeniu, przedstawionem na fig. 38, chcemy zagasić jedną z lamp np. 3. Możemy to uczynić za pomocą jednego z dwóch sposobów następujących:

1) Łączymy końcówki lampy za pomocą przewodnika, posiadającego bardzo mały opór, np. kawałek grubego drutu miedzianego, wyobrażonego na figurze przez



linię przerywaną. Inaczej mówiąc zamykamy lampę krótko. Teraz prąd elektryczny prawie całkowicie obierze sobie drogę przez to krótkie połączenie, i lampa zgaśnie. Naturalnie z chwilą krótkiego połączenia końcówek lampy ustanie spadek poziomu, jaki dotychczas miał w niej miejsce, będziemy mieli teraz tylko 5 lamp, połączonych w szereg, napięcie zatem dla nich potrzebne wynosi tylko  $10 \times 5 = 50$  woltów. Wynika stąd, że z chwilą krótkiego połączenia końcówek lampy dynamo powinna zmniejszyć swe napięcie z 60 na 50 woltów, gdyż inaczej zmieni się natężenie prądu w całym łańcuchu, co ze względu na stałość światła i bezpieczeństwo lamp nie powinno mieć miejsca.

Instalacya będzie funkcyonowała dobrze, jeżeli zaopatrzymy maszynę w takie urządzenia, przy których prąd przez nią wytwarzany posiada wciąż jednakowe natężenie bez względu na ilość palących się lamp.

2) Z przewodnika O, posiadającego opór dokładnie równy oporowi lampy, tworzymy odnogę obchodzącą ją do koła, jak to widzimy na fig. 38 przy lampie 4.

Jeżeli w danym wypadku natężenie prądu wynosi 5 amp., to opór lampy  $= 10 : 5 = 2$  omom, tyleż powinien mieć i przewodnik O. Przerywamy następnie drut, idący do lampy, w punkcie C, inaczej mówiąc, włączamy w obwód opór O zamiast lampy 4, wskutek czego ta zgaśnie, i całkowity prąd przechodzi przez O. Oczywiście jest rzeczą, że przy urządzeniu takim opór całego łańcucha pozostaje niezmiennym bez względu na ilość palących się lamp; jeżeli zatem dynamo posiada wciąż jedno

i toż samo napięcie, to natężenie prądu będzie stałe, i całe urządzenie musi funkcyonować prawidłowo.

Cheąc zapalić lampę, postępujemy w porządku odwrotnym, t. j. przywracamy połączenie w C następnie zaś oddalamy przewodnik O.

**47. Lampy do łączenia w szereg.** Może się zdarzyć, że w jednej z lamp, połączonych w szereg, nastąpi zerwanie łańcucha elektrycznego. Tak np. w żarówce wypadek taki ma miejsce w razie przepalenia się nici węglowej, w lampie zaś łukowej, gdy zużyją się węgle. Ustaje wtedy prąd w całym obwodzie i wszystkie lampy gasną.

Aby wypadek taki nie mógł nastąpić, zaopatruje się każdą lampę w szczególne urządzenie, które w razie zerwania się z jakiejbądź przyczyny łańcucha elektrycznego wewnątrz lampy, zamyka ją krótko (jak lampę 3 na fig. 38) lub też włącza zamiast niej w obwód przewodnik o oporze równym jej oporowi (jak w lampie 4).

Do łączenia w szereg używają się żarówki specjalne, o słabem napięciu i silnym prądzie; pierwsze wynosi tutaj 5 do 20 woltów, drugi 8 do 20 amperów. Z lamp łukowych nadają się szczególnie do łączenia w szereg różnicowe (§ 39); regulują one na stały opór, a więc opór całego łańcucha pozostaje wciąż jednakowym.

**48. Maszyny do łączenia w szereg.** W instalacjach, w których zastosowano połączenia lamp w szereg, maszyna musi zwykle posiadać bardzo wysokie napięcie. Za najwyższe napięcie, jakie może wytworzyć jedna maszyna,

można uważać dzisiaj 2500 woltów, większość jednak fabryk nie odważa się iść tak daleko; w powszechnem przeto użyciu są maszyny o 500 do 1000 woltów.

Jeżeli napięcie jednej maszyny okaże się niedostatecznym, wtedy łączy się w szereg dwie lub więcej maszyn.

Na fig. 40 mamy wyobrażone połączenie takie dwóch maszyn A i B. Widzimy, że końcówka ujemna pierwszej została połączona z dodatnią drugiej. Dajmy na to, że

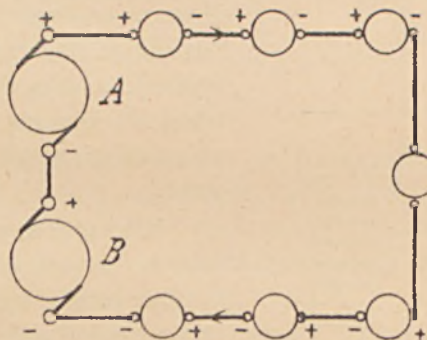


Fig. 40.

napięcie każdej z tych maszyn = 500 woltom, w takim razie różnica poziomów elektrycznych na dwóch innych końcówkach (dodatniej A i ujemnej B) jest równą  $500 + 500 = 500 \times 2 = 1000$  woltom. Połączywszy w ten sposób trzy maszyny, otrzymalibyśmy  $500 + 500 + 500 = 500 \times 3 = 1500$  woltów i t. d.

Wypada ztąd, że napięcie kilku maszyn, połączonych w szereg, jest równe sumie ich napięć. Działają one zu-

pełnie tak, jak jedna maszyna, napięcie której jest równe tej sumie.

Do łączenia w szereg rzadko są używane maszyny z odnoga, gdyż wskutek wysokiego napięcia odnoga musiałaby mieć tutaj zbyt wysoki opór, lub pochłaniałaby zbyt wiele prądu. Dla tegoż samego powodu nie używają się tutaj maszyny sprężone. Maszyny prądu głównego, nie posiadając niedogodności powyższej, nadają się znacznie lepiej do łączenia w szereg, są też często w tym celu używane.

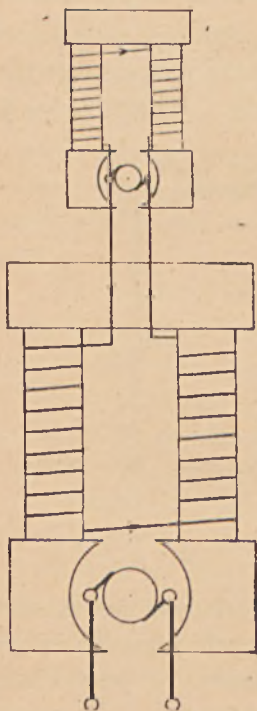


Fig. 41.

W instalacjach większych spotykamy często w tymże samym wypadku maszyny z odrębnem wzbudzeniem magnesów. W maszynie takiej cewki elektromagnesu otrzymują prąd od małej maszyny pomocniczej, jak to przedstawia fig. 41. Urządzenie to posiada liczne zalety i przy odpowiedniem urządzeniu sama dynamo reguluje się na prąd stały. Jeżeli mamy połączyć w szereg kilka maszyn takich, to dostateczną jest jedna maszyna pomocnicza do zaopatrywania w prąd ich elektromagnesów.

49. **Łączenie równoległe.** Na fig. 42 widzimy 4 lampy, połączone z dynamo w ten sposób, że dodatnia końcówka każdej z nich jest połączona z dodatnią maszyny, i ujemna z ujemną. Prąd, wychodzący z końcówki

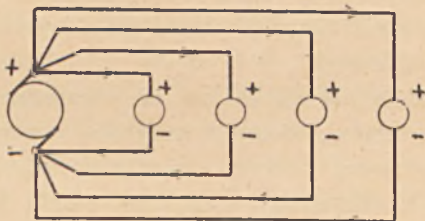


Fig. 42.

dodatniej maszyny, rozdziela się na 4 części, z których każda dąży do oddzielnej lampy; odnogi te spotykają się znowu po przebyciu lamp na końcówce ujemnej maszyny. Oczywiście jest, że na końcówkach każdej lampy panuje jedno i toż samo napięcie (jeżeli strata napięcia w przewodnikach nie jest znaczną). Mówimy, że lampy zostały tutaj połączone równoległe; muszą one być zbudowane do jednakowego napięcia.

Natężenie prądu, przepływającego przez każdą lampę, zależy tutaj od jej oporu. Jeżeli np. napięcie maszyny wynosi 50 woltów, opór zaś jednej lampy 25 omów, to na zasadzie prawa Ohma jedna lampka otrzyma  $50 : 25 = 2$  ampery; maszyna zatem będzie musiała dawać  $2 \times 4 = 8$  amp. Nie jest zresztą rzeczą konieczną, aby wszystkie lampy posiadały jednakowy opór; opory ich a zatem i prądy, przez nie przepływające, mogą być rozmaite.

Chcąc zgasić którąkolwiek z lamp, przerywamy jeden z przewodników, łączących ją z maszyną, aby ją następnie zapalić, dość jest połączenie to przywrócić. Jeżeli dynamo posiada stałe napięcie, to gaszenie lub zapalanie jednej lampy nie wywiera żadnego wpływu na inne, każda z nich bowiem otrzymuje potrzebny jej prąd niezależnie od innych.

Oczywistą jest rzeczą, że, nie naruszając w niczem działania instalacji, możemy wszystkie druty, idące od jednej i tej samej końcówki maszyny, zebrać w jeden; w ten sposób otrzymamy dwa przewodniki główne, od których idą odnogi do oddzielnych lamp, jak to przedstawia fig. 43. Z przewodnikami głównymi mogą się łączyć i odnogi większe, niosące prąd do całych grup lamp; taką np. od-

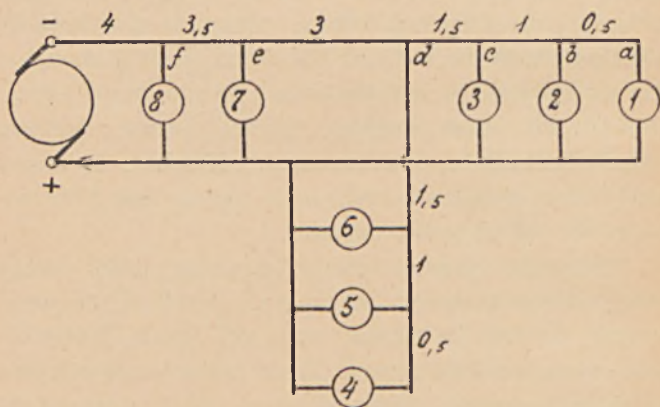


Fig. 43.

nogę widzimy na fig. 43, przeznaczoną dla lamp 4, 5 i 6. W ten sposób tworzy się cała, nieraz bardzo rozgałęziona, sieć przewodników, czyli tak zwana *kanalizacja prądu*.

50. **Przewodniki dodatnie i ujemne.** Wyobraźmy sobie, że w kanalizacji, przedstawionej na fig. 43, wyjęto wszystkie lampy. Podzieliła się ona skutkiem tego na dwie zupełnie odrębne gałęzie: jedna z nich jest połączona z końcówką dodatnią maszyny, druga — z ujemną; przewodniki, składające pierwszą z nich, nazywamy dodatnimi, drugą — ujemnymi. Lampa może się palić tylko wtedy, gdy jedna jej końcówka została połączoną z przewodnikiem dodatnim, zaś druga z ujemnym.

Ważną jest rzeczą, aby tak w czasie montażu, jak i następnie przy reperacyach, robotach dodatkowych i t. d. mieć możność łatwego rozróżniania przewodników dodatnich od ujemnych. Aby to sobie ułatwić, należy raz na zawsze przyjąć odpowiednie prawidło i przy zaciąganiu przewodników ściśle się go trzymać. Polecamy następujące, jako praktyczne i łatwo wykonalne: *wszędzie gdzie przewodniki biegną poziomo, jeden nad drugim, wyższy ma być dodatnim.* Nie obejmuje ono wprowadzić przewodników, biegnących pionowo, lub poziomo jeden obok drugiego (nap. na suficie), lecz ponieważ linie takie są zazwyczaj krótkie i łączą się z liniami, przez prawidło objętymi, rozpoznanie w nich przeto przewodników dodatniego i ujemnego nie może nastręczać trudności.

Tam gdzie prawidło powyższe nie zostało zastosowane, lub gdzie nie daje ono wskazówek pewnych, można się posługiwać sposobem następującym. Bierze się kawałek papieru nasyconego roztworem jodku potasu \*), zwilża się go cokolwiek i rozkłada na deseczce, kawałku

\*) Można papieru takiego dostać w aptece.

tektury, lub jakimkolwiek innym przedmiocie izolującym; należy teraz zetknąć z nim druty, które chcemy zbadać, w punktach odległych od siebie mniej więcej na centymetr, a pod działaniem prądu utworzy się naokoło punktu dotknięcia drutu dodatniego czarna plamka.

Do tegoż samego celu służy przygotowywany specjalnie *papier Wilkego* \*). Otrzymuje się na nim w punkcie dotknięcia drutu ujemnego plamka czerwona.

Papier ten przy umiejętnym użyciu jest tak użyteczny, że każdy monter powinien zawsze mieć go przy sobie.

Doświadczenia powyższe można czynić tylko wtedy gdy maszyna jest w ruchu, lub w każdym czasie, jeżeli instalacja posiada baterję akumulatorów.

**51. Rozkład prądu w kanalizacyi.** Dajmy na to, że lampy, przedstawione na fig. 43, są to 16 świecowe żarówki, palące się przy 110 woltach, zużywające zatem po 0,5 ampera każda (tab. III). Chcemy obrachować jakie będzie natężenie prądu w rozmaitych częściach kanalizacyi.

Zaczynamy rachunek od jednej ze skrajnych lamp np. od 1. Przez drut *a b* dopływa prąd tylko do tej jednej lampy, natężenie więc jego  $= 0,5$  amp; *bc* dostarcza prąd do dwóch lamp 1 i 2, przepływa więc prąd  $0,5 + 0,5 = 1$  amp., zaś przez *cd* oczywiście  $1 + 0,5 = 1,5$  amp. Wtenże sam sposób obrachujemy natężenie prądu w różnych częściach odnogi, idącej do lamp 4, 5 i 6; okaże

\*) Wilkes Polreagenzpapier.



się z tego, że w punkcie *d* schodzą się dwa prądy po 1,5 amp. każdy, natężenie więc w *de* jest  $= 1,5 + 1,5 = 3$  amp., w *ef*  $3 + 0,5 = 3,5$  i nareszcie po *fa*  $3,5 + 0,5 = 4$  amp.

W rachunku powyższym zwracaliśmy uwagę tylko na jeden przewodnik (ujemny), lecz jest rzeczą jasną, że w drugim rozkład prądu jest zupełnie taki sam; z tego względu w planie instalacji niema nawet potrzeby rysować obydwóch przewodników, lecz dostatecznym jest oznaczyć jeden tylko.

Na fig. 44 mamy w ten sposób przedstawioną kanalizację, znaną już nam z fig. 43.

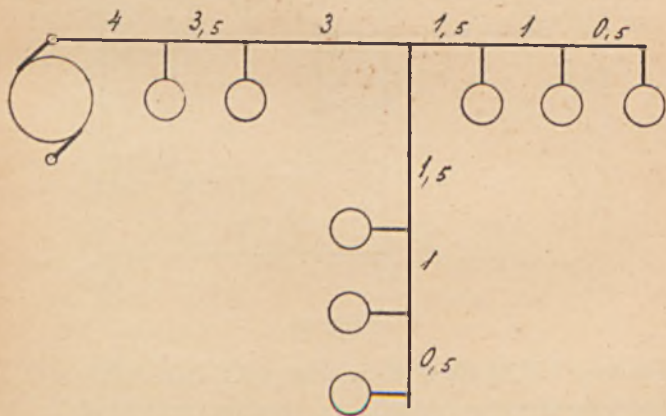


Fig. 44.

W rzeczywistości kanalizacja bywa zwykle daleko bardziej złożoną od przedstawionej na fig. 43 i 44. Z linii głównej wybiegają nieraz liczne odnogi, z których każda

dzieli się znowu na odnogi mniejsze i t. d. Całkowity system przewodników np. dodatnich jest podobny do rzeki z jej dopływami, i dopływami tych dopływów. Obrachowanie rozkładu prądu w kanalizacji takiej, nawet bardzo rozgałęzionej, nie powinno nastężyć trudności.

52. **Kanalizacja prosta i zamknięta.** Są wypadki, w których rozkładu prądu nie można obliczyć za pomocą prostego rachunku, wskazanego w § poprzedzającym.

Wypadek podobny przedstawia fig. 45. Od linii

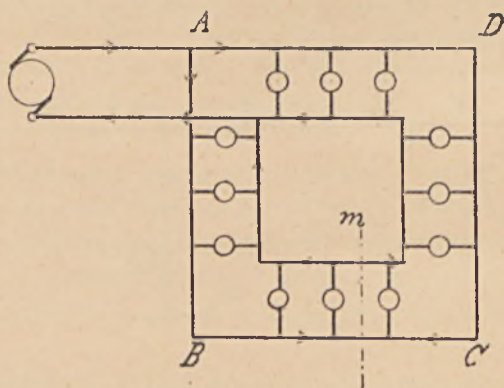


Fig. 45.

głównej odbiegają tu dwie odnogi AB i DC, które łączą się jeszcze pomiędzy sobą za pomocą przewodników BC; pozostaje w ten sposób zamknięty czworobok ABCD.

Obrachowanie rozkładu prądu w kanalizacji takiej jest dla tego trudniejszym, że nie wiemy np., czy do lamp, leżących w części BC prąd dopływa przez odnogę AB, czy przez DC. Istnieje tutaj miejsce  $m$ , mające tę własność,

że lampy, leżące na prawo od niego, otrzymują prąd przez DC, na lewo zaś — przez AB.

Gdybyśmy w miejscu tem przewodniki poprzecinali, to rozkład prądu nie zmieniłby się skutkiem tego wcale. Wiedząc, gdzie leży  $m$ , mogliśmy z łatwością obrachować rozkład prądu, wynalezienie jednak tego miejsca może być dokonane tylko za pomocą trudniejszego rachunku, którego tutaj podawać nie możemy.

Inny ważny przykład podobnej kanalizacji przedstawia fig. 46. Przewodniki tworzą tutaj zamknięty czwo-

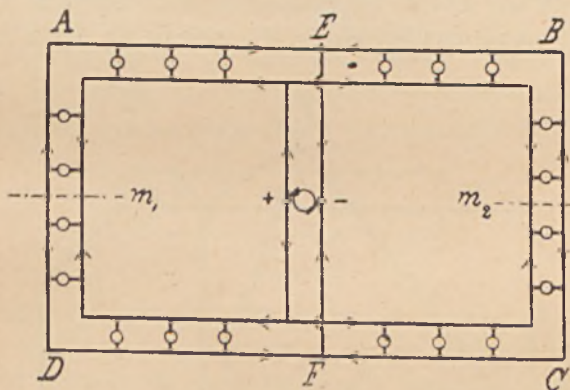


Fig. 46.

robok ABCD, do którego prąd dopływa w dwóch punktach E i F. Punkty te nazwiemy *punktami dopływu*, przewodniki zaś, łączące je z końcówkami maszyny — *przewodnikami dopływowymi*. Odnogi, idące do lamp pojedynczych lub do całych grup, łączą się tylko z przewodnikami czworoboku lecz nie z dopływowymi.

Istnieją tutaj dwa miejsca  $m_1$  i  $m_2$ , dzielące czworobok na dwie części, z których jedna t. j.  $m_1$  AEB  $m_2$ , otrzymuje prąd z punktu dopływu E, druga zaś  $m_1$  DFC  $m_2$  z F. Gdybyśmy w tych miejscach  $m_1$  i  $m_2$  przewodniki poprzecinali, to rozkład prądu nie uległby skutkiem tego żadnej zmianie.

Kanalizacja składa się często nie z jednego takiego czworoboku, lub wogóle wieloboku, lecz z kilku łączących się z sobą w ten sposób, że każdy z nich stanowi jakby oko jednej wielkiej siatki. W takim razie ilość punktów dopływu jest zwykle większą od dwóch. Przykład kanalizacji takiej przedstawia fig. 47; składa się ona z trzech

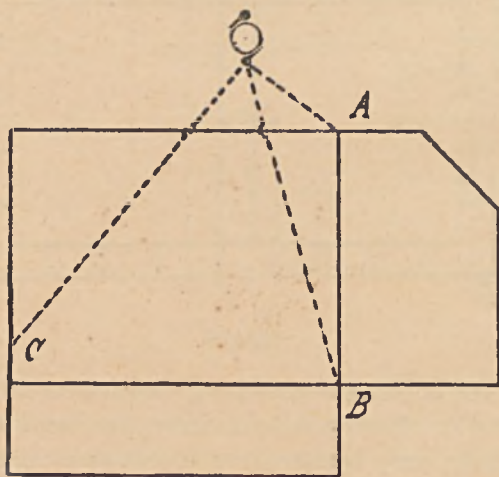


Fig. 47.

wieloboków i posiada trzy punkty dopływu A, B i C. Podobnie jak na fig. 44, narysowano tu jeden tylko przewo-

dnik; przewodniki doplywowo wyobrazają linie przewyrywane.

Z dotychczasowych roztrząsań widzimy, że istnieje znaczna różnica pomiędzy kanalizacją, składającą się z oddzielnych niezamkniętych odnóg, jak np. przedstawiona na figurach 43 i 44, a kanalizacją opisaną w § niniejszym, stanowiącą siatkę zamkniętych wieloboków (fig. 45, 46 i 47). Pierwszą nazwijmy *kanalizacją prostą*, drugą — *kanalizacją zamkniętą*.

53. **Strata napięcia w przewodnikach.** Dajmy na to, że lampa L (fig. 48) zużywa 10 amp. prądu, i że opór drutów, łączących ją z maszyną, wynosi 2 omy. Oczywiście jest rzeczą, że na końcówkach L napięcie musi być mniejszem, niż na końcówkach dynamo, gdyż w przewo-



Fig. 48.

dnikach zachodzi strata napięcia (porównaj § 11). Wynosi ona  $10 \times 2 = 20$  woltów, i jeżeli napięcie maszyny = 65 woltom, to na końcówkach lampy otrzymujemy tylko  $65 - 20 = 45$  woltów.

Ważną jest bardzo rzeczą dokładnie zrozumieć znaczenie straty napięcia i umieć ją w wypadkach prostszych obrachować. Z poprzedniego widzimy, że:

Strata napięcia = Natężenie prądu  $\times$  Opór przewodników.

Pamiętając o tym związku i posługując się tablicami I i II, możemy z łatwością rozwiązać większość nadarza-

jących się w praktyce zagadnień. Przykłady następujące mają być wzorem, jak rachunki takie wykonywać można.

*Przykład 1.* Grupa lamp, blisko siebie położonych, zużywa 15 amp. prądu, odnoga, łącząca ją z maszyną, ma 50 m długości i utworzoną została z drutu miedzianego o średnicy 3,5 mm.

Jakie napięcie panuje na końcówkach lamp grupy, jeżeli dynamo rozwija 112 woltów?

Długość odnogi = 50 m a, zatem długość obydwóch drutów (dodatniego i ujemnego) =  $50 \times 2 = 100$  m.

Według tablicy I opór metra drutu o 3,5 mm średnicy = 0,0018 oma, więc opór 100 metrów =  $0,0018 \times 100 = 0,18$  oma.

Strata napięcia =  $15 \times 0,18 = 2,7$  wolta.

Napięcie na końcówkach lamp =  $112 - 2,7 = 109,3$  w.

*Przykład 2.* Grupa lamp, blisko siebie położonych, zużywa 20 amperów prądu, odległość jej od maszyny wynosi 65 m. Jakiej średnicy drut miedziany użyć należy na odnogę, aby strata napięcia wynosiła 2 wolt?

Ogólna długość drutów =  $65 \times 2 = 130$  m.

Ponieważ opór =  $\frac{\text{napięcie}}{\text{prąd}}$  (§ 10), przeto opór

odnogi =  $\frac{2}{20} = 0,1$  oma, a więc opór jednego

metra =  $\frac{0,1}{130} = 0,00077$  oma.

W tablicy I znajdziemy, że mniej więcej taki opór posiada drut o 5,5 mm średnicy.

Gdyby okazało się zamiast tego dogodniejszym użycie linki, skręconej z wielu drutów, to przekrój jej nie po-

winien być mniejszy od przekroju drutu 5,5 milimetrowego, t. j. od 24 mm<sup>2</sup> podług tab. I.

*Przykład 3.* Z maszyną, pracującą przy 65 woltach, ma być połączoną lampa łukowa, odległa od niej na 47 m. i zużywająca 6 amp. Odnogę chcemy zrobić z drutu żelaznego, dobranego w taki sposób, aby zatracalo się w nim całkowite napięcie, zbyteczne dla lampy. Znaleźć średnicę tego drutu.

$$\text{Długość drutu} = 47 \times 2 = 94 \text{ m.}$$

Dla lampy łukowej potrzeba 45 woltów (§ 41), a więc strata napięcia w przewodnikach = 65 — 45 = 20 woltom.

$$\text{Opór odnogi} = 20 : 6 = 3,3 \text{ oma.}$$

$$\text{Opór jednego metra } 3,3 : 94 = 0,035.$$

Cokolwiek mniejszy opór posiada według tab. II drut żelazny 2 milimetrowy. Jeżeli taki właśnie drut użyjemy to strata napięcia (obrachowana, jak w przykładzie 1) wyniesie tylko 18 woltów. Można się tem zadowolnić ze względu na to, że długość 94 m. nie została zbyt ściśle wymierzona, i że różnica 2 woltów nie wpłynie wyraźnie na palenie się lampy łukowej \*).

**54. Dozwolone wahanie się napięcia w żarówkach.** Wyobraźmy sobie instalację, składającą się głównie z lamp żarowych. Ponieważ w przewodnikach zawsze ma miejsce strata napięcia, przeto na końcówkach lamp napięcie musi być mniejsze, niż na końcówkach maszyny.

---

\*) Obciążenie przekroju wypadło tutaj nieco wyższe od dozwolonego, lepiej zatem w tym wypadku wziąć drut o mniejszym oporze i włączyć opornik.

Ta strata napięcia, jak wiemy z poprzedniego, wzrasta z długością przewodników, dla lamp zatem odleglejszych od maszyny jest większą niż dla bliższych, pierwsze więc palą się przy mniejszem napięciu niż drugie. Okazuje się z tego, że niemożliwem jest utrzymanie dla wszystkich lamp instalacji jednakowego napięcia, i jeżeli weźmiemy wszystkie żarówki o jednakowem napięciu przepisaniem (§§ 32 i 33), to jedne otrzymają za wiele woltów, inne za mało.

Niedogodności tej uniknąć w praktyce niepodobna, a ponieważ nic nie ma na świecie doskonałego, i z nią zatem pogodzić się trzeba, można jednak sprawić przez odpowiedni wybór grubości przewodników, aby napięcie, jakie istotnie otrzymują żarówki, nie różniło się zbyt od przepisanego. W instalacji dobrze urządzonej *różnica pomiędzy napięciem rzeczywistem skrajnych żarówek a przepisaniem nie powinna przenosić 1,5<sup>0</sup>/<sub>o</sub> tego ostatniego*. Objasnimy to prawidło na przykładzie.

Dajmy na to, że dla wszystkich żarówek, użytych w instalacji, napięcie przepisane wynosi 100 woltów, powinny więc one otrzymać nie mniej od 98,5 i nie więcej od 101,5 woltów.

Jeżeli są lampy zawieszane tuż obok maszyny, dla których strata napięcia jest bardzo mała, to musimy tak obrachować przewodniki, aby strata napięcia dla najdalejszej żarówki wynosiła 3 woltów. Podnosimy teraz napięcie maszyny za pomocą znanych środków (§ 27) do 101,5 woltów; tyleż otrzymają lampy najbliższe, i blask ich będzie nieco większy, trwałość zaś mniejsza od normalnej; tak np. żarówka 16 świecowa da 17,5 świec.



Lampy najdalsze otrzymają  $101,5 - 3 = 98,5$  woltów, i blask żarówki 16 świecowej wyniesie tylko 14,5 świec. Napięcie wszystkich innych lamp będzie mniejsze od 101,5 i większe od 98,5 woltów.

W ten sposób napięcie może się wahać dla żarówek: 65 woltowych pomiędzy 64 a 66 woltami czyli o 2 wolty

110	"	"	108,3 a 111,6	"	"	o 3,4	"
150	"	"	147,7 a 152,3	"	"	o 4,6	"

Cyfry te nasuwają nam uwagę następującą. Wybierając dla instalacji wyższe napięcie, można dopuścić większą stratę a zatem brać przewodniki cieńsze.

Jest jeszcze i inna okoliczność, pozwalająca na przewodniki cieńsze przy napięciach wyższych. Z tablicy III wiemy, że żarówki jednego i tegoż samego blasku zużywają tem mniej prądu, im wyższe jest ich napięcie, powiększając zatem to ostatecznie, osłabiamy prąd w całej instalacji, co nam znowu pozwala na zmniejszenie grubości przewodników.

W skutek wspólnego działania tych dwóch okoliczności z podwyższeniem napięcia instalacji zmniejsza się bardzo znacznie potrzebna grubość przewodników.

Tak np. podwoiwszy napięcie, możnaby 4 razy zmniejszyć przekroje wszystkich przewodników, skutkiem czego wyszłoby w całej instalacji 4 razy mniej miedzi.

**55. Zastosowanie instalacji prostej.** Instalacja prosta (§ 51) posiada ważne zalety; przede wszystkim prostotę, która ułatwia nadzwyczajnie odnalezienie każdego uszkodzenia, powtórze zaś niezależność jednej grupy

lamp od innych. Można ją jednak stosować tam tylko, gdzie wszystkie lampy leżą nie daleko od maszyny.

Strata napięcia nie powinna tutaj przechodzić dla najdalszych lamp

przy 65 woltach	2 woltów	
„ 110	„ 3,4	„
„ 150	„ 4,6	„ zgodnie z § poprzedzającym.

Kanalizacya taka jest przede wszystkim stosowaną dla instalacji obejmujących jeden gmach tylko, jeżeli w tymże gmachu mieści się i maszyna, jak to zwykle bywa w mniejszych fabrykach. W tym razie do każdej sali fabrycznej idzie od maszyny (właściwie od tablicy rozdzielowej) oddzielna odnoga, zaopatrzona w przerywacz prądu (§ 95), maszynista zatem ma możliwość ze swego miejsca zapalać i gasić lampy w całym zakładzie, co bywa niekiedy bardzo pożądanem.

Na fig. 49 mamy szkie instalacji podobnej. Prąd od maszyny idzie tutaj do dwóch grubych przewodników  $Z_1$ ,  $Z_2$ , zwanych szynami zbiornikowemi, przyczem  $Z_1$  zowie się szyną dodatnią,  $Z_2$ —ujemną.

Od szyn zbiornikowych biegną trzy odnogi do trzech sal, a w dodatnim przewodniku każdej z nich widzimy przerywacz P. Pomiędzy szyny włączony jest woltmetr W, maszynista więc ma możliwość w każdej chwili kontrolować napięcie ich i odpowiednio regulować maszynę. Tak np. jeżeli napięcie przyjęte dla instalacji, wynosi 110 woltów, to woltmetr powinien wciąż wskazywać

111,7 woltów, jeżeli największa strata napięcia wynosi 3,4 woltów.

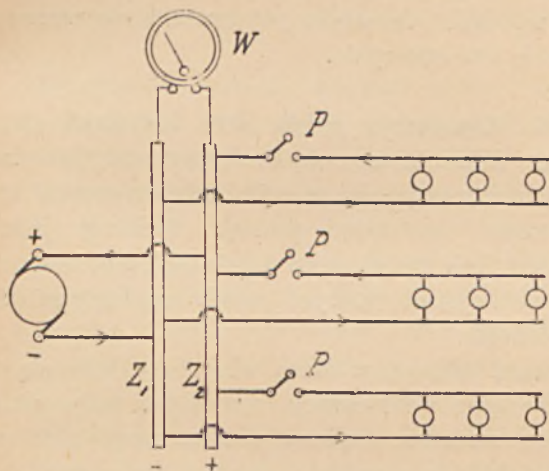


Fig. 49.

Niekiedy można kilka przewodników, należących do rozmaitych odnóg i niezawierających przerywaczów, połączyć w jeden.

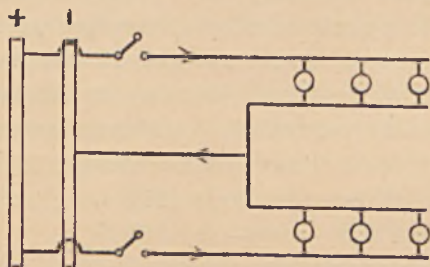


Fig. 50.

Tak np. na fig. 50 widzimy dwie odnogi, których przewodniki ujemne zostały połączone na znacznej przestrzeni w jeden. Oszczędza się przez to nieraz znacznie na robocie i na materyale.

**56. Kanalizacya prosta przy większych stratach napięcia.** Gdzie okazuje się koniecznem przyjęcie znaczniejszej straty napięcia, to o ile możności unikać należy zastosowania kanalizacyi prostej. Niekiedy jednakże szczególne okoliczności zmuszają do tego, jak to ma miejsce np. w fabrykach, których pojedyncze budynki daleko stoją od siebie.

Strata napięcia w danej odnodze składa się tutaj z dwóch części, a mianowicie ze straty w przewodnikach pomiędzy maszyną a pierwszemi lampami i ze straty w przewodnikach pomiędzy lampami pierwszemi a ostatniemi. Pierwsza może być prawie dowolnie wysoką, druga podlega prawidłom § 54. Następujący przykład dokładniej objaśni tę dyspozycyę.

Dajmy na to, że mamy oświetlić lampkami 100 woltowemi budynek fabryczny, tak odległy od maszyny elektrycznej, że w przewodnikach, łączących go z dynamo, musi być przyjętą strata napięcia 10 woltów. Kanalizacyę wewnątrz budynku obliczamy w ten sposób, aby strata pomiędzy pierwszemi i ostatniemi lampami wynosiła 3 wolty; jeżeli teraz dynamo rozwija 111,5 woltów, to żarówki najbliższe otrzymują  $111,5 - 10 = 101,5$  w., zaś najdalsze  $111,5 - 10 - 3 = 98,5$  w.

Rachunek powyższy jest prawdziwym, tylko w tym wypadku, gdy palą się wszystkie lampy razem. Gdyby

część ich zgasić, to prąd w przewodnikach stałby się słabszym, strata napięcia mniejszą, i pozostałe żarówki, otrzymując zbyt wysokie napięcie, mogłyby łatwo uleść uszkodzeniu.

Aby wypadku, takiego uniknąć najlepiej jest włączyć w całą odnogę tylko jeden przerywacz ogólny, oddzielne zaś lampy pozostawić bez przerywaczy. Przy takim urządzeniu muszą się palić wszystkie lampy, albo żadna.

Inny sposób zabezpieczenia żarówek od zbyt wysokich napięć polega na użyciu t. z. automatycznego regulatora napięcia; w razie osłabnięcia prądu powiększa on automatycznie opór przewodników, łączących, np. w danym wypadku, oświetlany budynek z maszyną, i tym sposobem odpowiednio powiększa stratę napięcia (§ 100).

Gdyby dla innej odnogi, np. dla innego budynku fabrycznego, strata wynosiła nie 10 lecz, dajmy na to, tylko 4 wolty, to wypadłoby użyć tutaj żarówki o przepisanych 106 woltach, i wewnątrz budynku obrachować kanalizację w ten sposób, aby pomiędzy lampami skrajnymi stracić znowu 3 wolty.

Żarówki najbliższe otrzymają więc  $111,5 - 4 = 107,5$  woltów najdalsze zaś  $111,5 - 4 - 3 = 104,5$  w.

Trzeba jednak o ile można, kombinacji takiej z różnymi żarówkami unikać, szczególnie, jeżeli obsługa instalacji ma być powierzona człowiekowi, nicobznajmionemu weale z elektrycznością. Dla niego wszystkie historye o napięciu i jego stratach są baśnią o żelaznym wilku, on z czystym sumieniem wsadzi żarówkę 100 woltową na miejsce 106 woltowej, a gdy lampy będą pękać, i insta-

lacya działać wadliwie, to właściciel przypisze to jej złemu urządzeniu.

57. **Zastosowanie kanalizacyi zamkniętej.** Kanałizacya zamknięta używa się wtedy, gdy przestrzeń oświetlona jest zbyt obszerną, aby można było ograniczyć się małemi stratami napięcia, jakie wskazuje § 55 gdyż w takim razie trzeba by brać przewodniki zbyt grube. Przedewszystkiem więc znajduje ona zastosowanie do oświetlenia miast i wogóle w instalacjach większych. Na fig. 51 widzimy raz jeszcze szkic kanalizacyi zamkniętej. Od maszyny elektrycznej prąd idzie do szyn zbiornikowych  $Z_1$  i  $Z_2$ , ztąd zaś po przewodnikach dopływowych do punktów dopływu E i F.

Przewodniki dopływowe powinny być tak obrachowane, aby przy najsilniejszym możliwym prądzie (np. gdy wszystkie lampy są zapalone) strata napięcia była w nich jednakową, a zresztą dowolnie wysoką; w przewodnikach zato wieloboku i oddzielnych odnóg strata nie powinna w żadnym wypadku przewyższać 3% napięcia przepisanego dla żarówek.

Dajmy na to, że w całej instalacyi użyto żarówek 100 woltowych, i że przy najsilniejszym prądzie strata napięcia w przewodnikach dopływowych wynosi 10 woltów, zaś w innych 3 wolty.

Jeżeli teraz maszyna rozwija 111,5 woltów, to lampy najbliższe punktów dopływu otrzymają  $111,5 - 10 = 101,5$  zaś najdalsze  $111,5 - 10 - 3 = 98,5$ .

Wiemy już z § 52, że istnieją takie dwa miejsca  $m_1$  i  $m_2$ , w których można przeciąć druty nie zmieniając

przez to rozkładu prądu. Przypuśćmy, że w wypadku naszym wszystkie lampy są połączone z przewodnikami AB i CD, możnaby oczywiście w takim razie zupełnie wyłączyć przewodniki AD i BC, i rozkład prądu nie uległby

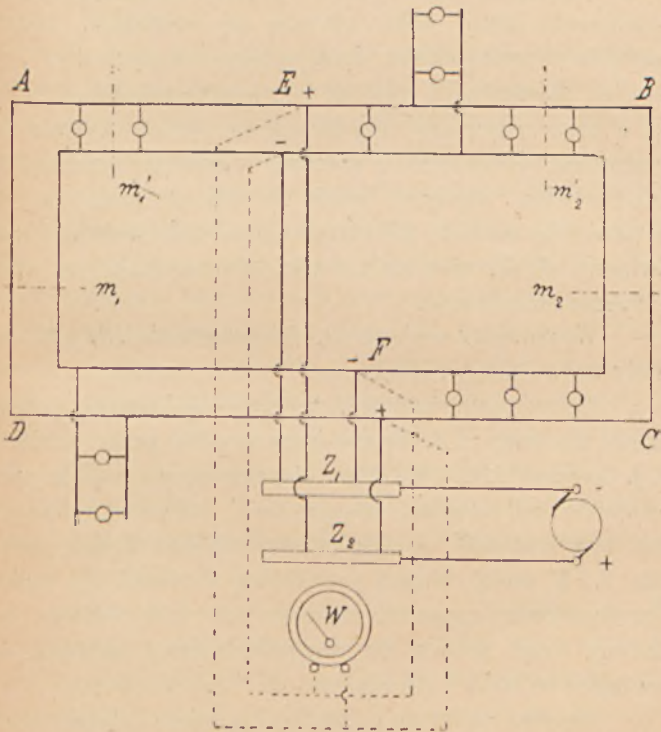


Fig. 51.

zmianie. Cały bok AB otrzymywałby prąd z punktu dopływu E, zaś CD z F, i mielibyśmy kanalizację prostą z dwiema odnogami.

Z tego prostego rozumowania okazuje się, że gdy wszystkie lampy się palą, to przewodniki AD i BC nie odgrywają żadnej roli i są zbyteczne. Aby znaczenie ich zrozumieć, przypuśćmy, że ich w samej rzeczy niema, i że połowę lamp, połączonych z bokiem DC, zgaszono, gdy tymczasem lampy boku AB palą się wszystkie. Strata napięcia w przewodniku dopływowym, idącym do E wynosi po dawnemu 10 woltów, lecz w przewodniku, idącym do F prąd zmniejszył się do połowy, przeto i strata napięcia jest równą tylko 5 woltom. Jasną jest rzeczą, że jakiegokolwiek napięcie będzie rozwijała maszyna, to zawsze albo żarówki AB otrzymają za mało woltów i będą świeciły słabo, albo też żarówki DC otrzymają za wiele i ulegną uszkodzeniu.

Wyobraźmy sobie teraz, że połączenia AD i BC zostały znowu przywrócone.

Łatwo jest zrozumieć, że teraz część prądu, potrzebnego dla lamp AB, będzie przypływała przez punkt F, t. j. drogami FDA i FCB<sup>1)</sup>. Skutkiem tego prąd w przewodniku dopływowym, idącym do E, osłabnie, w idącym zaś do F wzrośnie, a więc strata napięcia będzie znowu dla E i F mniej więcej jednakową i równą 7,5 wolta. Zmniejszywszy napięcie maszyny do 109 woltów, będziemy mieli znowu dla wszystkich lamp napięcie nie mniejsze od 98,5 i nie większe od 101,5 woltów.

Jasnym być teraz powinno, na czem polega zaleta kanalizaeyi zamkniętej. Jeżeli została ona dobrze obra-

---

<sup>1)</sup> Miejsca  $m_1$  i  $m_2$  zajmą w tym wypadku położenie  $m'_1$  i  $m'_2$ .



chowana, to przy jakiegokolwiek ilości palących się lamp, nigdy różnica napięć dla najbardziej od siebie odległych żarówek nie przechodzi 3% ich napięcia normalnego. Odnośny rachunek nie jest jednak dość prosty, aby można go było tu wyłożyć.

### 58. Mierzenie napięcia w kanalizacyi zamkniętej.

Widzimy z poprzedniego, że dynamo nie może tutaj pracować wciąż z jedną i tą samą ilością woltów, lecz, że trzeba ją regulować w miarę tego, jak zmienia się ilość palących się lamp, tak aby napięcie w czworoboku ABCD (fig. 51) pozostawało mniej więcej stałym. Regulację taką można łatwo osiągnąć w sposób następujący. Łączymy końcówki woltmetru W, zawieszzonego niedaleko od maszyny, z przewodnikami czworoboku w którymkolwiek punkcie dopływu np. w F; maszynista zatem w każdej chwili może sprawdzić, jakie jest tam napięcie; pozostaje mu tylko tak regulować maszynę, aby W wciąż wskazywał o 1,5% więcej od normalnego napięcia żarówek, (np. w wypadku naszym 101,5 W), a bez względu na wysokość straty w przewodnikach dopływowych lampy otrzymają zawsze potrzebną ilość woltów.

Ponieważ pomiędzy napięciami w punktach E i F istnieje zwykle mała różnica, przeto łączy się z woltmetrem obydwie. Na fig. 51 linie przerywane oznaczają odpowiednie połączenia, nazwijmy je *połączeniami* lub *druktami próbnymi*. Obydwie te połączenia t. j. idące do F i do E powinny mieć jednakowy opór, a wtedy woltmetr wskaże napięcie średnie pomiędzy napięciami obydwóch punktów dopływu. Jeżeli zatem w naszym wypadku wska-

zuje on 101,5, to znaczy, że jeden z punktów dopływu ma cokolwiek więcej woltów, drugi cokolwiek mniej.

Jeżeli w sieci mamy więcej punktów dopływu, to łączymy każdy z nich z woltmetrem drutami próbnymi.

**59. Kanalizacja o trzech przewodnikach.** Z § 52 wiemy, że przewodniki mogą być tem cieńsze, a więc kanalizacja tem taniej wypadnie, im wyższe napięcie zastosowano w instalacji. Wynika ztąd, że szczególnie w instalacjach większych, gdzie koszt przewodników stanowi zwykle znaczną sumę, dobrze jest stosować możliwie najwyższe napięcie. Na przeszkodzie temu stoi jednak ta okoliczność, że dotychczas spotykamy w handlu żarówki najwyżej 150 woltowe, a i te są droższe od żarówek napięć niższych, wyjątkowo więc tylko bywają stosowane.

Natomiast szczególne urządzenie, zwane kanalizacją o trzech przewodnikach, pozwala na zastosowanie napięcia dwa razy wyższego od przepisanego dla żarówek.

Wyobraźmy sobie dwie żarówki *a* i *b* (fig. 52) połą-

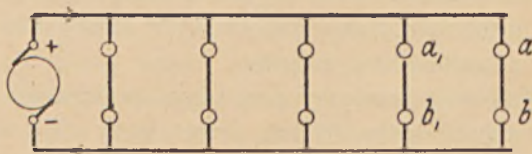


Fig. 52.

zione w szereg. Wiemy już z poprzedniego, że aby się one jak należy paliły, napięcie maszyny powinno być równe podwójnemu napięciu, przepisanemu dla jednej (nie rachując strat), prąd zaś będzie równy prądowi, po-

trzebnyemu dla jednej. Dajmy na to np., że w danym wypadku są to żarówki 16 świecowe i 110 woltowe, maszyna więc musi dawać  $110 \times 2 = 220$  woltów i 0,5 ampera (tab. III).

Równolegle do tej pary możemy połączyć z maszyną drugą parę takich samych żarówek  $a_1$  i  $b_1$ ; przy tychże 220 woltach pochłoną one również 0,5 amp. prądu i, połączwszy w tenże sam sposób większą liczbę par, otrzymamy dyspozycję, naszkicowaną na fig. 52.

Dajmy na to, że wszystkich lamp jest 60 par, więc  $60 : 2 = 30$ , natężenie prądu zatem wynosi  $0,5 \times 30 = 15$  amperów, napięcie zaś maszyny (nie licząc strat) 220 woltów.

Gdybyśmy też same 60 lamp połączyli równolegle w sposób zwykły (to jest pojedynczo) to natężenie prądu byłoby  $= 0,5 \times 60 = 30$  amp., napięcie zaś maszyny 110 woltom.

Dopuszczając 3% straty w przewodnikach, w pierwszym wypadku możemy stracić  $\frac{220 \times 3}{100} = 6,6$  woltów,

przy 15 amperach prądu, w drugim zaś  $\frac{110 \times 3}{100} = 3,3$  woltu, przy 30 amperach; skutkiem tego w wypadku pierwszym przekroje przewodników mogą być 4 razy mniejsze, niż w drugim, co już wiemy z § 54.

Pomimo to, że dyspozycja, przedstawiona na fig. 52, zapewnia tak znakomitą oszczędność, nie jest ona jednak w użyciu ze względu na połączone z nią niedogodności. Nie możemy tu oczywiście zapalać i gasić każdej lampy

oddzielnie, niezależnie od innych, jak to ma miejsce przy połączeniu zwykłym, gdyż gasząc jedną, gasimy jednocześnie i drugą, należącą do tej samej pary. W razie przepalenia się nici, lub jakiegobądź uszkodzenia w jednej żarówce, gasną obydwie lampy pary.

Przy urządzeniu wskazanem na fig. 53, żarówki posiadają względem siebie większą niezależność. Widzimy tu trzy przewodniki  $d$ ,  $u$  i  $n$ , pierwszy nazywamy dodatnim, drugi ujemnym, trzeci — neutralnym. Wszystkie żarówki są podzielone na dwie grupy, pierwsza składa się z żarówek, włączonych równolegle pomiędzy  $d$  i  $n$  druga — pomiędzy  $n$  i  $u$ .

Możemy tutaj zgasić którąkolwiek lampę pierwszej grupy np.  $a_1$ , byleby jednocześnie została zgaszoną którąkolwiek lampa grupy drugiej, np.  $b_2$ . Prąd wtedy, idący od  $d$ , przez  $a_2$  dostanie się do  $b_1$  po przewodniku  $n$  i przez  $b_1$  dojdzie do  $u$ . Pomimo to więc, że  $a_1$  i  $b_2$  zostały wyłączone,  $b_1$  i  $a_2$  nie przestaną się palić.

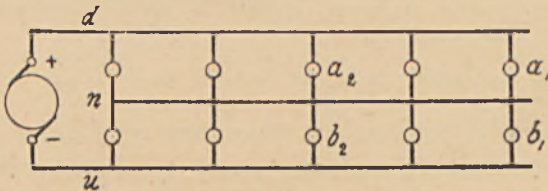


Fig. 53.

Zupełną niezależność lamp od siebie możemy osiągnąć za pomocą urządzenia przedstawionego na fig. 54. Aby je dobrze zrozumieć weźmy pod uwagę wypadek

wyżej rozpatrywany 60 żarówek o 110 woltach i 16 świecach. Zostały one rozłożone w dwie grupy I i II po 30 w każdej pomiędzy przewodnikami  $d$ ,  $n$  i  $u$ .

Do zasilania ich prądem służą dwie maszyny A i B, połączone w szereg i rozwijające po 110 woltów każda; przewodnik neutralny  $n$  łączy się z końcówką ujemną A i dodatnią B.

Dajmy na to, że są zapalone wszystkie lampy. W tym razie połączenie  $n$  z maszynami nie ma znaczenia, A i B działają razem jak jedna 220 woltowa maszyna i wytwarzają 15 amperów prądu; prąd ten obiega obwód następujący: dodatnia końcówka A, przewodnik  $d$ , grupa I, grupa II, przewodnik  $u$ , końcówka ujemna B; w  $n$  prądu niema wcale.

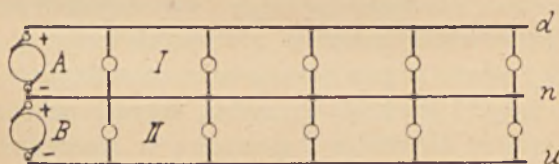


Fig. 54.

Rozważmy teraz wypadek drugi, gdy cała grupa I pali się, cała zaś II została zgaszoną. Teraz pracuje tylko maszyna A, wytwarzając 15 amperów, które obiegają obwód następujący: końcówka dodatnia A, przewodnik  $d$ , grupa I, przewodnik  $n$ , końcówka ujemna A. W  $u$  prądu niema wcale.

Przypuśćmy teraz wypadek trzeci, gdy w grupie I palą się wszystkie 30 lamp, w grupie II zaś tylko 20. Teraz

maszyna A wytwarza 15 amperów, B zaś tylko 10. Prąd, wytwarzany przez A, dzieli się na dwie części, z tych pierwsza, równa 10 amperom, obiega drogę następującą: końcówka dodatnia A, przewodnik  $d$ , 20 lamp grupy I, 20 lamp grupy II, przewodnik  $u$ , końcówka ujemna B. Druga część prądu A, czyli 5 amperów, dąży przez końcówkę dodatnią A, przewodnik  $d$ , 10 lamp grupy I, przewodnik  $n$  do końcówki ujemnej A. W ten sposób otrzymujemy w  $d$  15 amperów, w  $u$  — 10 i w  $n$  — 5.

Widzimy z roztrząsań powyższych, że lampy mogą się palić w jakiej chcą kombinacji i są zupełnie niezależne jedna od drugiej. Takie właśnie urządzenie z dwiema maszynami zowie się *kanalizacją o trzech przewodnikach*.

Ponieważ w dobrze urządzonej instalacji większej tego systemu nie zdarza się nigdy, aby wszystkie lampy jednej grupy zostały zgaszone, a wszystkie lampy drugiej się paliły, przeto prąd w przewodniku neutralnym będzie zawsze słaby, i przekrój jego można uczynić mniejszym od przekrojów dodatniego i ujemnego; w rzeczywistości też zwykle pierwszy jest dwa razy mniejszy od każdego z drugich. Łatwo teraz porachować, że ilość miedzi, potrzebna w kanalizacji o trzech przewodnikach, wynosi tylko  $\frac{3}{8}$  ilości, potrzebnej w kanalizacji zwykłej.

Fig. 55 wyobraża kanalizację zamkniętą, przeprowadzoną według systemu trzech przewodników. Widzimy tu dwie maszyny, połączone w znany już sposób z trzema szynami zbiornikowemi  $d$   $n$  i  $u$ , od których idzie po trzy przewodniki dopływowe do każdego punktu dopływu. W odnogach większych, jak np. A przeprowadza się w dalszym ciągu kanalizację o trzech przewodnikach, odnogi

zaś mniejsze włączają się pomiędzy przewodniki dodatni i neutralny, jak B, lub neutralny i ujemny jak C. Ostatecznie w obydwóch grupach powinna być jednakowa

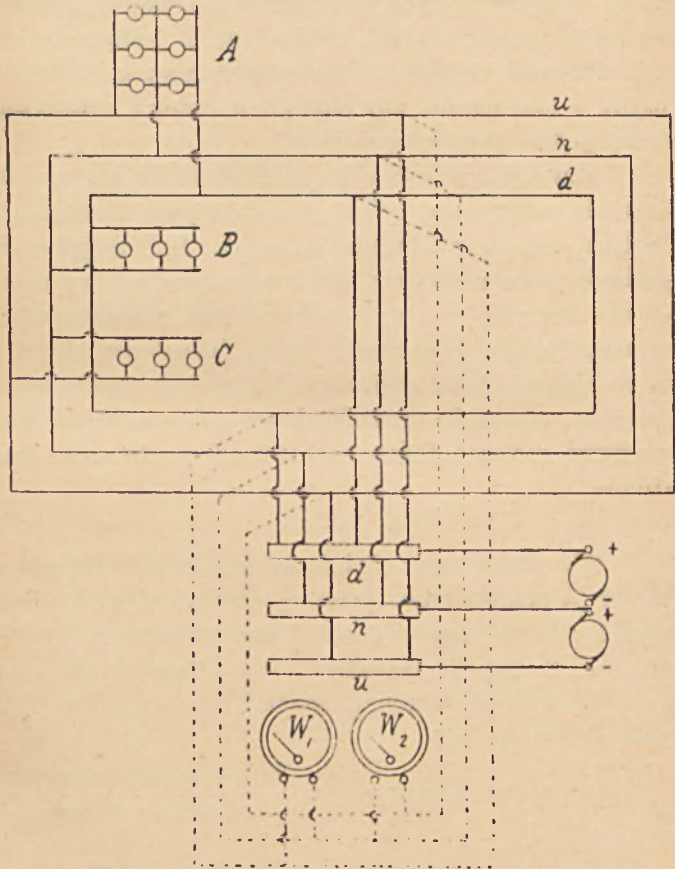


Fig. 55.

ilość lamp. Potrzebne tu są dwa woltmetry  $W_1$  i  $W_2$ , z tych pierwszy mierzy napięcie pomiędzy przewodnikami dodatnim i neutralnym, drugi pomiędzy neutralnym i ujemnym. Połączenia tych woltmetrów z siecią, wyobrażone na fig. 55 za pomocą linii kreskowanych, będą zrozumiałe bez dalszych objaśnień. Maszynista ma regulować maszyny w taki sposób, aby obydwa woltmetry wskazywały wciąż jednakową liczbę woltów.

Kanalizacya o trzech przewodnikach miała zastosowanie dotychczas tylko w instalacjach bardzo rozległych, np. przy oświetlaniu miast. Główna jej niedogodność polega na tem, że koniecznem jest tu użycie dwóch maszyn, co czyni cały system nieodpowiednim w urządzeniach mniejszych. Można jednak oczekiwać, że w przyszłości i tutaj znajdzie on liczniejsze zastosowania, gdyż w ostatnich czasach okazało się możliwem dwie maszyny zastąpić jedną zaopatrzoną w stosowne urządzenie <sup>1)</sup>.

**60. Dozwolone obciążenie przekroju.** Dajmy na to, że w przewodniku, przekrój którego wynosi  $5 \text{ mm}^2$ , płynie prąd 10 amperów; na jeden zatem  $\text{mm}^2$  wypada  $10 : 5 = 2$  ampery; mówimy, że obciążenie przekroju przewodnika wynosi 2 amp. na  $\text{mm}^2$ , lub wprost, że obciążenie przekroju = 2.

$$\text{Obciążenie przekroju} = \frac{\text{Natężenie prądu w amp.}}{\text{Przekrój w mm}^2}$$

<sup>1)</sup> Opis w odczycie Doliwo Dobrowolskiego, mianym na posiedzeniu związku Elektrotechników w Czerwcu 1894 r.



Każdy przewodnik ogrzewa się zawsze pod wpływem prądu elektrycznego, i ogrzewanie to zależy od różnych okoliczności, a mianowicie:

1) od obciążenia przekroju, z wrastaniem którego postępuje ono bardzo szybko; tak np. przy obciążeniu 2 razy silniejszym przyrost temperatury będzie 4 razy większy,

2) od średnicy drutu; drut nap. 4 milimetry ogrzeje się 2 razy silniej, niż 2 milimetry przy obciążeniu jednakowym,

3) od materiału, z którego drut zrobiono; np. żelazny ogrzewa się 5 razy silniej niż miedziany przy obciążeniu i średnicy jednakowych,

4) od rozmaitych okoliczności pobocznych; tak np. przewodnik, który przy pewnym obciążeniu rozpala się na powietrzu do czerwoności, zanurzony w zimnej wodzie, przy takim samym obciążeniu ogrzeje się bardzo słabo.

Oczywistą jest również rzeczą, że druty gołe, do których powietrze ma zewsząd swobodny dostęp ogrzewają się mniej od izolowanych.

Obciążenie przekroju tak się zawsze dobiera, aby przewodnik nie ogrzewał się zbyt; w razie przeciwnym może wyniknąć uszkodzenie izolacji, lub nawet niebezpieczeństwo pożaru. Należy się w tym względzie kierować tablicą następującą (na str. 120), opracowaną przez Związek Elektrotechników Niemieckich.

V. TABLICA  
obciążenia przewodników miedzianych.

Przekrój w mm <sup>2</sup>	Prąd do- zwolony w amp.	Obciążenie dozwolone w amp. na mm <sup>2</sup>	Przekrój w mm <sup>2</sup>	Prąd do- zwolony w amp.	Obciążenie dozwolone w amp. na mm <sup>2</sup>
0,75	3	4	35	80	2,28
1	4	4	50	100	2
1,5	6	4	70	130	1,86
2,5	10	4	95	160	1,68
4	15	3,75	120	200	1,67
6	20	3,33	150	230	1,53
10	30	3	210	300	1,43
16	40	2,5	300	400	1,33
25	60	2,4	500	600	1,2

W praktyce rzadko kiedy obciążenie przewodników cieńszych dochodzi do granicy, zakreślonej przez powyższą tabelkę, gdyż wtedy strata napięcia byłaby zbyt wielką. Ze względu na tę okoliczność obciążenie zwykle nie przewyższa 2 amp. na mm<sup>2</sup>.

W następującej tabelicy VI mamy obciążenia dozwolone dla drutów żelaznych, obrachowane odpowiednio do obciążeń dozwolonych przewodników miedzianych.

**VI. TABLICA**  
obciążenia przewodników żelaznych.

Przekrój w mm <sup>2</sup>	Prąd do- zwolony w amp.	Obciążenie dozwolone w amp. na mm <sup>2</sup>
0,75	1,3	1,7
1	1,7	1,7
1,5	2,5	1,7
2,5	4,1	1,6
4	6,5	1,6
6	8,5	1,4
10	12,5	1,25
16	17	1,05
25	25	1
35	33	0,95
50	42	0,84

61. **Łączenie równoległe lamp łukowych.** W opisie dotychczasowym łączenia równoległego mieliśmy wciąż na względzie lampy żarowe, nie jednak nie przeszkadza, aby w tej samej kanalizacyi, równoległe do żarówek włączyć i lampy łukowe.

Z doświadczenia wiadomo, że lampa łukowa pali się spokojnie tylko wtedy, jeżeli strata napięcia w przewodnikach, łączących ją z maszyną, wynosi przynajmniej 20 woltów. Zwykle też w jednym szeregu z lampą włącza się opornik O, jak widzimy na fig. 56, gdzie kółko pojedyncze oznacza żarówkę, podwójne zaś lampę łukową; w O właśnie ma miejsce potrzebna strata napięcia. Wiemy

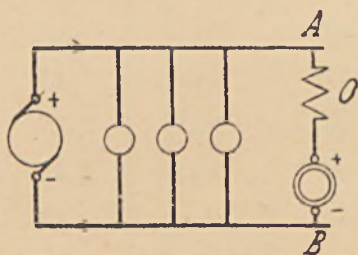


Fig. 56.

z § 41, że lampa łukowa potrzebuje 45 woltów, w oporniku przepada 20, a więc napięcie w sieci pomiędzy punktami A i B powinno wynosić  $45 + 20 = 65$  woltów.

Można też łączyć lampy łukowe równoległe z żarówkami po dwie w szereg, jak to przedstawia fig. 57, gdzie O oznacza opornik, który znowu musi pochłaniać

20 woltów. W tym razie napięcie pomiędzy A i B =  $45 + 45 + 20 = 110$  woltów, żarówki więc będą 110 woltowe.

W taki sam sposób można łączyć po 3 lampy; i wtedy dostatecznym jest, jeżeli opornik pochłania 15 woltów; napięcie zatem w sieci, a więc i napięcie żarówek =  $45 + 45 + 45 + 15 = 150$  woltów.

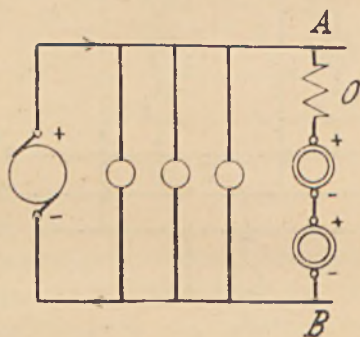


Fig. 57.

Z tego widać, dla czego te trzy napięcia 65, 110 i 150 woltów głównie są w praktyce w użyciu.

W pierwszym i drugim z tylko co opisanych wypadków zarówno dobrze mogą funkcyonować lampy z odnogami, jak i różnicowe, w trzecim zaś (przy 150 woltach) właściwsze są różnicowe. W niektórych fabrykach na każdy z tych wypadków budują lampy specjalne.

W kanalizacyi o trzech przewodnikach lampy łukowe włączają się po dwie (gdy napięcie żarówek = 110 woltom, co prawie zawsze ma miejsce) pomiędzy przewodniki

$d$  i  $n$ , lub pomiędzy  $n$  i  $u$ , albo po cztery pomiędzy  $d$  i  $u$ , jak to widzimy na fig. 58. W dwóch pierwszych wypadkach w oporniku  $O$  tracimy 20, w ostatnim 40 woltów.

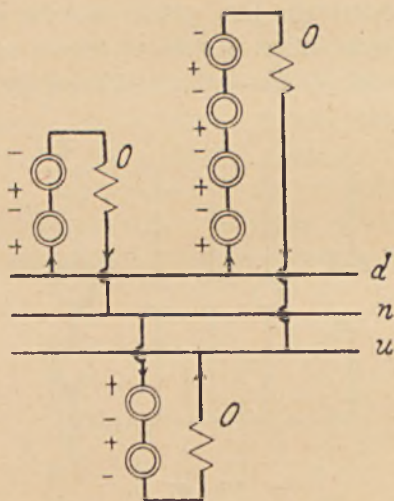


Fig. 58.

W instalacjach mniejszych często dla lamp luko-  
wych urządza się kanalizacya oddzielna, przytem stawiają  
nieraz żądanie, aby wszystkie lampy mogły być zapalone  
i gaszone z jednego punktu. Na fig. 59 widzimy urządze-  
nie dla 6 lamp, połączonych po dwie;  $O O$  oznaczają opor-  
niki,  $P P$  — przerywacze. Przewodnik, idący tutaj od  
końcówki dodatniej, służy dla wszystkich trzech par.

W wielu jednak razach, gdy lampy są bardzo rozrzucone, wypadnie każdą parę łączyć z końcówką maszyny (lub z szyną zbiornikową) za pomocą oddzielnego przewodnika.

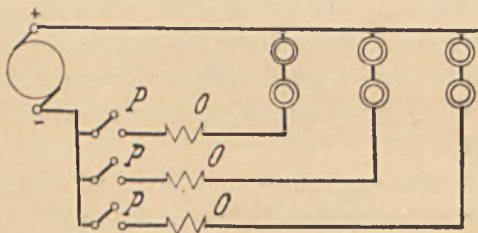


Fig. 59.

62. Zastosowanie drutów żelaznych do łączenia lamp łukowych. W § poprzedzającym przypuszczaliśmy wciąż, że całkowita strata napięcia, warunkująca spokojne palenie się lampy łukowej, ma miejsce w oporniku; oczywiście jest, że część jej można umieścić w przewodnikach, łączących lampę z maszyną lub siecią, a w tym celu należy im nadać znaczny opór, np. zamiast drutów miedzianych brać żelazne. Opornik będzie wtedy odpowiednio mniejszy, a w wielu razach, gdy lampy leżą w znacznej odległości od maszyny, łatwo przewodniki tak wybrać, aby w nich zachodziła całkowita strata potrzebna, i wtedy opornik stanie się zupełnie zbytecznym. Za granicą urządzenie takie spotyka się dość rzadko, u nas jednak, gdzie druty miedziane i aparaty elektryczne są jeszcze bardzo drogie, może ono stać się źródłem znacznych oszczędności.

Szczególniej przy oświetleniu placów, ulic, dziedzińców, ogrodów i t. d. zastosowanie drutów żelaznych jest bardzo właściwe. Przykłady następujące mają okazać, jak się w podobnych razach wyrachowuje przewodniki.

*Przykład 1.* W instalacyi 110 woltowej, mają być połączone z siecią dwie lampy 6 amperowe; całkowita długość potrzebnych przewodników wynosi 130 metrów, znaleźć średnicę drutu żelaznego, któryby zupełnie zastąpił opornik.

Strata napięcia  $110 - 45 - 45 = 20$  woltów.

Opór całkowity drutu  $20 : 6 = 3,3$  oma.

Opór jednego metra  $= 3,3 : 130 = 0,025$ .

Według tablicy II odpowiada temu drut o średnicy 2,2 mm, którego przekrój zawiera  $3,8 \text{ mm}^2$ , obciążenie więc  $= 6 : 3,8 = 1,6$ .

Obciążenie takie według tabl. VI jest dozwolonem.

*Przykład 2.* Na odległości 257 m od maszyny 110 woltowej ma być zawieszoną jedna lampa 12 amperowa. Wyznaczyć średnicę drutu żelaznego mającego zastąpić opornik.

Strata napięcia  $= 110 - 45 = 65$  woltów.

Opór drutu  $= 65 : 12 = 5,4$  oma.

Całkowita długość drutu  $257 \times 2 = 514$  m.

Na jeden metr wypada  $\frac{5,4}{514} = 0,0105$  oma.

Według tablicy II odpowiada temu drut 3,5 milimetrów.



63. Łączenie równoległe maszyn dynamo-elektrycznych z odnogami. W § 48 widzieliśmy, że maszyny dynamo-elektryczne można łączyć w szereg, i że napięcie takiego szeregu jest równe sumie napięć połączonych maszyn, natężenie prądu zaś jest dla wszystkich jednakowe i równe natężeniu jednej z nich.

Na fig. 60 widzimy dwie maszyny połączone równoległe. Końcówki ich dodatnie łączą się z przewodnikiem dodatnim, ujemne—z ujemnym. Prądy, wytworzone przez nie, spotykają się w punkcie A, przepłynąwszy następnie przez lampy, dochodzą do punktu B, od którego powracają oddzielnie do końcówek ujemnych.

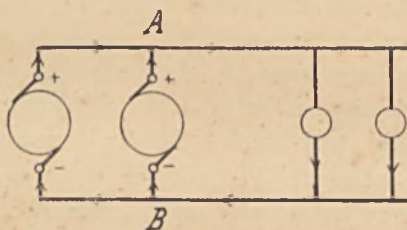


Fig. 60.

Dajmy na to, że każda maszyna wytwarza 50 amperów, to w przewodnikach głównych otrzymamy  $50 + 50 = 100$  amperów, napięcie zaś będzie równe napięciu maszyny pojedynczej. W ten sam sposób można połączyć trzy i więcej maszyn, i urządzenia podobne spotykają się często w instalacjach większych, zużywających wielkie ilości prądu.

*Natężenie prądu, wytwarzanego przez kilka maszyn, połączonych równoległe, jest równe sumie natężeń połączonych*

*nych maszyn, napięcie zaś jest dla wszystkich jednakowe i równe napięciu maszyny pojedynczej.*

Najwłaściwszymi do równoległego łączenia są maszyny z odnogami, niekiedy szczególne okoliczności zmuszają połączyć równolegle i dwie maszyny sprzężone, chociaż tego unikać należy; maszyny prądu głównego nie nadają się do tego wcale.

Na fig. 61 mamy szematyczny obraz połączenia równoległego dwóch maszyn z odnogami  $D_1$  i  $D_2$ , każda z nich została przedstawiona przez kolektor i szczotki,  $C_1$  i  $C_2$  mają wyobrażać cewki ich elektromagnesów zaś  $R_1$  i  $R_2$  regulatory napięcia. Z przewodnikami głównymi, lub z szynami zbiornikowemi każda dynamo łączy się z jednej strony za pośrednictwem ampermetra ( $A_1$  i  $A_2$ ), z drugiej — przerywacza ( $P_1$  i  $P_2$ ), napięcie jej wskazuje jeden z dwóch woltmetrów  $W_1$  i  $W_2$ , połączony z jej końcówkami wtedy, gdy trzeci woltmetr  $W$  wskazuje napięcie, panujące w lampach  $L$ . Widzimy prócz tego, że prąd każdej maszyny przechodzi przez ochronnik  $O_1$  lub  $O_2$ , który ma przerwać łańcuch, gdy natężenie prądu wzrośnie zbyt silnie. Urządzenie tych przyrządów opiszemy w dalszym ciągu (§§ 89—94).

Dajmy na to, że obydwie maszyny są w ruchu, i że motor posiada stałą niezmienną się szybkość; w takim razie maszynista zważać głównie powinien na woltmetr  $W$ , a prócz tego na amperometr  $A_1$ , dający natężenie prądu, wytwarzanego przez  $D_1$ , i na  $A_2$ , wskazujący też samo dla  $D_2$ . Regulować działanie całości można za pomocą regulatorów  $R_1$  i  $R_2$ , i należy dobrze zrozumieć, jak się tu odbija przestawienie korby każdego z nich (to jest

zwiększenie lub zmniejszenie oporu w każdej z cewek  $C_1$  i  $C_2$ ).

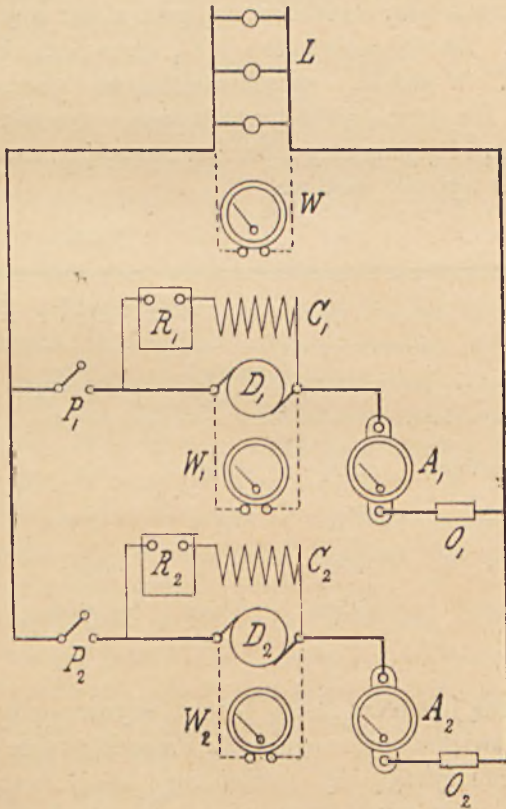


Fig. 61.

Jeżeli powiększymy opór w  $C_1$ , to napięcie w lampach, wskazywane przez  $W$ , zmniejszy się; zmniejszy się Światło elektryczne.

również natężenie prądu, który dostarcza  $D_1$ , wzrośnie natomiast prąd  $D_2$ , lecz suma obydwóch prądów będzie mniejszą, niż poprzednio. Otrzymujemy zatem ogółem mniej prądu przy mniejszem napięciu, motor więc pracuje słabiej. Zmniejszenie oporu w  $C_1$  sprowadza skutek odwrotny. W podobny sposób oddziałują i zmiana oporu w  $C_2$ . Dla jaśniejszego przedstawienia czynności regulatorów  $R_1$  i  $R_2$  podajemy tabelkę następującą, zawierającą wszelkie wypadki możliwe.

	Opór w $C_1$		Opór w $C_2$	
	zwiększony	zmniejszony	zwiększony	zmniejszony
Wskazuje	mniej	więcej	mniej	więcej
$A^1$ „	mniej	więcej	więcej	mniej
$A^2$ „	więcej	mniej	mniej	więcej
Praca motoru	mniejsza	większa	mniejsza	większa

Jasną jest teraz rzeczą, że jeżeli obydwa opory jednocześnie zwiększymy, to napięcie w lampach, a także obydwa prądy zmniejszają się; zmniejszając opory, osiągniemy rezultat odwrotny. Jeżeli opór  $C_1$  zwiększymy,  $C_2$  zaś odpowiednio zmniejszymy, to napięcie w lampach pozostanie bez zmiany, przy tem prąd  $D_1$  osłabnie, prąd zaś  $D_2$  wzmocni się odpowiednio tak, że suma ich a także i praca

motoru się nie zmienia. W pewnych warunkach możemy doprowadzić do tego, że natężenie prądu  $D_1$  spadnie na zero, całkowity zaś prąd, potrzebny dla lamp, będzie wytwarzała  $D_2$  lub odwrotnie.

Z roztrząsań powyższych widzimy, że maszynista ma możność regulować napięcie, panujące w lampach, i rozkładać na obydwie maszyny w dowolnym stosunku potrzebne natężenie prądu. Jeżeli maszyny są jednakowe, to zwykle reguluje się tak, aby prądy, przez nie wytwarzane były równe.

**64. Wprowadzanie w ruch maszyn z odnogami, połączonych równolegle.** Jeżeli chcemy wprowadzić w ruch obydwie dynamo jednocześnie, to zamykamy przerywacze  $P_1$  i  $P_2$  (fig. 61) i puszczaemy motor ze zwykłą szybkością. Gdy napięcie w lampach dojdzie do właściwej wysokości, regulujemy za pomocą  $R_1$  i  $R_2$  (§ poprzedzający) prądy maszyn tak, aby stosunek pomiędzy nimi był żądany. Chcąc zatrzymać obydwie dynamo jednocześnie, zatrzymujemy po prostu motor.

Dajmy teraz na to, że  $D_1$  już pracuje, i że chcemy puścić w ruch jeszcze  $D_2$ . Gdybyśmy zamknęli przerywacz  $P_2$  w chwili, gdy  $D_2$  pozostaje jeszcze w spokoju, to dla prądu  $D_1$  powstałaby nowa droga  $D_1 P_1 P_2 D_2 A_2 A_1 D_1$ , której opór jest bardzo mały, skutkiem czego prąd maszyny  $D_1$  wzrósłby chwilowo do bardzo wysokiego natężenia, co mogłoby pociągnąć za sobą fatalne następstwa dla obydwóch maszyn.

Aby wypadku takiego uniknąć, wprawiamy w ruch  $D_2$ , gdy jeszcze  $P_2$  pozostaje otwartym. Napięcie  $D_2$  od-

czytujemy na woltmetrze  $W_2$  i regulujemy za pomocą regulatora  $R_2$ . Dopiero gdy  $W_2$  wskazuje o parę woltów więcej od  $W_1$ , możemy zamknąć  $P_2$ .

Często obywają się przytem jednym woltmetrem, który można łączyć dowolnie z końcówkami każdej dynamo.

Jeżeli obydwie maszyny są w ruchu, a jedną z nich np.  $D_2$  chcemy zatrzymać, to najprzód za pomocą odpowiedniego ustawienia regulatorów  $R_1$  i  $R_2$  (§ poprzedzający) sprowadzamy prąd jej do zera, następnie zaś otwieramy przerywacz  $P_2$ . Oczywiście jest rzeczą, że taksamo, jak dwie można łączyć równoległe trzy i więcej maszyn.

65. **Łączenie równoległe maszyn sprzężonych.** Fig. 62 przedstawia połączenie równoległe dwóch maszyn sprzężonych  $D_1$  i  $D_2$ . Pominięto tutaj rdzenie elektromagnesów i oznaczono tylko cewki w odnodze  $C_1$  i  $C_2$  i cewki prądu głównego  $C_1'$  i  $C_2'$ ; aby rysunek uczynić jaśniejszym  $C_1$  i  $C_1'$  a także  $C_2$  i  $C_2'$  przedstawiono w taki sposób, jak gdyby jedna leżała na zewnątrz drugiej.

Maszynę  $D_1$  dzielą od przewodników głównych dwa przerywacze  $P_1$  i  $P_1'$ , które muszą być tak urządzone aby można je było zamykać i otwierać tylko jednocześnie, i stanowią razem tak zwany przerywacz dwubiegunowy. Cewka  $C_1$  łączy się z jednej strony ze szczotką  $S_1$ , z drugiej zaś z przewodnikiem głównym, od którego ją oddziela przerywacz  $p_1$ ; dyspozycja taka, będąca tu koniecznością, używa się nieraz i przy równoległym łączeniu maszyn z odnogami.

$D_2$  co do urządzenia swych przerywaczów nie różni

się niczem od  $D_1$ ; każda z maszyn otrzymuje prócz tego po jednym ochronniku ( $O_1$  i  $O_2$ ).

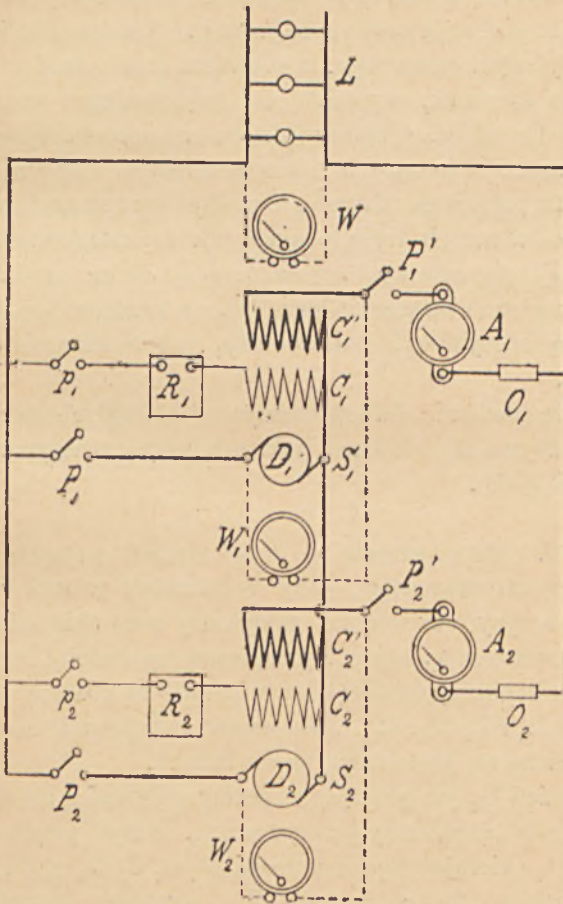


Fig. 62.

Maszyny sprzężone, połączone równolegle są wystawione na pewne szczególne niebezpieczeństwo, któremu nie podlegają maszyny z odnogami. Zdarza się mianowicie, że pod wpływem prądu jednej z nich druga zmienia bieguny swych magnesów, a skutkiem tego i prąd w niej zmienia kierunek, wypadek zaś taki pociąga za sobą groźne dla całości całego urządzenia wzmożenie się prądu w maszynach i łączących je przewodnikach. Ze względu na to, że połączenie równoległe maszyn sprzężonych trafia się tylko w razach wyjątkowych, nie będziemy tu szczególnie opisywali wzmiankowanego zjawiska; zapobiega mu zupełnie połączenie bezpośrednie szczotek  $S_1$  i  $S_2$  za pomocą specjalnego przewodnika, jak to oznaczono na figurze.

Regulowanie dwóch maszyn równoległych sprzężonych odbywa się tak samo, jak regulowanie maszyn z odnogami (§ 63).

**66. Wprowadzenie w ruch maszyn sprzężonych, połączonych równolegle.** Aby wprowadzić w ruch obydwie maszyny jednocześnie, zamykamy wszystkie przerywacze i puszczaemy motor z przepisaną szybkością; regulujemy następnie napięcie i obydwa prądy za pomocą regulatorów  $R_1$  i  $R_2$  (fig. 62). Jednoczesne zatrzymanie maszyn uskutecznia się przez zatrzymanie motoru.

Jeżeli  $D_1$  już pracuje, a chcemy połączyć z nią i  $D_2$ , to najprzód zamykamy przerywacz  $p_2$ . Część prądu maszyny  $D_1$ , kierując się teraz drogą  $D_1 S_1 C_2 R_2 p_2 P_1 D_1$ , magnetyzuje rdzenie maszyny  $D_2$  i wytwarza potrzebne pole magnetyczne. Puszczaemy teraz w ruch  $D_2$  i za po-



mocą  $R_2$  regulujemy jej napięcie, a gdy  $W_2$  wskazuje o parę woltów więcej niż  $W_1$ , zamykamy przerywacze  $P_2$  i  $P'_2$ .

Jeżeli obydwie maszyny są w ruchu, a chcemy jedną z nich np.  $D_2$  wyłączyć, to najprzód przez odpowiednie ustawienie regulatorów  $R_1$  i  $R_2$  sprowadzamy prąd jej do zera (§ 63), otwieramy następnie przerywacze  $P_2$  i  $P'_2$ , w końcu zaś —  $p_2$ .

Z ostatnich §§ widzimy, że przy połączeniu równoległym dwóch lub więcej maszyn elektrycznych całe urządzenie i obsługa są daleko prostsze na wypadek maszyn z odnogami, niż gdy te są sprzężone.

## Wykonanie kanalizacyi.

67. **Uwagi ogólne.** Dobrze wykonanie kanalizacyi jest rzeczą pierwszorzędną wagi; w większości wypadków, gdy działanie instalacyi podlega częstym zakłóceniom, winy szukać należy w nieumiejętnem lub niedbałem urządzeniu sieci przewodników.

Monter otrzymuje w biurze plan instalacyi, zawierający położenie lamp i aparatów, a także sieć przewodników z oznaczeniem ich średnic lub przekrojów; od planu tego nie powinien on odstępować bez wyraźnej potrzeby, w szczegółach jednak pozostaje mu jeszcze wiele swobody np. co do drogi, którą mają biegnąć druty, i miejsce z których wychodzą odnogi. Staraniem jego być powinno, aby przewodniki omijały miejsca wilgotne, biegły głównie po suchych ścianach wewnętrznych, nie zaś po zewnętrznych wilgotnych, o ile można, zdala od rur gazowych i wodociągowych, belek żelaznych i wogóle metalowych części budynku, aby liczba lutowań, miejsc krzyżowania się przewodników, przejść przez mur i t. d. była jaknajmniejszą.

W ten sposób może on nie tylko oszczędzić sobie wiele pracy, ale i w znacznej mierze powiększyć trwałość całego urządzenia.

Kanalizacya dobrze wykonana winna czynić zadość przedewszystkiem dwom warunkom, a mianowicie trwałości i wysokiej izolacyi. Pierwszemu z tych warunków uczynimy zadość, jeżeli ochronimy przewodniki i ich izolacyę od niszczącego działania wilgoci, gorąca, szkodliwych gazów i od uszkodzeń mechanicznych; nad warunkiem drugim wypada zastanowić się dłużej.

Dajmy na to, że w instalacyi przedstawionej na fig. 43, wyjęto wszystkie lampy; pomimo to za pomocą ampermetru moglibyśmy sprawdzić, że dynamo, będąca w ruchu, daje jednak prąd chociaż słaby, i łatwo zrozumieć, że tak być musi.

Przewodniki dodatni i ujemny są przedzielone jeden od drugiego różnemi ciałami izolującymi (§ 1) jak np. bawełną, gumą, gutaperką, porcelaną, powietrzem i t. d., które tem tylko różnią się od przewodników, że ich opór elektryczny jest bardzo wielki. Prąd więc może przechodzić z dodatniego przewodnika na ujemny, wprost przez ciała izolujące, jakkolwiek spotyka na tej drodze wielki opór. Wynika ztąd, że jak tylko maszyna jest w ruchu, to zawsze część wytwarzanego przez nią prądu, przechodząc z przewodnika dodatniego na ujemny z pominięciem lamp, ginie bezużytecznie; nazwijmy ją stratą prądu. Strata prądu jest według prawa Ohma tem większą, im wyższe napięcie rozwija maszyna, i im mniejszy opór posiadają ciała, oddzielające jeden przewodnik od drugie-

go, czyli im słabszą jest izolacya przewodników. Odgrywa tu ważną rolę okoliczność następująca.

Kula ziemiska wskutek swego składu i rozmiarów jest dobrym przewodnikiem elektryczności, i ta jej własność znajduje ważne zastosowania w urządzeniach telegraficznych i telefonicznych.

W ścisłem połączeniu elektrycznem z ziemią stoją rury gazowe i wodociągowe, wilgotne mury, belki żelazne, wiązania dachowe i t. d. i one to głównie pośredniczą w owem przechodzeniu bezpośredniem prądu z przewodnika dodatniego na ujemny.

Prąd obiega przytem następujący obwód zamknięty: końcówka dodatnia maszyny, przewodniki dodatnie, ziemia, przewodniki ujemne, końcówka ujemna. Największy opór spotyka on tutaj, przechodząc z przewodnika dodatniego w ziemię i z ziemi w ujemny. Ze względu na to, że opór innych części tego obwodu jest stosunkowo bardzo mały można więc powiedzieć, że

Opór izolacyi = Opór pomiędzy przewodnikiem dodatnim a ziemią + Opór pomiędzy ziemią a ujemnym.

Dajmy na to, że utworzyło się dobre połączenie pomiędzy jednym z przewodników a ziemią; łatwo się wypadek taki może wydarzyć np. skutkiem tego, że obnażony drut dotknął gdzie bądź muru, albo, że źle wbity gwóźdź, skaleczywszy izolacyę, zetknął się z miedzią i t. d.

Oczywistem jest, że teraz opór izolacyi wynosi już tylko połowę poprzedniego, strata więc prądu będzie dwa razy większą. Gdyby oprócz tego powstało jeszcze połączenie pomiędzy drugim przewodnikiem a ziemią, to

strata prądu stałaby się bardzo znaczną i mogłaby wywołać liczne zakłócenia w biegu instalacji.

Widzimy z tego, że najdrobniejsza niedokładność przy urządzeniu kanalizacji może się stać bardzo szkodliwą w następstwach, praca ta więc wymaga wysokiej sumienności i inteligencji.

**68. Metal przewodników.** Przewodniki do światła elektrycznego robią się z miedzi zupełnie (chemicznie) czystej, każde bowiem zanieczyszczenie metalu najdrobniejszą nawet przymieszką żelaza, fosforu i t. d. znacznie powiększa jego opór. W wypadkach wyjątkowych (§ 62) używają się też druty żelazne, zwykle niezolowane, lecz pokryte cienką warstwą cynku — cynkowane.

Najczęściej przewodnik posiada postać pojedynczego drutu o średnicy od 1 do 6 mm czyli od 0,79 do 28 mm<sup>2</sup> przekroju; cieńsze nie są w użyciu ze względu na ich małą wytrzymałość, grubsze — gdyż są zbyt sztywne.

Gdzie wypada zastosować przekrój większy, tam bierze się linka elektryczna, skręcona z kilku lub więcej drutów pojedynczych. Linki takie używają się i o mniejszych przekrojach (aż do 0,3 mm<sup>2</sup>), gdy chodzi o szczególną giętkość przewodnika. Często przy tem dwie linki, dobrze izolowane, z których jedna ma stanowić przewodnik dodatni, a druga ujemny, skręcają się razem i tworzą t. zw. linkę podwójną, czyli sznur dwubiegunowy.

W linie grubej, mającej być przewodnikiem dopływowym w kanalizacji zamkniętej, jeden drut powinien być izolowany od wszystkich innych, aby mógł służyć jako przewodnik próbny (§ 58).

69. **Łączenie przewodników.** W instalacjach światła elektrycznego wszelkie połączenia przewodników uskuteczniają się za pomocą lutowania. Przedewszystkiem należy obrać z izolacji miejsca, mające być połączone, oczyścić powierzchnię metalu papierem szmergowym a następnie związać ze sobą mocno obydwaj przewodniki; lutowanie ma tylko zabezpieczać dobre zetknięcie elektryczne nie zaś powiększać wytrzymałość mechaniczną połączenia.

Druty 2 milimetrowe i cieńsze łączą się przez skręcenie końców, jak to widzimy na fig. 63. W podobny

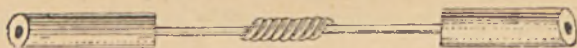


Fig. 63.

sposób wiążą się i cieńsze linki. Fig. 64 wyobraża połączenie drutów grubszych, używane w tych razach, gdzie



Fig. 64.

nie chodzi o większą wytrzymałość. Końce ich spilowuje się nieco z jednej strony i przykłada do siebie powstałymi w ten sposób powierzchniami płaskimi; wreszcie obwija się mocno i równo drutem miedzianym mniej więcej 1 mm średnicy.

Gdzie chodzi o większą wytrzymałość połączenia, jak np. przy wiązaniu przewodników zewnętrznych, roz-

piętych szeroko na izolatorach, tam używa się jeden ze sposobów dostatecznie zrozumiałych i figur 65 i 67.



Fig. 65



Fig. 66.

Fig. 66 przedstawia połączenie dwóch linek grubszych; wykonywa się ono w sposób następujący. Linka



Fig. 67.

składa się z pasma drutów wewnętrznego i owijających je drutów zewnętrznych; te ostatnie odginamy na długości 6 do 10 cm, zależnie od grubości linek; odciawszy teraz wystające końce pasem wewnętrznym, przykładamy do siebie ich powierzchnie przekroju, druty zaś zewnętrzne układamy w taki sposób, aby każdy drut jednej linki znalazł się pomiędzy dwoma drutami drugiej, wreszcie druty zewnętrzne każdej linki owijamy porządnie i równo około linki drugiej, jak to wskazuje figura.

Fig. 68, 69 i 70 przedstawiają sposoby łączenia drutów, stojących do siebie pod kątem prostym. - Ostatnia z tych figur wyobraża połączenie dwóch linek; koniec jednej z nich został podzielony na dwa pasma, które owinięto w kierunkach odwrotnych około linki drugiej.



Fig. 68.

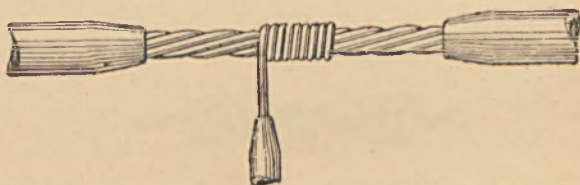


Fig. 69.

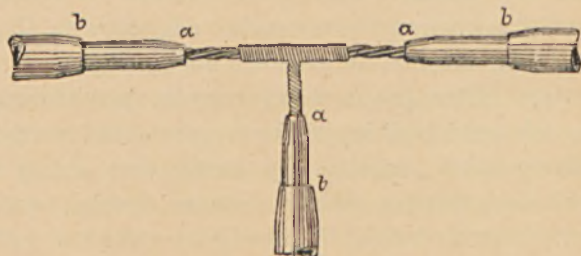


Fig. 70.



*Cyna do lutowania* składa się z jednakowych części cyny i ołowiu. Przy lutowaniu drutów nigdy nie należy używać kwasu solnego, gdyż pozostające zawsze jego resztki wywołują utlenianie się miedzi. Zamiast kwasu najpowszechniej używa się kalofonium, a prócz tego stearyna i chlorek cynku w wodnym roztworze. Lutuje się przy pomocy zwykłej kolby lub lampki benzynowej, bardzo dogodnej w użyciu. W miejscu, zlutowanem dobrze, nie ma zbytku cyny, lecz przenika ona kompletnie całe połączenie.

Aparaty posiadają zwykle do umocowania przewodników śruby, dające się zaciągnąć palcami, śrubociągami lub kluczem. Z oczyszczonego końca drutu, który mamy połączyć, robi się oczko, dobrze obejmujące śrubę w kierunku od lewej strony ku prawej, inaczej bowiem przy zaciąganiu śruby oczko może się rozgiąć.

Koniec linki cieńszej, mającej być połączoną, ze śrubą aparatu, należy przedewszystkiem napuścić cyną tak, aby składające ją druty zlutowały się ze sobą, a dopiero następnie wygiąć w oko.

Linka grubsza wlutowuje się w specjalne zakończenie miedziane lub mosiężne z wyświdrowanem okiem, pasującym do śruby. Aby sprowadzić tu lepsze zetknięcie, dobrze jest włożyć pomiędzy zakończenie linki a końcówkę aparatu krążek, wycięty z cynowego papieru, przy czem naturalnie ztykające się powierzchnie powinny być przedewszystkiem starannie oczyszczone. U dobrego montera wchodzi w nałóg czyszczenie dokładne wszelkich powierzchni, które mają się łączyć elektrycznie.

70. **Izolacya przewodników.** Przewodniki, napotykane w handlu, są izolowane w bardzo rozmaity sposób; który gatunek jest w danym wypadku najodpowiedniejszym, zależy to od wielu okoliczności, a przede wszystkim od miejsca, w którym mamy zaciągać druty i od sposobu ich umocowania. Podajemy tu ogólnikową klasyfikacyę przewodników wraz z wskazówkami, w jakich razach każdy gatunek ma być używany.

1) *Przewodniki nieizolowane*, czyli *gole* używają się tylko do linii, idących całkowicie zewnątrz budynków; do umocowania ich służą izolatory, tak zwane dzwonkowe (§ 72).

2) *Przewodniki, owinięte a następnie oplecione bawełną*; zwykle izolacyę taką nasycza się szczególnymi substancjami, które mają nadać jej odporność na wpływy wilgoci i ognia. Pomimo to miedź przewodników takich bardzo łatwo pod wpływem wilgoci podlega utlenieniu, które, byle raz w którym bądź punkcie się zaczęło, sprawdza nieodzownie prędzej czy później zerwanie się przewodnika (przegryzienie przez grynszpan). Dla tego też gatunek taki coraz bardziej w instalacyach porządných wychodzi z użycia; tylko w pomieszczeniach kompletnie suchych można się nań zdecydować; w takim razie druty powinny być przeciągnięte po sporych rolkach porcelanowych i daleko odstawać od ściany.

3) *Przewodniki izolowane gumą* (wulkanizowanym kauczukiem); przewodnik jest tu zwykle pocynowany i owinięty bawełną, a na to dopiero przechodzi warstwa gumy. Bezpośrednio gumy na miedź kłaść nie można, gdyż ciała te szkodliwie działają jedno na drugie. War-

stwa gumowa rozmaitej grubości powstaje przez nawinięcie wstęgi gumowej, lub też przez wprasowanie rurki gumowej; gatunek ostatni jest droższy, lecz lepszy. Aby ochronić gumę od uszkodzenia mechanicznego, otacza się ją jeszcze plecionką konopną lub bawełnianą. Ponieważ warstwa gumy jest nieprzenikliwą dla powietrza, utlenianie się przeto miedzi jest tu niemożliwem, jak długo izolacya pozostanie nieuszkodzoną, guma zaś boi się głównie mrozu i gazów szkodliwych, które wywiązują się w rozmaitych fabrykach chemicznych, browarach i t. d.

Z powodu wysokiej trwałości przewodników tego gatunku, zastosowanie ich jest bardzo obszerne. Nadaje się on przedewszystkiem do instalacyi w domach mieszkalnych, fabrykach, ogrzewanych stale i nierozwijających szkodliwych gazów, i t. d. Sposoby zaciągania rozmaite, jak o tem dalej.

4) *Przewodniki, izolowane gutaperką*; gutaperka otacza przewodnik w formie grubszej lub cieńszej rurki; od uszkodzeń mechanicznych chroni ją plecionka konopna. Gatunek ten jest cokolwiek droższy od poprzedniego, ale posiada przed nim tę zaletę, że nie boi się zimna i wilgoci, właściwe zatem dla niego pole zastosowań jest w lokalach zimnych; natomiast w miejscach ciepłych i w suchych warstwa gutaperkowa wysycha i pęka.

5. *Przewodniki kryte ołowiem*. Przewodnik, izolowany bawełną, jutą lub gumą, pokrywa się jeszcze jedną lub dwiema warstwami ołowiu, która chroni go przed wilgocią, o ile powłoka ołowiana pozostaje nieuszkodzoną. Dawniej układano często przewodniki takie w ścianach

pod tynkiem; sposób ten jednak okazał się bardzo wadliwym, gdyż wapno i cement szybko psują pancierz ołowiany. W ziemi natomiast przewodniki takie trzymają się dobrze, byleby je uchronić przed zetknięciem z gnijącymi roślinami. W tym celu kładzie się na ołów asfaltowana warstwa konopi lub juty, a niekiedy, aby uchronić pancierz ołowiany przed uszkodzeniem mechanicznym, owija się go jeszcze żelazną cynkowaną wstęgą lub drutami.

Prócz tych gatunków wymienić jeszcze wypada przewodniki oplecione różnobarwnym jedwabiem, które się używają tam, gdzie chodzi o elegancję, a więc w pięknie urządzonych mieszkaniach, sklepach, cukierniach i t. d.

**71. Izolacja połączeń.** Izolowanie miejsc, gdzie są zlutowane dwa przewodniki, wymaga wielkiej staranności, monterzy tymczasem nie zwracają często na ten punkt dostatecznej uwagi. Kierować się tu należy prawidłem następującem: *miejsce zlutowania powinno być równie dobrze zabezpieczone przed niszczącym wpływem wilgoci i powietrza, jak i cały przewodnik.* Nie miałyby to celu używać przewodników mocno izolowanych, jeżeli tyle punktów sieci pozostaje bez odpowiedniego opatrzenia.

W myśl powyższego prawidła przewodniki z *izolacją bawełnianą* (№ 2 w § poprzedzającym) dostatecznem jest owijać w miejscach lutowania taśmą izolacyjną. Zauważyć tu jednak wypada, że wiele gatunków tej taśmy wywiera na miedź wpływ niszczący; z tego względu pewniej-

szem jest obwijać najprzód obnażone miejsca zwyczajną nawoskowaną białą taśmą, lub mocnym, cienkim papierem, a na to dopiero kłaść taśmę izolacyjną.

Miejsce lutowania przewodnika, izolowanego *gumą* lub *gutaperką* (N<sup>o</sup> N<sup>o</sup> 3 i 4 § poprzedzającego) przedstawia fig. 70. Pomiedzy punktami *aa* widzimy nagą miedź, z części zaś *ab* zdjęto plecionkę zewnętrzną, obnażając w ten sposób izolację gumową. *aa* pokrywa się najprzód nawoskowaną taśmą zwyczajną, następnie zaś owija *taśmą gumową* tak, aby ta zachodziła na jakie  $\frac{1}{2}$  cm. po za punkty *a*; nie należy przy tem jej zbyt rozciągać. Wszystko to ogrzewa się teraz słabym płomieniem lampki benzynowej, skutkiem czego guma mięknie, oddzielne zwoje taśmy spajają się z sobą, tworząc jednolitą, nieprzenikalną dla wody i powietrza powłokę. Zamiast taśmy gumowej również dobrze jest używać t. zw. *papieru gutaperkowego*, który można nawijać wprost na gołą miedź, następnie zaś tak samo uszczelnić przez ogrzewanie. W ostatnich latach w tymże samym celu wchodzi coraz częściej w użycie szczególna, podobna do smoly, masa zwana *Chat-terton Compound*. Ogrzana lepi się ona, jak smoła, i w tym stanie oblepia się nią obnażone miejsce. Którykolwiek z tych trzech sposobów zostanie zastosowany, zawsze w końcu pomiędzy punktami *bb* nawija się mocno cokolwiek ogrzana taśma izolacyjna.

Izolowanie miejsc lutowania *przewodników* grubszych, *krytych ołowiem*, jest robotą trudniejszą i delikatną. Są tu w użyciu rozmaite sposoby. Fabryki przewodników elektrycznych wydają co do tego wyczerpujące in-

strukeye, do których zmuszeni jesteśmy odesłać czytelnika.

*Przewodniki, oplecione jedwabiem*, izolują się w miejscach połączenia tak samo, jak inne, nie należy tylko owijać ich po wierzchu czarną taśmą izolacyjną, gdyż bandaż taki ohydnie wygląda na barwnej powłoce jedwabnej. Zamiast taśmy izolacyjnej można używać nawoskowanej wstążki jedwabnej, z koloru zbliżonej do plecionki przewodnika.

72. Izolatory dzwonekowe. Fig. 71 przedstawia tak zwany *izolator dzwonekowy*, zrobiony z porcelany. Przypuścimy, że hak *a*, utrzymujące izolator, jest w po-

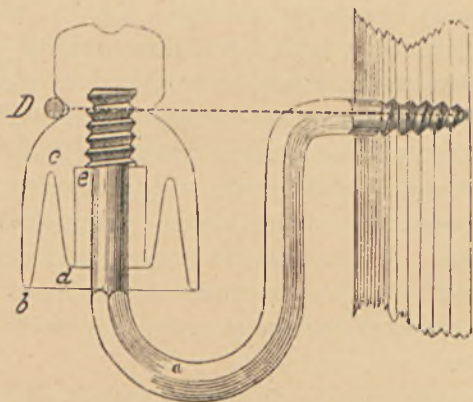


Fig. 71.

łączeniu z ziemią, płyn więc elektryczny, aby spłynąć z drutu w ziemię, musi przebyć jedną z dwóch dróg, albo

przez masę porcelany, gdzie spotyka bardzo wielki opór, albo po jej powierzchni drogą  $D b c d e$ . W czasie sloty, gdy powierzchnia izolatora jest moką, opór  $D b$  zmniejsza się bardzo; deszcz jednak nie może przeniknąć wewnątrz dzwonka, i powierzchnia  $b c d e$ , pozostając wciąż suchą, zachowuje dostateczny opór elektryczny. Takie ma znaczenie szczególna forma izolatorów dzwonkowych. Gdy powierzchnia ich pokryje się sadzą, lub pyłem węglowym, wtedy stopień izolacji zmniejsza się bardzo, dla tego też izolatory, znajdujące się w pobliżu fabryk, należy przynajmniej raz do roku starannie oczyszczać wewnątrz i zewnątrz.

Izolator osadza się na *żelazie*, okrągłym w przekroju dla dzwonek mniejszych, czworokątnym — dla większych. Posiada ono kształt haka, zakończonego z jednej strony śrubą drzewną, jeżeli ma być umocowany w drzewie, lub rozszczepionego na końcu, gdy chcemy go osadzić w murze.

Od strony izolatora hak ma kształt walca. Na fig. 71 przedstawiono je w taki sposób; jak gdyby koniec tego walca został odcięty według płaszczyzny poziomej, przechodzącej przez punkt  $e$ , koniec ten, sięgający w gwintowany otwór dzwonka, nacina się dłotem, skutkiem czego izolator trzyma się mocniej.

*Dzwonek osadza się na haku* za pomocą roztopionej siarki, która jednak nie powinna wychodzić po gwintowany otwór. Inny sposób osadzania dzwonka polega na tem, że koniec haka owija się konopiami, napojonemi olejem, i wśrubowuje w gwintowany otwór.

Można tak osadzać izolatory na haki już wmurowane, jeżeli dzwonek, osadzony pierwotnie, ulegnie stłuczeniu.

Hak powinien mieć taki kształt, aby śruba drewna leżała w jednej płaszczyźnie z szczyłą dzwonka, gdyż inaczej przekreśli się on przy wyprężaniu drutu.

**73. Słupy do izolatorów.** Niekiedy hak izolatora dzwonekowego umocowuje się w murze w sposób taki, jak śruba fundamentowa (§ 28 fig. 23), najczęściej jednak do dźwigania izolatora służą specjalne słupy sosnowe, mające przynajmniej 8 m długości, nie cieńsze u wierzchołka od 15 cm. Słup taki wkopuje się w ziemię na głębokość, równą  $\frac{1}{5}$  jego długości.

*W miejscach, gdzie druty skręcają pod kątem i wskutek tego ciągną słup w jednym kierunku, należy zabezpieczyć go przeciwko pochyleniu się. Można to osiągnąć dwoma sposobami, a mianowicie:*

1) Za pomocą podpory, jak to wyobraża fig. 72. Podpora ta opiera się na kłocu dębowym i jest ustawiana w taki sposób, aby długość  $AB = BC$ , zaś  $AB$  powinno być  $= \frac{2}{3}$  wysokości słupa po nad ziemią. Płaszczyzna trójkąta  $ABC$  ma dzielić na dwie równe części kąt pomiędzy kierunkami drutów.

2) Za pomocą linki drucianej lub paru cynkowanych drutów żelaznych 3 milimetrowych, skręconych razem i umocowanych do kotwicy dębowej, jak to widzimy na fig. 73.



*Izolatory powinny być tak rozłożone na słupie, aby najniższy z nich był wyniesiony po nad ziemię przynajmniej na 5,5 m i aby odległość pomiędzy dwoma drutami*

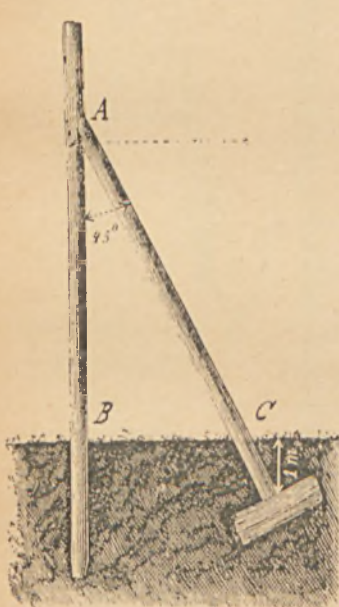


Fig. 72.

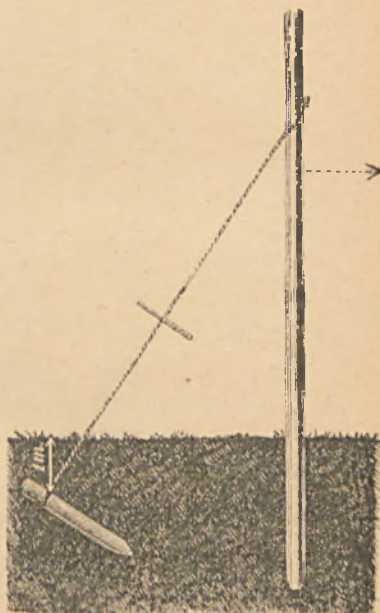


Fig. 73.

wynosila przynajmniej 45 cm. Fig. 74 wyobraża rozkład trzech izolatorów z odpowiednimi miarami.

Gdy grubość zaciąganych drutów nie przechodzi 5 mm., odległość *pomiędzy dwoma słupami* może wynosić najwyżej 50 m, dla grubych lin odległość ta powinna być odpowiednio mniejszą, aby zbyt nie obciążać oddziel-

nych izolatorów i słupów. Również wypadnie postawić słupy gęściej w miejscach, gdzie linia idzie krzywo.

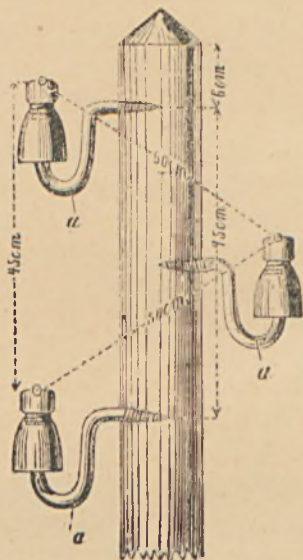


Fig. 74.

74. **Wiązanie przewodników do izolatorów dzwonkowych.** Przewodniki przywiązują się do izolatorów dzwonkowych drutem od 1,5 do 2 mm grubości, przy czem do wiązania przewodników miedzianych najlepiej brać druty miedziane, do żelaznych — żelazne. Figury 75—78 przedstawiają sposób przywiązywania. Przewodnik kładzie się na łebek dzwonka, drut zaś żelazny rozcięty na dwoje, ochwytyje szyjkę, jak to widzimy na fig. 75, następnie zaś

skręca się po obydwu stronach w sposób przedstawiony na fig. 76; dwa końce jego owijają się tuż zaraz naokoło

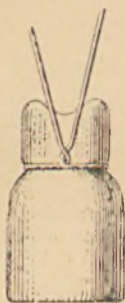


Fig. 75.

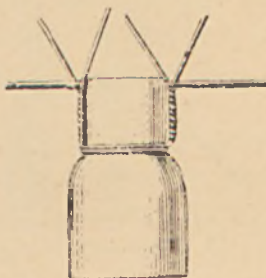


Fig. 76.

przewodnika (fig. 77), dwa zaś inne — dopiero po skrzyżowaniu (fig. 78).

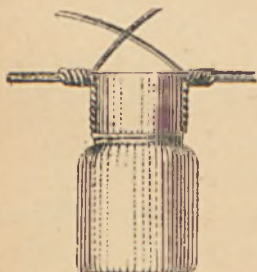


Fig. 77.



Fig. 78.

Figury 79—81 przedstawiają prosty i praktyczny sposób przywiązywania przewodników u szyjki izolatora. Druk żelazny zarzucony na szyjkę, jak wskazuje fig. 79, owija się z każdej strony po raz na około przewodnika, następnie końce jego raz jeszcze ochwytyują szyjkę

i z odwrotnej strony zostają skrócone razem (fig. 80). Celem skrócenia chwytą się obydwą końce pomiędzy

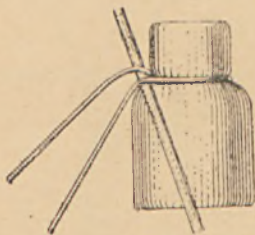


Fig. 79.



Fig. 80.

szczęki obiegów *tnących* (beisęgi), które zaciska się tak lekko, aby druty mogły się pomiędzy niemi ślizgać. Obróciwszy następnie kilka razy obiegami, gdy powstało już dość mocne skrócenie, zaciskamy obęgi silniej i odcinamy w ten sposób resztki drutów. Pozostaje już tylko przygiąć skrócone końce nieco ku dołowi, i wiązanie — skończone, jak wskazuje fig. 80 z boku, 81 zaś z przodu.

Pierwszego z tylko co opisanych sposobów można używać tylko na liniach prostych, drugi zaś jest równie dobry tutaj, jak i na zakrętach, można się więc nim posługiwać zawsze dla drutów i lin niezbyt grubych. Na *linii prostej* przewodnik przywiązuje się (drugim sposobem) u szyjki izolatora zawsze od strony słupa, na *skrętach* zaś należy go położyć z takiej strony, aby ciąg linii przyciskał go do dzwon-



Fig. 81.

ka nie zaś odrywał; w ten sposób przewodnik będzie ci-  
snał na izolator, a nie ciągnął za drut wiążący.

Do *grubych lin* używają się specjalne izolatory  
z głębokimi rowkami na łebkach, i w tym razie koniecz-  
nym jest używanie sposobu pierwszego wiązania.

75. **Zaciąganie przewodników.** Gdy umocujemy  
drut u dwóch izolatorów *a* i *b* to przyjmie on zawsze  
kształt, przedstawiony na fig. 82. Odległość najniższego  
punktu jego od linii poziomej *a b*, oznaczoną na fig. literą  
*s*, nazywamy *strzałką*.

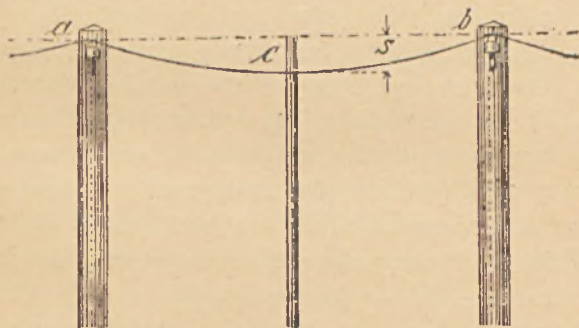


Fig. 82.

Gdybyśmy wyciągali drut coraz silniej w kierunku  
poziomym, to zbliżał by się on coraz bardziej do linii pro-  
stej *a b*, t. j. strzałka jego stawała by się coraz mniejszą.  
Niemożliwym jest jednak kompletne wyprostowanie drutu,  
gdyż, wyciągając coraz silniej, zerwiemy go prędzej,  
zanim się zupełnie wyprostuje, t. j. zanim strzałka zniknie;  
można dokładnie obrać, przy jakiej strzałce zerwa-  
nie nastąpi.

Dajmy na to, że, zaciągając druty w gorący dzień letni, wyprężamy je tak silnie, że strzałka już nie wiele różni się od tej, przy której musi nastąpić zerwanie. Gdy przyjdzie zima, to od mrozu druty się skureczą, i strzałka zmniejszy się tak dalece, że druty popękają.

Z powyższego widzimy, że zbyt silne wyprężanie drutów (t. j. zbyt krótka strzałka) może spowodować ich zerwanie się w skutek oziębienia, zbyt słabe znowu wyprężanie (t. j. zbyt długa strzałka) też nie jest dobrem, gdyż powiększa niebezpieczeństwo zetknięcia się ich np. wskutek wiatru. Należy zatem wybierać strzałkę możliwie najkrótszą taką jednak, aby skrócenie jej w czasie najsilniejszych mrozów, nie groziło jeszcze zerwaniem \*).

Oczywistą jest rzeczą, że ta najwłaściwsza długość strzałki jest tem większą, im wyższa temperatura panuje przy zaciąganiu drutów, zwiększa się ona także w miarę wzrostu odległości pomiędzy izolatorami. W tablicy VII mamy podane najwłaściwsze długości strzałek dla drutów miedzianych i żelaznych i różnych temperatur od 25 stopni mrozu ( $- 25^{\circ}$ ) do 25 stopni ciepła ( $+ 25^{\circ}$ ). Obrachowując je, przyjęto, że odległość pomiędzy izolatorami wynosi 40 m; przy odległościach większych, i strzałki powinnyby być większe, kolumna pierwsza (oznaczona literą R), zawiera temperatury według przyjętego u nas

---

\*) Druty z miękkiej miedzi od mrozów nie pękają, gdyż jednocześnie z kurczeniem się metalu wydłuża się drut skutkiem zbyt silnego naprężenia, strzałka więc nie może dojść do granicy niebezpiecznej. Wydłużenie się owo nie znika z nastaniem ciepłej pory, strzałki zatem będą większe po przejściu mrozów niż były przedtem. Widzimy z tego, że zbyt silne wyprężanie drutów miedzianych jest co najmniej bezużytecznem.

termometru Réaunura, druga zaś (C) — według rozpowszechnionego za granicą termometru stu-stopniowego Celsiusza.

*Druty wyciągają się* za pomocą bloka złożonego, jeden koniec przytwierdzamy do jakiego bądź przedmiotu, u drugiego zaś umocowujemy drut w specjalnych klezczach, których dwa różne rodzaje przedstawiają figury 83 i 84.

## VII. TABLICA

strzałek dla drutów miedzianych i żelaznych  
(odległość izolatorów = 40 m).

Temperatura		Strzałki w em. dla drutów	
R.	C.	miedzianych	żelaznych
— 24	— 30 <sup>o</sup>	40	12
— 16	— 20 <sup>o</sup>	51	29
— 8	— 10 <sup>o</sup>	60	40
0	0	68	48
+ 4	+ 5	72	51
+ 8	+ 10	75	55
+ 12	+ 15	79	58
+ 16	+ 20	82	61
+ 24	+ 30	89	67

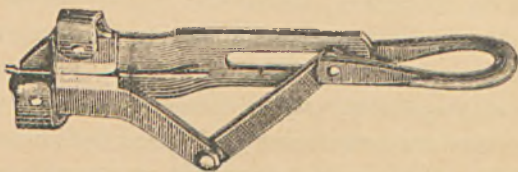


Fig. 83.

Aby regulować naprężenie drutów odznaczamy właściwą długość strzałki od końca długiego drążka za pomocą gwoźdźcia lub śruby i ustawiamy go pionowo w samym środku pomiędzy słupami, jak to wskazuje fig. 82, przyczem gwoźdźć powinien dotykać najniższego punktu drutu. Strzałka wtedy ma właściwą długość, gdy, patrząc z punktu *a*, widzimy jednocześnie punkt *b* i koniec drążka *c*.



Fig. 84.

76. **Linie podziemne.** W instalacjach większych (np. przy oświetleniu miast), a w wypadkach szczególnych i w mniejszych, linie zewnętrzne przeprowadzają się niekiedy pod ziemią. Biorą się do tego celu przewodniki kryte ołowiem, (§ 70 N<sup>o</sup> 5), który zabezpiecza je od wpływów wilgoci, lecz z drugiej strony należy i powłokę ołowianą zabezpieczyć od zniszczenia. Boi się ona przede wszystkim materji gnijących, np. gnijącego drzewa, korzeni traw i t. p., a także wapna i cementu.

*Linie podziemne układają się tak głęboko, by ich nie mogły osiągnąć korzenie. Dla uchronienia ich przed uszkodzeniem mechanicznem, np. przed uderzeniami lo-*



paty przy kopaniu ziemi, układa się nad nimi warstwa cegieł. W innych razach, gdy niebezpieczeństwo jest większe, np. na ulicach miast, używają się przewodniki, opancerzone wstęgami lub drutami żelaznymi (§ 70).

Przy użyciu przewodników, krytych ołowiem, pamiętać trzeba, że *przez otwarte końce łatwo przenika do wnętrza ich wilgoć*, w miejscach więc, gdzie przewodnik podziemny wystaje po nad ziemię i łączy się z przewodnikiem zwykłym, należy hermetycznie zatkać przedział pomiędzy powłoką ołowianą, a rdzeniem miedzianym. Ostrożność taka jest potrzebną i w czasie dłuższego przechowywania przewodników.

*Miejsca lutowania* izoluje się za pomocą grubej warstwy Chatterton-Compound (§ 71) i taśmy gumowej, następnie zaś owija blachą ołowianą, którą zlutowuje się w jedną całość z ołowianym pancerzem przewodnika. Jest to (jak również zamykanie końców) robota delikatna, wymagająca znacznej wprawy i umiejętności, fabryki też przewodników elektrycznych wydają specjalne instrukcje, opisujące szczegółowo każdą z wzmiankowanych czynności; do instrukcyi tych odsyłamy czytelnika po szczegóły.

Można unikać tych kłopotliwych czynności używając żelaznych skrzynek, specjalnie w tym celu budowanych. Skrzynka taka otacza hermetycznie miejsce połączenia, i zabezpiecza je kompletnie przed wilgocią i uszkodzeniem mechanicznem.

Uwagi powyższe dotyczą głównie lin grubszych, *przewodników cieńszych* najlepiej jest wcale pod ziemią nie łączyć. Można zawsze tak zadysponować kanalizację,

aby wszystkie połączenia wypadły po nad ziemią; chociażby wskutek tego wyszło znacznie więcej przewodników, urządzenie takie opłaci się zawsze.

**77. Instalacje wewnętrzne.** Istnieją rozmaite sposoby zaciągania przewodników w pomieszczeniach zamkniętych, czyli rozmaite systemy instalacyjne. Można je podzielić na dwa rodzaje, a mianowicie *systemy z przewodnikami odkrytymi*, i *systemy z przewodnikami zakrytymi*.

Do pierwszego z tych rodzajów należą: 1) umocowanie przewodników na rolkach i klamrach porcelanowych i szklanych, 2) przytwierdzanie przewodników wprost do ściany i 3) tak zwany „system Peschla” izolatorów obrączkowych.

Do rodzaju drugiego należą: 1) układanie przewodników w listwach drewnianych, 2) układanie przewodników pod tynkiem, 3) tak zwany „system Bergmana” rurk papierowych.

Wybierając z tych systemów najodpowiedniejszy do danego wypadku, kierować się należy rozmaitymi względami; a przede wszystkim bezpieczeństwem od pożaru, trwałością, stopniem izolacji i taniością. Przy instalacjach w lokalach ozdobnych przybywa jeszcze jeden wzgląd, któremu nieraz wypadnie poświęcić wszystkie powyższe prócz pierwszego, a mianowicie dobry wygląd.

Okazuje się nieraz dogodnym zastosować w jednej i tejsamej instalacji dwa lub więcej z systemów powyższych. Tak np. w eleganckiej sali można nieraz przewodniki główne przeprowadzić na rolkach lub w klamrach, ukrywając je za wystającym gzymsem, oddzielne zaś od-

nogi, idące do ramion i pajaków, muszą być ukryte pod tynkiem.

Z pomiędzy dwóch rodzajów, na jakieśmy podzielili sposoby zaciągania przewodników, pierwszeństwo stanowcze pod względem technicznym należy się pierwszemu, t. j. systemom z przewodnikami odkrytymi. Odznacza się on trwałością, prostotą i taniością. Przewodniki odkryte można poddawać peryodycznym rewizjom, i wszelkie miejsca uszkodzone lub podejrzane naprawiać, zanim uszkodzenie zacznie wywierać wpływ na palenie się lamp. W wypadku przewodników zakrytych dowiadujemy się o uszkodzeniu dopiero wtedy, gdy lampy przestały się palić, a przytem odszukanie miejsca uszkodzonego bywa nieraz trudnem. Z tych powodów należy, o ile można, stosować przewodniki odkryte, a tylko tam, gdzie to jest kompletnie niemożliwem, uciekać się do zakrytych.

**78. Przebijanie murów.** Gdzie wypadnie przeciągnąć druty przez ścianę, np. przy przejściu z zewnątrz do środka budynku, lub z jednej sali do drugiej, tam starać się należy, aby potrzebne otwory przenikały raczej drzewo (np. ramy drzwi i okien), niż mur. W większości wypadków jednak jest to niemożliwem, i wtedy wybija się w murze dla każdego przewodnika oddzielny otwór.

Do przebijania muru używa się często długiego żelaza, zakończonego trójkątnem ostrzem (zwanego *szlaborem*), które wbija się niezbyt silnemi uderzeniami młotka a jednocześnie za pomocą bocznej rękojeści obraca w otworze to w jedną to w drugą stronę.

Sposób ten zabiera wiele czasu i bardzo psuje mur, należy więc używać go tylko w tych razach, gdy nadzwyczajna grubość ściany nie pozwala uciec się do innego.

Daleko odpowiedniejszym do tegoż samego celu jest narzędzie, przedstawione na fig. 85. Jest to rurka zro-

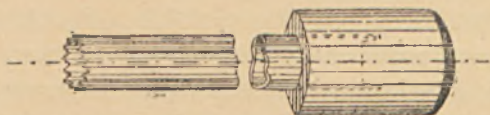


Fig. 85.

biona z blachy stalowej lub rury gazowej, z jednego końca zahartowana i opatrzona ząbkami, wygiętymi cokolwiek na zewnątrz tak, aby wybijany otwór był cokolwiek szerszy od samej rurki. Z drugiego końca osadza się główńia żelazna, przyjmująca uderzenia młotka i chroniąca narzędzie od zniszczenia. Sposób użycia taki sam, jak narzędzia poprzedniego.

Bardzo szybko wiercą się zupełnie gładkie i równe otwory za pomocą specjalnych *świdrów murowych*, zakończenia których różnej grubości przedstawia fig. 86. Świder taki osadza się w zwyczajnej korbie lub w specjalnej maszynie wiertniczej. Za pomocą świdra można przewiercić mur z czerwonej cegły metrowej grubości w niespełną minutę.

Przewodniki przy przejściu przez ścianę nie powinny wcale dotykać muru; dla tego też w otwory zakładają się rurki porcelanowe, kauczukowe, szklane lub papierowe.

Fig. 87 przedstawia przejście z zewnątrz do wnętrza budynku. Drut goły dochodzi do izolatora dzwonekowego,

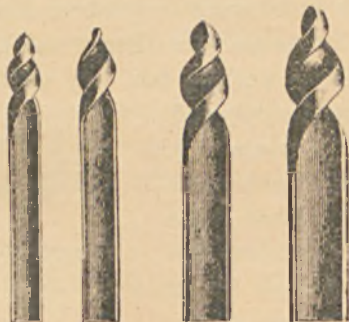


Fig. 86.

osadzonego tuż pod otworem; tutaj łączy się z nim drut dobrze izolowany, przechodzący następnie przez rurkę

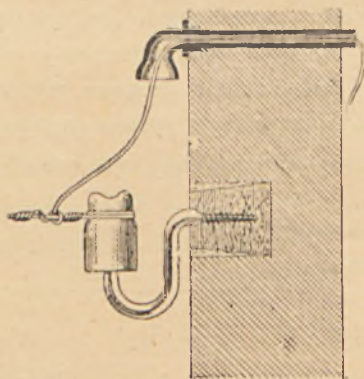


Fig. 87.

porcelanową, wygiętą w kształcie fajki; przy urządzeniu takim deszcz i wilgoć z zewnątrz nie mogą przenikać przez otwór.

Fig. 88 wyobraża obłożenie otworu w ścianie wewnętrznej. Na końcach jego wgipsowują się dwie gilzy porcelanowe, w które wsuwa się dobrze dopasowana rurka kauczukowa lub papierowa (Bergmanna). Otwór powinien być cokolwiek pochyły tak, aby zebrana w nim wilgoć mogła łatwo odpływać. Gdzie nie chodzi o elegancję, tam można się obyć bez gilyz końcowych, natomiast rurka kauczukowa lub szklana powinna wystawać ze ściany z obydwóch stron na  $\frac{1}{2}$  cm.

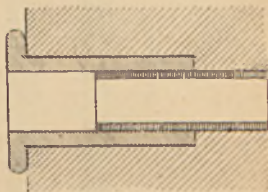


Fig. 88.

79. **Osadzanie kołków.** Celem umocowania na ścianach izolatorów, ochronników, ramion i t. d. osadzają się w murze kołki drewniane, do których następnie za pomocą śrub drewnych przytwierdzamy odnośne przedmioty. *Kołki mniejsze*, nie mające wytrzymywać zbyt wielkiej siły, osadzają się w sposób następujący \*).

Przedewszystkiem robimy w murze otwór za pomocą

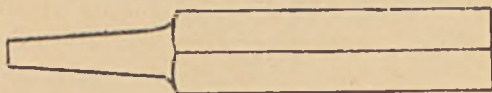


Fig. 89.

żelaza, przedstawionego na fig. 89. Jest to stożek stalowy z jednej strony ścięty oszlifowaną płaszczyzną,

\*) Wprowadzili w użycie Hartmann i Braun.

z drugiej zaś łączący się z czworokątną głównią. Uderzeniami ciężkiego młotka wbija się go w mur aż po głównię, a następnie za pomocą zwykłego klucza śrubowego skręca w otworze na pół obrotu. Obluzowane w ten sposób żelazko daje się łatwo wyjąć, pozostawiając zupełnie regularny otwór z gładkimi ścianami. Przy zachowaniu pewnych ostrożności nie wypada ztąd gruz ani pył, sposób więc ten jest szczególnie użyteczny na montażu w domach mieszkalnych.

W razie napotkania zbyt twardej cegły używa się żelazo ze stożkiem dłuższym, ściętym mniejszą powierzchnią.

W otwór, powstały w ten sposób, wbija się za pomocą paru mocnych uderzeń młotka kołek stożkowy, cokolwiek większy od stożka żelazka. Robota idzie tu bardzo szybko, i kolki takie trzymają dość mocno, aby przytwierdzać do nich rolki, klamry i nawet lekkie ochronniki.

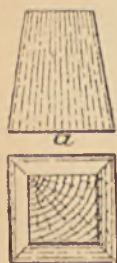


Fig. 90.

*Gdzie potrzebna jest większa siła, tam bierze się kołek przedstawiony na fig. 90. Wykonywa się najwprzód dłu-  
tem stalowem w murze czworokątny  
otwór, w który wgipsowujemy kołek,  
podstawą a zwrócony ku ścianie.*

80. **Rolki.** Przeciąganie przewodników na *rolkach* czyli *guzikach porcelanowych* jest najprostszym a zarazem najdoskonalszym technicznie systemem instalacyjnym, należy przeto stosować go wszędzie, gdzie

nie jest wymagana szczególna elegancja, a głównie w fabrykach.

*Biorą się tutaj przewodniki, izolowane gumą lub gutaperką, (§ 70); dostatecznym jest jednak, gdy materya izolująca w jednej tylko cienkiej warstwie otacza przewodnik. Izolacya cięższa jest potrzebna tylko w pomieszczeniach wyraźnie wilgotnych.*

Fig. 91 wskazuje sposób *przywiązywania przewodnika* na rolce. Robi się to za pomocą drutu żelaznego, cynkowanego, w miejscach zaś wilgotnych miedzianego grubości 1, 5 do 2 mm; końce jego skręcamy obcęgami tnąciami, jak to już opisaliśmy w § 76.

W punktach, gdzie się przewodniki krzyżują, dobrze jest używać *rolek podwójnych*, jak to przedstawiają figury 92 i 93. Jeden z krzyżujących się przewodników przy-

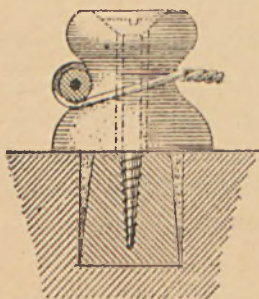


Fig. 91.

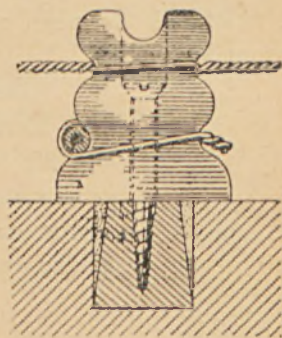


Fig. 92.

mocujemy w sposób zwykły do szyjki dolnej, drugi — do górnej, lub też wkładamy go w rówkę i przywiązujemy



tak, jak to wyobrażają obydwie figury; na fig. 92 widzimy tylko drut żelazny, odpowiednio założony na szyjkę, na fig. 93 zaś wiązanie skończone.

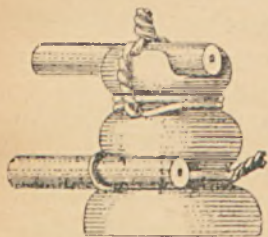


Fig. 93.

*Odnoga* może odejść tylko od rolki i tak być urządzoną, aby cały ciąg wytrzymała rolka, nie zaś drut.

*Odległość pomiędzy dwiema rolkami* sąsiednimi powinno wynosić 50 do 80 cm, pomiędzy zaś obydwoma dru-

tami — nie mniej od 3 cm.

W czasie *przywiązywania przewodnika* śrubę drewną należy cokolwiek obluźować, skutkiem czego ciąg drutu odehyli rolkę cokolwiek na stronę. Gdy następnie zamocujemy dobrze śrubę, rolka powróci do położenia właściwego, wyprężając lepiej przewodnik.

Jeżeli druty są niepogięte i dobrze wyprężone, guziki następują po sobie w linii prostej i w jednakowych odstępach, to instalacya taka sprawia dobre wrażenie i może być zastosowaną nawet w skromniejszych mieszkaniach, biurach, kantorach i t. d.

81. **Klamry.** Pod względem zalet technicznych nie ustępują rolkom klamry porcelanowe lub szklane (używane dawniej drewniane nie mają dziś racyi bytu), zastosowanie ich jednak wymaga bardziej starannej i umiejętnej roboty.

Klamry, napotykanne w handlu, posiadają bardzo rozmaite kształty i wielkości, można więc na nich prze-

ciągać druty cieńsze i grubsze. Wielkość ich powinna być tak dobrana, aby przewodniki trzymały się w nich mocno; jeżeli rowki są za wielkie, to obwijamy druty do odpowiedniej grubości taśmą izolacyjną.

Fig. 94 wskazuje sposób tworzenia *odnóg*. Na prawy przewodnik odnogi, krzyżujący się z dolnym linii głównej naciąga się rurkę gumową, aby wzmocnić izolację w punkcie skrzyżowania. Jeżeli rurka ta jest za luźną, to przywiązujemy ją na końcach cienkim drucikiem.

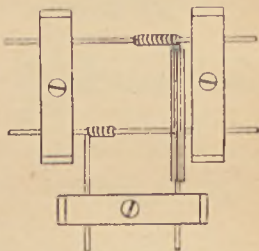


Fig. 94.

*Odległość pomiędzy dwiema kłamrami* powinna wynosić nie więcej od 50 cm.

Starać się należy, aby wszystkie kłamry były osadzone prosto i na jednej linii, gdyż każda niedokładność w tym względzie bardzo nieprzyjemnie rzuca się w oczy.

Szczególony rodzaj kłamer stanowią *rozetki porcelanowe*, służące do przeciągania linek podwójnych lub *sznurów dwubiegunowych*, skręconych z przewodników dodatniego i ujemnego, izolowanych najprzód gumą i oplecionych jedwabiem lub różnobarwną bawełną. Rozetka taka składa się z dwóch krążków dolnego i górnego; dolny posiada dwa rowki, w które wkładają się rozkręcone w tym miejscu przewodniki sznura, na to przychodzi krążek górny, i wszystko razem przytwierdza się do ściany (t. j. do kołka osadzonego w murze) gwoździkiem, lub lepiej jeszcze mosiężną śrubką drzewną. Urządzenie takie szczególnie nadaje się do *odnóg*, idących do ramion, pa-

jąków i świeczników w lokalach elegancko urządzonych. Jeżeli dobrać barwę sznura odpowiednio do barwy obicia, to przewodniki, przeciągnięte w ten sposób, nie oszpecą najpiękniejszego salonu.

82. **Przygważdżanie przewodników do ściany.** Ten system instalacyjny może być użyty tylko w lokalach kompletnie suchych, gdzie chodzi o to, aby uczynić przewodniki mało widocznymi. Ustępuje on pod względem trwałości i izolacji dwóm poprzedzającym, jednakże w wielu wypadkach należy mu oddać pierwszeństwo przed systemami o przewodnikach zakrytych ze względu na taniotę, prostotę, łatwość reperacji i rewizji. Praktyka zresztą okazała, że uprzedzenia, które dawniej pomiędzy elektrotechnikami przeciw niemu panowały, nie były uzasadnione, i że instalacje, według niego porządnie wykonane, niewiele pod względem trwałości pozostawiają do życzenia.

*Druty powinny być tutaj izolowane dwiema warstwami gumy; z tych wewnętrzna gra rolę właściwego izolatora, zewnętrzna zaś ma ochraniać pierwszą od wpływów wilgoci.*

Ponieważ *wapno psuje izolację* nie należy zatem używać tego systemu w lokalach, ściany których pociągnięte są wapnem. Nie jest też dobrze umieszczać przewodniki pod obiciem; lepiej przeciągnąć je po obiciu, można im natomiast nadać jego barwę za pomocą farby olejnej i w ten sposób uczynić mało widocznymi.

Często *przygważdżają druty do ściany* żelaznymi, cynkowanymi sztyftami, zgiętymi w formie litery U. Spo-

sobu tego unikać należy, gdyż zbyt łatwo przy nim ulega uszkodzeniu izolacja. Lepiej daleko używać w tym celu klamerki z blachy mosiężnej, których dwie rozmaite formy przedstawiają figury 95 i 96. Druty obwijają się przy tem stosownie wyciętym paskiem cienkiej czerwonej fibry, klamerka pierwsza (fig. 95) przygwaźdża się do ściany dwoma sztyftami, i druty leżą jeden tuż obok drugiego,

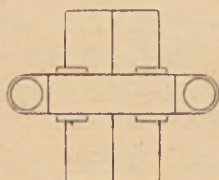
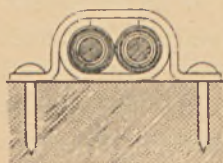


Fig. 95.

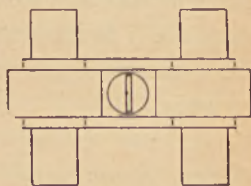
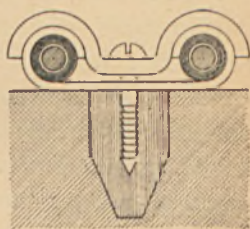


Fig. 96.

klamerka zaś figury 96 przytwierdza się do kolka śrubką drzewną, a pomiędzy drutami pozostaje odstęp na jakie  $\frac{1}{2}$  cm. Ten drugi rodzaj uważać należy za lepszy.

Napotykamy teraz w handlu i inne rodzaje klamerki, pozwalających osiągnąć porządną wygląd i trwałość przewodników.

*Odległość pomiędzy dwiema klamerkami* nie powinna być większą od 30 cm.

Ten system instalacyjny w połączeniu ze sznurami dwubiegunowymi, przytwierdzonymi za pomocą rozetek (§ poprzedzający) może być zastosowany w najbardziej eleganckich lokalach. Bardzo dobrze nadaje się w tym samym wypadku tak zw. „system Peschla” izolatorów obrączkowych. Nie podajemy tutaj jego opisu, odsyłając czytelnika do instrukcyi, wydanych przez firmę Hartmann i Braun (Bockenheim — Frankfurt nad Menem), która go wprowadziła w użycie.

83. **Listwy.** Biorą się tutaj druty, izolowane jedną lub nawet dwiema warstwami gumy lub gutaperki; przewodniki izolowane samą tylko bawełną, są tu najzupełniej niewłaściwe.

Listwy robią się z suchego drzewa olszowego lub bukowego, używane również często sosnowe wyglądają brzydko i podobno psują izolację.

Fig. 97 wyobraża najbardziej rozpowszechnioną formę listwy. Składa się ona ze spodu i wieczka. W spo-

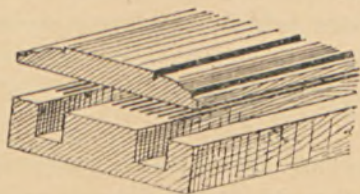


Fig. 97.

dzie widzimy wycięte dwa rowki na przyjęcie drutów; głębokość ich powinna być cokolwiek większą od szerokości, aby druty nie wystawały po nad powierzchnię

spodu. Najlepiej jest, jeżeli przewodnik dość ciasno wchodzi w rowek, że jednak trudnem byłoby mieć tyle różnych wielkości listew, ile używamy rozmaitych grubości drutów, warunek ten przeto najczęściej wypełnionym nie bywa.

*W miejscach, gdzie przewodniki skrecają* pod kątem prostym, ścinamy listwy ukośnie pod kątem  $45^{\circ}$ , ostre kanty rowków należy przy tem zaokrąglić, aby następnie nie uszkodzić izolacyi.

*Spody przymocowują się* śrubami drzewnymi do kołków, mocno osadzonych w murze. Śruby z wpuszczanymi łebkami przechodzą przez przedział pomiędzy rowkami. Kołki stożkowe, opis których podaliśmy w § 79, można używać tylko do listew bardzo małych, do większych koniecznie brać potrzeba kołki czworokątne duże, mocno wgipsowane. Odległość pomiędzy dwoma kołkami nie powinna przenosić 50 cm.

Zbytecznem a nawet szkodliwem byłoby *przymocowywać* w jakibądź sposób *przewodniki do listew*. Co powyżej można je przytwierdzić prowizorycznie małymi ćwieczkami, które jednak wyjmują się przed założeniem wieczek. *Wieczka przykręcają się* śrubami drzewnymi o łebkach okrągłych; gwoździ w tym celu używać nie należy.

*Odnogi* tworzą się w sposób następujący. Dajmy na to, że od listwy, biegnącej poziomo po ścianie pionowej, ma pójść odnoga na dół. Dla przewodnika jej, połączonego z drutem dolnym linii głównej, wycinamy w dolnej ścianie spodu odpowiednio głęboki rowek; przewodnik drugi odnogi oddzielamy od dolnego głównego

kawałkiem cienkiej czerwonej fibry, i wycinamy dlań rowek w wieczku. Wszystko powinno być tak urządzone, aby wieczko łatwo i dobrze do spodu przystawało.

Tylko co opisany system instalacyjny był dawniej bardzo rozpowszechniony, obecnie jednak co raz bardziej wychodzi z użycia, gdyż praktyka okazała, że tkwi w nim niebezpieczeństwo pożaru. Wewnątrz listew łatwo zbiera się wilgoć, która niszczy najprzód izolację, następnie zaś wywołuje utlenianie się miedzi. W miejscu, gdzie to nastąpiło, drut staje się coraz cieńszy, skutkiem czego ogrzewa się pod wpływem prądu, co jeszcze przyspiesza rozpoczęty proces chemiczny. Nareszcie grubość przewodnika tak dalece się zmniejsza, że prąd rozżarza go, a od tego zajmują się listwy \*). W lokalach wilgotnych i przy słabej izolacji przewodników wypadek taki może nastąpić bardzo prędko, w lokalach suchych i przy mocnej izolacji nastąpi daleko później, ale nastąpić może zawsze, żadne bowiem przewodniki nie będą trwały wiecznie

---

\*) Pomiędzy elektrotechnikami rozpowszechniony jest inny pogląd na to zjawisko. Sądzą mianowicie, że prąd przechodzi wprost z jednego przewodnika na drugi przez zwilgotniałe drzewo listwy, a skutkiem tego wywołuje się tyle ciepła, że listwa się zapala. Objaśnienie to wydaje mi się ze względów, których tu wyluszczać nie będę, nieracjonalnem. Na objaśnienie, podane w tekście, samo przez się bardziej prawdopodobne, naprowadziło mnie zbadanie kilku wypadków zapalenia się listwy; okazywało się zawsze, że jeden z drutów był w tem miejscu mocno utleniony, w innych zaś miejscach teje instalacji, druty przetleniały się kompletnie, nie wywołując jednak zapalenia się listew.

i prędzej czy później muszą uleść przynajmniej częściowemu zniszczeniu.

Ze względów powyższych należałoby systemu tego zaniechać zupełnie.

84. **Przewodniki pod tynkiem.** Wewnątrz muru można układać tylko przewodniki kryte ołowiem (§ 82), że jednak ołów boi się wapna i cementu, urządzić więc tak wszystko należy, aby nigdzie nie stykał się z temi ciałami. Pewne niebezpieczeństwo dla przewodników, ułożonych pod tynkiem, stanowią gwoździe i haki, wbijane w ścianę w rozmaitych celach. Przeciwno temu można się zabezpieczyć za pomocą skrawków blachy żelaznej, umieszczonej po nad drutami.

W przewodnikach cienkich, krytych ołowiem, bardzo jest trudno przywrócić *powłokę ołowianą w miejscach lutowania*. Aby trudności tej uniknąć, uciekają się do dyspozycyi następującej. W każdym pokoju, najczęściej w rogu wmurowywa się spora skrzynka drewniana. Do niej wchodzi przewodniki główne, i stąd rozbiegają się wszystkie odnogi do oddzielnych ramion, pajaków, świeczników i t. d. W taki sposób wszystkie miejsca lutowania znajdują się w skrzynce, otoczone powietrzem i łatwo dostępne, zabezpieczać je przeto ołowiem niema potrzeby. W tejsze skrzynce można umieszczać i ochronniki.

Pamiętać należy o własności przewodników, krytych ołowiem, wciągania w siebie wilgoci, na co już zwracaliśmy uwagę w § 76, *końce zatem powinny być hermetycznie zamknięte* według instrukcyi, wydanej przez fabrykę.



Ponieważ system ten pomimo wysokich kosztów okazał się w praktyce mało trwałym, zatem od lat paru coraz mniej stosowanym bywa.

Również kosztowny, ale znacznie trwalszy, jest tak zwany „system Bergmana”, układania przewodników pod tynkiem w rurach papierowych. Opis jego znajdzie czytelnik w instrukcyi wydanej przez fabrykę S. Bergmann i S-ka w Berlinie.

## Części dodatkowe.

85. **Ramiona i zawieszenia do żarówek.** Osady żarówek (§ 36) wkręcają się najczęściej na końcu ramion lub zawieszceń. *Ramię* jest to rurka zgięta w formie litery S lub inaczej i opatrzona z jednej strony rozetką, którą przytwierdza się do ściany pionowej. Jedno ramię dźwiga niekiedy dwie lub więcej lamp, mówimy więc o *ramionach podwójnych, potrójnych* i t. d.

*Zawieszenie* składa się z rurki prostej żelaznej lub mosiężnej, przytwierdzonej za pomocą rozetki lub uszka do sufitu. Zawieszenie, zbudowane na kilka lub więcej żarówek, nazywamy *żyrandolem* lub *pajakiem*.

Zarówno ramię, jak i zawieszenie, powinny być dobrze *izolowane od ziemi*, w razie bowiem przeciwnym łatwo może tu powstać połączenie kanalizacji z ziemią, pociągające za sobą stratę prądu (§ 67). Czynimy zadość przepisowi temu w sposób następujący. Do kolka mocno osadzonego w murze, przytwierdza się najprzód za pomocą

śruby drzewnej rozetka porcelanowa lub drewniana, a do tej dopiero przykręcamy rozetkę ramienia lub zawieszenia krótkimi śrubkami, niedotykającymi muru. Zawieszenie zresztą wychodzi zwykle już z fabryki izolowane od swej rozetki lub uszka. Po ukończeniu montażu należy zawsze sprawdzić, czy się pomimo ostrożności połączenie z ziemią nie utworzyło.

Rurka ramienia lub zawieszenia nie powinna mieć wewnątrz żadnych kantów ostrych, inaczej bowiem izolacya przeciąganych przez nią drutów łatwo może uleść uszkodzeniu. Biorą się tu *druty mocno izolowane* gumą; najodpowiedniejszymi są sznury dwubiegunowe ze względu na ich giętkość. Rurka musi być dostatecznie obszerną, aby druty wchodziły w nią luźno, gdyż inaczej trudno uniknąć skaleczenia izolacyi. Przed wciąganiem przewodników dobrze jest wdmuchnąć w rurkę proszek talku. Najczęściej ramiona i zawieszenia wychodzą już z fabryki z założonymi drutami; wtedy przed montażem należy się przekonać, czy pomiędzy już założonymi przewodnikami a rurką niema połączenia elektrycznego.

Prócz zawieszzeń i ramion używają się jeszcze rozmaite inne sposoby oprawiania żarówek.

W fabrykach np. często *zawieszają się lampy na drutach* doprowadzających prąd, zwiniętych spiralnie. Druty te powinny być dobrze izolowane i nie cieńsze od  $1\frac{1}{2}$  mm, gdyż inaczej spiralna łatwo się rozwinie; sposób ten zresztą może być zastosowany tylko do lekkiej armatury lampy. Baczycie przy tem należy, aby druty były dobrze umocowane u sufitu i u żarówki. Dogodność zawie-

szenia takiego polega na tem, że żarówka może zmieniać położenie w przestrzeni i mniej obawia się uderzeń z boku.

Lepiej niż na drutach pojedynczych zawieszać lampy na sznurze *dwubiegunowym*, którego obydwaj przewodniki zawierają się we wspólnej powłoce bawelnianej lub jedwabnej. Daje się tu zastosować z korzyścią przyrządek przedstawiony na fig. 98. Jest to rodzaj rurki, w górnej części której zaciska się sznur, do dolnej zaś przykręca osada. W ten sposób lampa wisi nie tylko na drutach, lecz i na izolacyi.



Fig. 98.

86. **Przystosowanie pajaków gazowych do elektryczności.** Zdarza się nieraz, że zaprowadzając światło elektryczne pragniemy zachować już istniejące urządzenia gazowe, a szczególnie pająki. Ponieważ system rur gazowych jest w bardzo dobrem połączeniu z ziemią, przystosowując więc pająk gazowy do elektryczności, należy przedewszystkiem *odizolować go elektrycznie od reszty rur*. Można to łatwo uczynić za pomocą tak zwanej *tarczy izolacyjnej*, przedstawionej na fig. 99. Składa się ona z dwóch części, przedzielonych krążkiem gumowym; górna łączy się z rurami, do dolnej przykręca się pająk.

Jeżeli gaz ma być kompletnie zarzucony, to palniki wykręcamy a na ich miejsce dajemy zakończenia,

przedstawione na fig. 100; na gwint wkręca się osada, zaś przez otwory boczne wchodzi przewodniki. Chcąc i na przyszłość pozostawić sobie możliwość korzystania z gazu, bierzemy zamiast tego zakończenie, przedstawione na fig. 101, które przytwierdza się do palnika z boku.

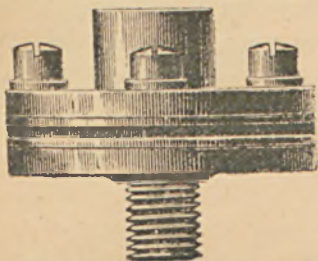


Fig. 99.

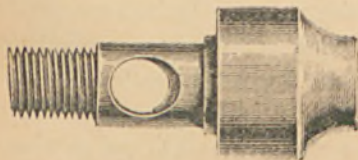


Fig. 100.

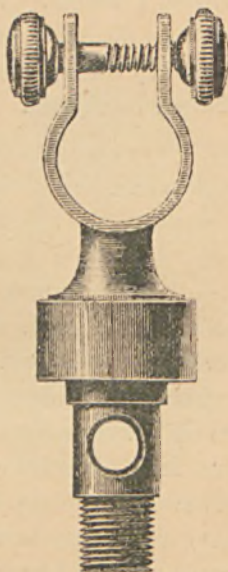


Fig. 101.

Jeżeli z jakiego bądź względu niemożna izolować całego pająka, to dobrze jest *izolować* przynajmniej *osady*. W tym celu w zakończeniach, przedstawionych na figurach 100 i 101, gwinty są oddzielone od części grubszej krążkiem twardego kauczuku.

*Prąd doprowadza się tutaj do lamp za pomocą sznurów dwubiegunowych. Niekiedy zależnie od formy i wysokości pająka można przeprowadzić sznury wprost od sufitu do lamp, i to jest sposób najlepszy, w większości wszakże wypadków, potrzeba je przymocować do rury głównej i ramion. W tym celu owijamy rurę taśmą izolacyjną, do tego przykładamy sznur, owijamy jeszcze kilka razy taśmą i wszystko to razem otaczamy obręczką z blachy mosiężnej.*

*Wystających ostrych części pająka sznury nie powinny dotykać, lecz obchodzić je w swobodnym łuku.*

87. **Armatura żarówki.** Aby skierować światło żarówki ku dołowi, nakłada się na nią *reflektor* stożkowy. Gdzie nie chodzi wcale o oświetlenie sufitu, jak np. w fabrykach, tam bierzemy reflektory blaszane, emaliowane lub niklowane wewnątrz, jeżeli zaś część światła ma padać i na sufit, to stosownymi będą reflektory porcelanowe. Blaszane zakładają się zwykle wprost na osadę, porcelanowe zaś oprawiamy w *szpony*, których dwa rodzaje przedstawiają figury 102 i 103. W takie lub podobne szpony oprawiają się i rozmaite klosze, tulipany i t. d.

Tam, gdzie istnieje szczególne niebezpieczeństwo pożaru lub eksplozyi, jak we młynach, niektórych fabrykach chemicznych, prochowniach i t. d., a także w pomieszczeniach, napelnionych wciąż parą wodną *zamyka się żarówkę w bani szklanej*, połączonej hermetycznie z blaszanym daszkiem i z rurą zawieszenia lub ramienia.

Armaturę taką przedstawia fig. 104. Aby nie dopuścić gazów wybuchowych lub materji zapalnych do środka rury, gdzie mogą w pewnych okoliczność powstawać iskry, zalewa się ją po wprowadzeniu przewodników siarką, lub zatyka szczelnie kawałkiem wosku.

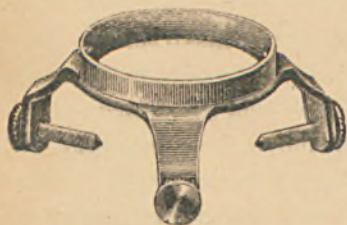


Fig. 102.

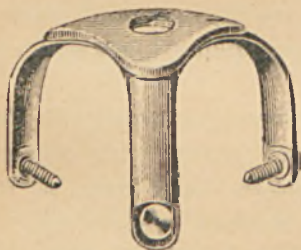


Fig. 103.

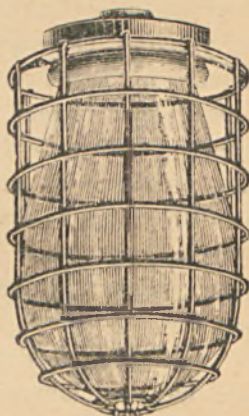


Fig. 104.

Na fig. 104 banię szklaną otacza jeszcze siatka druciana; urządzenie to wtedy znajduje zastosowanie, gdy lampa wskutek swego położenia jest wystawioną na uszkodzenia mechaniczne.

88. Części dodatkowe do lampy łukowej. Ponieważ w lampie łukowej potrzeba co pewien przeciąg czasu

zmieniać węgle, należy ją przeto zawiesić w taki sposób, aby czynność tę dogodnie było uskutecznić. Po większej części w tym celu lampa spuszcza się na dół na wysokość  $1\frac{1}{2}$  metra od ziemi do czego służą urządzenia rozmaite.

W fabrykach znajduje nieraz zastosowanie sposób następujący. U sufitu przytwierdzają się dwa bloki, jeden tuż nad lampą drugi zaś gdzieś blisko ściany. Przez nie przerzuca się linka, na jednym końcu której zawieszamy lampę, na drugim zaś stosowną *przeciwagę*. Tak lampa, jak i przeciwaga powinny mieć u dołu uszy, aby je można było zciągać na dół za pomocą drążka, zaopatrzonego w hak na końcu. Jeżeli lampa wisi bardzo wysoko, to można do niej i do przeciwagi przyczepić po kawałku sznura z kólkami żelaznymi na końcu, za które zaczepia się hakiem. Przed założeniem bloków należy je dobrze naoliwić, gdyż później trudno bywa się do nich dostawać.

Lepiej jest zamiast przeciwag zastosowywać *windy*, jakie niektóre fabryki budują specjalnie do tego celu. Wskutek złego położenia bloków linka może się trzeć tutaj o oprawę windy i być narażoną przez to na rychłe zniszczenie; przy montażu zwrócić należy na ten punkt szczególną uwagę.

W obydwóch tylko co opisanych wypadkach do zawieszenia lampy brać potrzeba giętką *linkę stalową*, nie zaś konopną. *Doprowadzają prąd* dwie giętkie dobrze izolowane linki miedziane, przytwierdzone do dwóch rolek porcelanowych niedaleko od lampy; długość ich powinna być taka, aby przy najniższem położeniu lampy jeszcze zwisały swobodnie.



Fig. 105 przedstawia dogodny sposób zawieszenia lampy na środku ulicy. Widzimy tutaj dwa słupy wko-pane na brzegach ulicy, prawy z nich dźwiga ramię że-lazne, długość którego odpowiada rozmiarom lampy, i do tego ramienia przymocowaną jest linka stalowa, która idzie następnie do słupa lewego i, przebiegłszy tutaj przez blok, kończy się w windzie. Do linki tej w samym środku

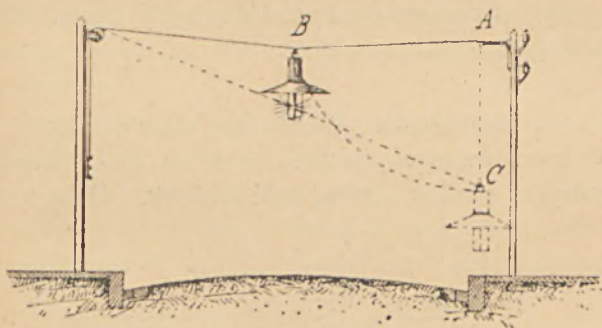


Fig. 105.

ulicy przywiązuje się miękkim drutem żelaznym lampę. Jeżeli odkręcimy windę, to lampa, zatoczywszy w powietrzu łuk około punktu A, dochodzi do położenia na brzegu ulicy oznaczonego linią kreskowaną, gdzie można swobodnie zmieniać węgle bez względu na ruch uliczny.

Ponieważ  $AC = AB$ , przeto wysokość słupów po nad ziemią powinna być równą połowie odległości pomiędzy nimi  $+ 1\frac{1}{2}$  metra. Prąd doprowadza się za pomocą dwóch linek, umocowanych do izolatorów dzwinkowych, które widać u prawego słupa.

Urządzenie powyższe może być z korzyścią zastosowanem i w wysokich pomieszczeniach fabrycznych, gdzie wypada zawiesić lampę po nad maszynami, utrudniającemi dostęp do niej.

W elegancko urządzonych, wysokich salach, gdzie windy, linki i t. d., brzydko by wyglądały, stosowują się specjalnie bloki złożone, których sznury służą zarazem do przeprowadzania prądu. W salach niskich zawieszają się lampy nieruchomo, i do zmiany węgla trzeba używać składanej drabinki podwójnej.

89. **Ochronniki.** Wyobraźmy sobie odnogę *B*, (fig. 106) wychodzącą w punktach *a* i *b* od linii głównej *A*, i zasilającą prądem pewną ilość żarówek. Dajmy na to,

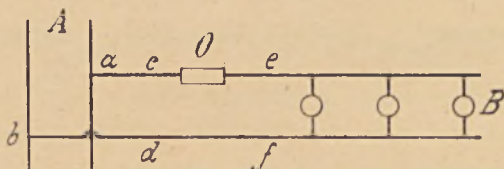


Fig. 106.

że z jakiej bądź przyczyny przewodniki odnogi zetknęły się z sobą w punktach *e* i *f*, i powstało w ten sposób tak zw. *połączenie krótkie*; może ono spowodować bardzo nie-miłe następstwa.

Prąd elektryczny, znajdując pomiędzy punktami *e* i *f* opór bardzo słaby, wzrasta do wysokiego natężenia w części linii głównej pomiędzy maszyną i punktami *a* i *b*, a także w odnodze pomiędzy *ab* i *ef*. Pod działaniem

tego silnego prądu druty odnogi się topią, druty zaś linii głównej, jako grubsze prawdopodobnie tylko rozpalą się do takiej temperatury, że izolacya ich ulegnie zniszczeniu. Raptowne wzmożenie się prądu może wywołać także zawikłania w działaniu maszyny, jak np. spadnięcie lub zerwanie się pasa.

Widzimy z powyższego opisu, że połączenie krótkie nie zagraża wcale lampom. Cały prawie prąd, istniejący w odnodze *B*, przepływa teraz przez *ef*, Żarówki zaś, pozostawszy prawie wcale bez prądu, gasną, lecz nie podlegają uszkodzeniu.

Aby krótkie połączenie nie mogło sprowadzić wyżej opowiedzianych następstw, w jeden z przewodników odnogi włącza się szczególny przyrząd *O*, zwany *ochronnikiem*. Ma on za zadanie przerwać prąd w chwili, gdy natężenie jego stanie się już niebezpiecznym dla całości przewodników.

Jak widzimy z uwagi poprzedzającej, *ochronnik nie ochrania wcale żarówek*, gdyż te ochrony tej nie potrzebują. Im zagraża, jak wiemy (§ 32), jedynie tylko podniesienie się, nawet niewielkie, napięcia maszyny, które wywołuje jednak tak nieznaczny wzrost siły prądu, że ochronniki skutkiem tego jeszcze funkcyonować nie mogą i nie powinny; od tego chronić może jedynie tylko należyte regulowanie maszyny.

Urządzenie ochronnika jest w ogólnych zarysach następujące. Do podstawki porcelanowej lub kamiennej są przymocowane dwie odpowiednio wyrobione i izolowane od siebie spojki mosiężne; do nich przytwierdzają się za pomocą śrub końce rozciętego w którym bądź miej-

scu przewodnika. Ponieważ pomiędzy spójkami niema połączenia, obwód przeto elektryczny jest w tem miejscu przerwany, i prąd przepływać nie może. Aby obwód przywrócić wprowadza się pomiędzy spójki kawałek drutu, lub blaszki ołowianej, cynowej, lub w ogóle z jakiegobądź łatwotopliwego metalu \*). Gdy prąd zbyt wzrośnie połączenie takie topi się, i prąd zostaje przerwany. Cały przyrząd ten przykrywa się wieczkiem metalowem lub porcelanowem, które nie dozwala roztopionemu metalowi przyskać na zewnątrz.

90. **Wielkości ochronników i ich stosowanie.** Na ochronnikach i połączeniach ołowianych do nich, rozpowszechnionych w handlu, bywa zwykle wypisana liczba amperów, lecz na nieszczęście w większości wypadków nie powiedziano, co to właściwie oznacza. Jeżeli np. stoi 10 amp., to nie wiemy, czy ochronnik ma ochraniać przewodnik, w którym prąd wynosi 10 amp., działa zaś dopiero przy prądzie znacznie wyższym np. przy 20 Amp.— czy też ołów topi się już przy 10 Amp., przyrząd zatem ma służyć do ochrony przewodników, w których prąd normalny wynosi 5 Amp.

Aby właściwie stosować różne wielkości ochronników, monter musi wiedzieć *przy jakich nateżeniach prądu połączenia ich się topią*, i należy koniecznie dojść tego,

---

\*) Byłoby zresztą możliwem zastosowanie w ochronnikach i metalów trudno topliwych. Preece np. zaleca do tego celu platynę, w ostatnich czasach wchodzi w użycie srebro.

czy to zapytując w fabryce, czy też czyniąc samemu odpowiednie doświadczenia. Będziemy nazywali ochronniki, połączenia których topią się przy 5, 10, 20 i t. d. amperach pięcio-amperowymi, 10-amperowymi, 20-amperowymi i t. d.

Przykład następujący okaże, jak się kierować należy przy wyborze wielkości ochronników. Dajmy na to, że mamy wybrać ochronnik dla odnogi, utworzonej z drutu o przekroju  $5 \text{ mm}^2$ , obciążenie którego wynosi 1 amp., prąd więc normalny jest równy  $1 \times 5 = 5 \text{ amp.}$

Jeżeli prąd w tej odnodze wzrośnie do natężenia podwójnego, t. j. do  $5 \times 2 = 10 \text{ amp.}$ , to mamy prawo przypuszczać, że zaszły jakieś zawikłania, zagrażające prawidłowemu funkcyonowaniu instalacyi, nie już przeto nie tracimy, oddzielając odnogę od reszty sieci. Wynika z tego, że możemy użyć ochronnik 10 amperowy.

Wiemy z § 60, że normalne obciążenie drutu 5 milimetrowego może dochodzić do 3,5 amp., prąd więc normalny do  $3,5 \times 5 = 17,5 \text{ amp.}$ ; nie byłoby to jednak jeszcze wcale groźnem, gdyby chwilowo prąd wzrósł do natężenia podwójnego t. j. do  $17,5 \times 2 = 35 \text{ amp.}$  Widzimy zatem, że i ochronnik 35 amp. zapewniałby jeszcze kompletne bezpieczeństwo odnodze.

Z uwag powyższych wynika, że w danym wypadku możemy wybrać jakikolwiek ochronnik byle nie mniejszy od 10 amperowego i nie większy od 35 amperowego. W ogólności *ochronnik powinien działać przy prądzie nie słabszym od podwójnego normalnego i nie silniejszym od podwójnego dozwolonego (według § 60).*

Jeżeli przewidujemy, że z odnogą w przyszłości będą połączone nowe lampy, to wybieramy ochronnik możliwie duży, t. j. bliski wyższej granicy, jeżeli zaś ilość lamp nie może być powiększoną, to bierzemy ochronnik mały t. j. bliski granicy niższej.

Prąd w *lampie tukowej* zaraz po zapaleniu jest zwykle daleko silniejszym od normalnego, ochronnik więc w jej odnodze powinien działać przy prądzie nie słabszym od potrójnego normalnego, inaczej bowiem odnoga mogłaby zostać wyłączoną wtedy, gdy to jest ani potrzebne, ani pożądanem.

**91. Rozkład ochronników.** Jeżeli na fig. 106 krótkie połączenie nastąpi pomiędzy punktami *e* i *f*, t. j. leżącymi za ochronnikiem *O*, to wzmocniony prąd musi przezeń przepływać, ochronnik więc będzie działał. Gdyby jednakże połączenie takie utworzyło się pomiędzy *c* i *d*, t. j. przed *O*, w takim razie prąd omijał by ochronnik, i ten na nie by się nie przydał. Wynika ztąd, że *ochronnik włączać należy w samym początku odnogi* t. j. zaraz za punktem *a*. Uwaga ta jest bardzo ważną, wielu bowiem monterów, sądząc, że ochronniki służą do zabezpieczenia żarówek, umieszcza je tuż przed lampami.

Jak powinny być rozłożone ochronniki w kanalizacji, objaśni nas przykład następujący. Na fig. 107. widzimy część kanalizacji, składającą się z linii głównej *A* i odnog *A<sub>1</sub>* i *A<sub>2</sub>*. Układ ochronników *O*, *O<sub>1</sub>*, *O<sub>2</sub>* i szereg ochronników *O<sub>3</sub>* (do każdej żarówki po jednym), jak to przedstawiono na figurze, kompletnie zabezpiecza instalację przed skutkami krótkich połączeń.

Gdyby nastąpiło krótkie połączenie w odnodze której bądź żarówki, to działa odpowiadający jej ochronnik  $O_3$ , wskutek czego lampa gaśnie, lecz wszystkie inne palą się, jak dawniej; krótkie połączenie pomiędzy głównymi przewodnikami odnogi  $A_2$  sprowadza działanie ochronnika  $O_2$ ; cała odnoga  $A_2$  zostaje odcięta, lecz reszta instalacji funkcjonuje dalej. Tak samo  $O_1$  zabezpiecza przewodniki

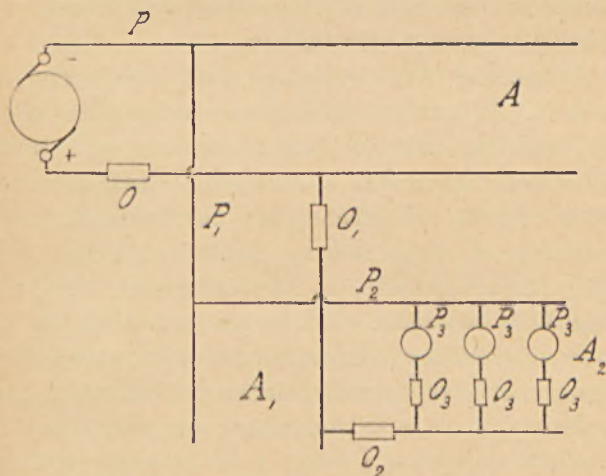


Fig. 107.

główne odnogi  $A_1$  i w razie działania oddziela  $A_1$  i  $A_2$ , wreszcie  $O$  ochrania przewodniki główne  $A$  i może zagasić wszystkie lampy. Widzimy z tego, że prąd do lamp w  $A_2$  przepływa przez 4 ochronniki  $O$ ,  $O_1$ ,  $O_2$  i  $O_3$ .

Na fig. 106 ochronniki są umieszczone tylko w przewodniku dodatnim, zobaczymy jednak niżej, że kompletne bezpieczeństwo osiągamy dopiero wtedy, gdy włączymy

ochronniki takie i w odpowiadające miejsca przewodnika ujemnego, a więc w  $P$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  i  $P_3$ . Zwykle ochronniki włączone w odpowiadających sobie miejscach obydwóch przewodników, mieszczą się na wspólnej podstawie i tworzą t. zw. *ochronnik dwubiegunowy*, te zaś, o których była mowa dotychczas, t. j. ubezpieczające jeden tylko przewodnik, nazywamy *jednobiegunowymi*. Jeżeli użyjemy ochronników dwubiegunowych, to prąd do żarówek w  $A_2$  przechodzi aż przez 8 ochronników.

Urządzenie takie zawiera w sobie jedną ważną niedogodność. W każdym ochronniku ma miejsce pewna strata napięcia, która w przyrządach dobrych wynosi mniej więcej 0,1 wolta, w gorszych jednak może być znacznie większą. W ośmiu przeto ochronnikach, o których tylko co była mowa, strata napięcia będzie  $= 0,1 \times 8 = 0,8$  wolta, co w instalacjach 110 woltowych posiada znaczenie. Z powyższego wynika, że jeżeli tylko można zmniejszyć liczbę ochronników, nie narażając tem bezpieczeństwa instalacji, to uczynić zawsze wypada.

Dajmy na to, że w kanalizacji, fig. 107, obciążenie przewodników wynosi 1 amp., i że przekrój głównych drutów odnogi  $A_2 = 5 \text{ mm}^2$ , odnogi zaś  $A_1 = 10 \text{ mm}^2$ , natężenie prądu zatem w  $A_2 = 5$ , w  $A_1 = 10$  amperom. Jeżeli ochronnik  $O_1$  weźmiemy nie mniejszy od 20 amperowego i niewiększy od 35 amperowego, to obydwie odnogi  $A_2$  i  $A_1$  będą przeczeń dostatecznie zabezpieczone, stosownie do § poprzedzającego, i  $O_2$  można będzie opuścić. Urządzenie takie byłoby o tyle tylko gorszem od poprzedniego, że połączenie krótkie pomiędzy przewodnikami głównymi odnogi  $A_2$ , pociąga za sobą za-



gaśnięcie wszystkich lamp, połączonych z  $A_1$  wtedy, gdy tam gasły tylko lampy odnogi  $A_2$ . Ze jednak połączenie krótkie pomiędzy przewodnikami głównymi odnogi jest wypadkiem bardzo mało prawdopodobnym, powyższa niedogodność zatem nie wiele posiada znaczenia.

Można byłoby także, pozostawiając ochronniki  $O_1$  i  $O_2$ , opuścić wszystkie  $O_3$ . Wtedy krótkie połączenie w odnodze której bądź żarówki sprowadzałoby działanie ochronnika  $O_2$  a zatem zgaśnięcie wszystkich lamp odnogi  $A_2$ . Urządzenie takie jest gorszem od poprzedzającego, gdyż *krótkie połączenia tworzą się najczęściej w osadach żarówek*. W praktyce jednak po większej części kilka lamp otrzymują jeden ochronnik wspólny, niekiedy jest to nawet koniecznem, np. przy montażu pająka, pamiętać jednak wypada, że lepiej jest oszczędzać na ochronnikach większych, jak  $O_1$  i  $O_2$  (fig. 107), niż na małych, jak  $O_3$ .

Każda *lampa lukowa* w instalacji 65 woltowej, lub każdy szereg lamp lukowych przy napięciach wyższych otrzymuje ochronnik oddzielny. Jeżeli wszystkie lampy są połączone w jeden szereg, to ochronniki są zupełnie zbyteczne.

92. **Ochronniki w kanalizacji zamkniętej.** Niech będzie kanalizacja zamknięta fig. 108 (na str. 192) z dwoma punktami dopływu A B. Widzimy z fig., że część czworoboku ACB jest zabezpieczona z dwóch stron ochronnikami  $O_1$  i  $O_2$ , również ADB — ochronnikami  $O_3$  i  $O_4$ . Gdyby utworzyło się połączenie krótkie pomiędzy przewodnikami głównymi np. pierwszej z nich, to działają oby-

dwa ochronniki  $O_1$  i  $O_2$ , i cała część ACB zostaje odcięta, zaś ADB może funkcjonować w dalszym ciągu.

Cheąc jeszcze bardziej ograniczyć odciętą część sieci, należałoby wstawić jeszcze ochronniki w punktach C i D. W takim razie krótkie połączenie w części AC sprowadza odcięcie tylko jej samej, reszta zaś t. j. CBDA funkcjonuje dalej. Ochronnik w C musi być jednak mniejszy od  $O_1$  i  $O_2$ , inaczej bowiem zamiast w nim może stopić się ołów w  $O_2$ , i cała połowa ACB zostanie odcięta.

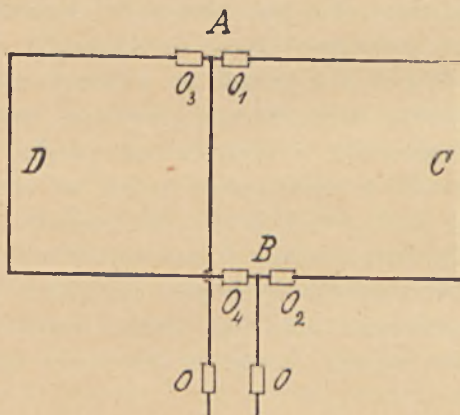


Fig. 108.

Ponieważ krótkie połączenie pomiędzy przewodnikami głównymi jest wypadkiem bardzo rzadkim (jak to już zauważyliśmy w § poprzedzającym), w instalacjach przeto mniejszych, montowanych starannie, można opuścić ochronniki w C i D, a nawet  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  i  $O_4$ , należy natomiast zabezpieczyć wszystkie odnogi, a także grupy lamp lub lampy oddzielne.

Przewodniki dopływowe otrzymują zawsze oddzielne ochronniki  $O$ , które powinny być większe od każdego z ochronników  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  i  $O_4$ ; jeżeli te ostatnie opuszczamy, to  $O$  tak należy obrachować, aby przez nie były bronione i przewodniki czworoboku.

93. **Ochronniki jedno i dwubiegunowe.** Wiemy już z § 91 o różnicy pomiędzy ochronnikami jedno i dwubiegunowymi, przykład następujący wyjaśni nam znaczenie tych ostatnich.

Na fig. 109 widzimy część kanalizacji, t. j. linię główną i dwie małe odnogi  $A$  i  $B$ , idące każda do trzech

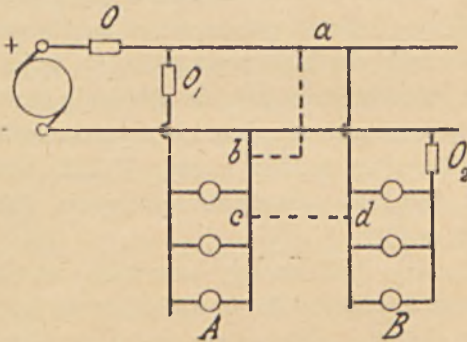


Fig. 109.

lamp. Użyte tu zostały ochronniki jednobiegunowe,  $O$ ,  $O_1$  i  $O_2$ . Dajmy na to, że utworzyło się połączenie pomiędzy punktami  $a$  i  $b$  za pośrednictwem rury gazowej, lub innej metalowej części gmachu. Powinien teraz działać  $O$ , lecz ponieważ jest to ochronnik duży, służący do

zabezpieczenia linii głównej, zanim więc olów jego się stopi, już ujemny przewodnik odnogi A może się rozpaść i uszkodzić izolację. Nie byłoby to możliwem, gdybyśmy zamiast jednobiegunowych wzięli ochronniki dwubiegunowe.

Ochronniki jednobiegunowe jeszcze mniej zabezpieczają instalację, jeżeli je będziemy włączali to w przewodnik dodatni, to w ujemny. Dajmy na to np., że utworzyło się połączenie *cd* pomiędzy przewodnikami dwóch odnóg. Przy układzie ochronników, przedstawionym na figurze, wzmocniony prąd spotyka znowu na swej drodze jedynie tylko ochronnik O, gdyby jednak  $O_2$  leżał w przewodniku dodatnim (jak O i  $O_1$ ), to działaniem jego odnoga B zostałaby odcięta, i skutki połączenia *cd* usuniętymi.

Ochronniki dwubiegunowe posiadają tę jeszcze wyższość nad jednobiegunowymi, że ułatwiają bardzo wyszukanie połączenia z ziemią, jeżeli to się gdziekolwiek utworzy, jak zobaczymy w dalszym ciągu (§ 122), sprowadzają natomiast dwa razy większą stratę napięcia, jak już zauważyliśmy w § 91.

Wziąwszy pod uwagę wszystkie wzmiankowane okoliczności, dojdziemy do prawideł następujących: w instalacjach dużych, gdzie połączenie takie, jak *ab* na fig. 109, jest bardziej prawdopodobnem, używać należy wszędzie ochronników dwubiegunowych, w instalacjach natomiast małych potrzeba koniecznie ubezpieczać nimi tylko odnogi większe, niewielkie za to grupy żarówek i lampy pojedyncze można ubezpieczać ochronnikami jednobiegunowymi, które wszystkie powinny być włączone w jeden i ten sam przewodnik (dodatni lub ujemny); najlepiej zro-

biny jednak, używając wszędzie ochronników dwubiegowych, jak tego wymagają przepisy związku Elektrotechników Niemieckich.

Aby zrozumieć *zastosowanie ochronników w kanalizacji trzech przewodników*, rzućmy okiem na fig. 55. Dajmy na to, że wszystkie trzy przewodniki odnogi A zostały zabezpieczone ochronnikami jednakowymi, i że powstało krótkie połączenie pomiędzy przewodnikami  $d$  i  $n$  tej odnogi. Może wtedy nastąpić jeden z trzech wypadków:

1) Spali się tylko ochronnik przewodnika  $d$  odnogi A, zgasną zatem lampy pomiędzy  $d$  i  $n$ , lampy zaś pomiędzy  $n$  i  $u$  będą paliły się dalej.

2) Spalą się obydwaj ochronniki na  $d$  i  $n$  odnogi A, i wtedy zgasną wszystkie lampy tej odnogi.

3) Spali się tylko ochronnik na  $n$ ; wówczas lampy pomiędzy  $n$  i  $u$  otrzymują napięcie dwa razy silniejsze od dozwolonego (przewodnik  $n$  jest połączony krótko z  $d$ ) i przepalają się w jednej chwili; nieraz przytem pryska szkło żarówki i może oparzyć lub skaleczyć kogo z otaczających.

Oczywistą jest rzeczą, że z trzech wymienionych wypadków najbardziej porządnym jest pierwszy; dwóch innych unikniemy łatwo, stawiając w przewodniku neutralnym ochronnik większy, niż w dwóch innych. Według ogólnie przyjętego pravidła w *przewodniku neutralnym dają się ochronniki półtora razy większe, niż w dwóch innych*.

Przepisy niemieckie pozwalają nawet niezabezpieczać przewodników neutralnych wcale, lecz wtedy powinny

być one stale połączone z ziemią t. j. z rurą wodociągową, gazową i t. d. Łączyć z ziemią należy nie jakąś odnogę, lecz neutralną szynę tablicy rozdzielowej.

Uwagi powyższe nie dotyczą się odnóg takich, jak B lub C (fig. 55), utworzonych z dwóch tylko przewodników, natomiast obowiązują tutaj te same prawidła, co i w kanalizacji dwóch przewodników, t. j. oby dwa bieguny zabezpieczać potrzeba jednakowymi ochronnikami odpowiedniej wielkości.

94. **Konstrukcja i montaż ochronników.** *Połączenie, mające się stopić w ochronniku, robi się z drutu lub skrawka blachy. Ten drugi sposób uważać trzeba za lepszy, gdyż pasek z cienkiej blaszki dokładniej można dopasować do prądu, przy którym ochronnik ma działać, niż drut.*

Przy montażu ochronników drugiego rodzaju zważać należy; aby paski blaszane lub cynfoliowe stały pionowo, nie zaś poziomo \*).

*Największe zastosowanie w ochronnikach znalazł dotychczas ołów, jakkolwiek jest on metalem do tego celu bardzo nieodpowiednim. Topliwość jego zmienia się z cza-*

---

\*) W paskach, umieszczonych poziomo, roztopiony metal spływa na brzeg skrawka kartonu lub fibry, który mu służył za oparcie, i trzymając się tam czas jakiś skutkiem adhezji, tworzy połączenie. W paskach, stojących pionowo, przerwanie prądu następuje natychmiast po roztopieniu. Miałem sposobność zjawiska te zbadać dokładnie przy całym szeregu doświadczeń, czynionych nad specjalnymi ochronnikami do akumulatorów.

sem bardzo silnie. Drut, który świeżo po wyciągnięciu topi się np. przy 10 amp., po kilku miesiącach nie stopi się i przy 20. Z tego względu wypada oddawać pierwszeństwo zawsze tym ochronnikom, których części topiące się są zrobione z innego metalu.

*Długość drutu lub blaszki* pomiędzy spójkami powinna wynosić przynajmniej 20 mm i być tem większą, im większe napięcie panuje w instalacji, inaczej po stopieniu się może pozostać łuk elektryczny, podtrzymując jeszcze czas jakiś prąd i niszcząc stale części ochronnika. Ważną jest rzeczą aby wszystkie *zetknięcia* były pewne i dobre; w razie przeciwnym będzie miała miejsce w ochronniku znaczna strata napięcia. Ochronniki spalają się nieraz, jakkolwiek zostały właściwie wybrane i nie zaszło żadne krótkie połączenie. Wypadek taki jest zwykle skutkiem niedokładnego stykania się dwóch części ochronnika.

Materyałem najodpowiedniejszym na *podstawki do ochronników* jest porcelana, niżej pod tym względem stoi łupek (szyfer); powierzchnia jego jest wciąż cokolwiek wilgotna, co w pewnych okolicznościach bywa przyczyną straty prądu a także rychłego zniszczenia części metalowych przyrządu. Podstawki drewniane, będące tu i owdzie jeszcze w użyciu, są naigrawaniem się ze zdrowego rozsądku.

Zwykle druty, idące do ochronnika, dostają się tam przez rowki, wyłobione w dolnej części podstawki, ściśnięte więc pomiędzy podstawką i murem mogą sprowadzić połączenie z ziemią. Aby temu przeszkodzić, należy do kolka, osadzonego w murze, *przytwierdzić najprzód ro-*

zetkę z twardego i suchego drzewa, i do niej dopiero przykręcić ochronnik; w taki sposób i druty znajdują się pomiędzy podstawką a drzewem, i cały przyrząd zostanie ochroniony od niszczącego działania wilgoci.

*Ochronniki przytwierdzają* się w miejscach suchych, mało widocznych, lecz łatwo dostępnych tak, aby w razie stopienia się ołowiu łatwo było założyć nowy. Gdy wypadnie konieczność zawiesić ochronnik w miejscu wilgotnem, albo na dworze, to biorą się do tego przyrządu specjalnie w tym celu konstruowane, hermetycznie zamknięte. Gdzie są złożone materiały łatwo zapalne, lub gdzie mogą się wywiązywać gazy wybuchające, tam ochronników pod żadnym pozorem umieszczać nie należy.

95. **Przerywacze.** Przerywacze są to przyrządy, służące do przerywania lub puszczenia prądu w pojedynczej odnodze lub też w całej kanalizacyi. Odbywa się to w taki sposób, że dwie stykające się z sobą powierzchnie metalowe, przez które prąd przepływał, oddalają się od siebie, obwód więc elektryczny zostaje zerwany.

Prąd jednakże nie odrazu tutaj ustaje; pomiędzy rozchodzącemi się powierzchniami tworzy się *luk elektryczny*, który czas jakiś jeszcze utrzymuje połączenie i niszczy części metalowe przyrządu.

Dwa są sposoby pozwalające jeżeli nie zupełnie uniknąć, to w każdym razie znacznie ograniczyć to szkodliwe zjawisko. Jeden z nich polega na tem, że w chwili otwierania przerywacza wchodzą w grę odpowiednie sprężyny, które z wielką szybkością odrywają od siebie stykające się powierzchnie. Ponieważ luk zrywa się, do-



szedłszy do pewnej określonej długości, zależnej od natężenia prądu i napięcia, więc powiększając szybkość ruchu powierzchni, zmniejszamy czas trwania łuku, a więc i jego szkodliwe działanie. Sprężyny takie posiada każdy dobry przerywacz.

Według sposobu drugiego włącza się po jednym przerywaczu w każdy z przewodników, dodatni i ujemny; dwa te przerywacze są połączone na jednej podstawie i tak urządzone, że można je zamknąć lub otworzyć jednocześnie za pomocą jednego trzonka. Przyrząd taki zowiemy *przerywaczem dwubiegunowym* dla odróżnienia od *przerywacza* prostego czyli *jednobiegunowego*. W przerywaczu dwubiegunowym mamy dwie pary oddalających się od siebie powierzchni, powstają więc dwa łuki elektryczne, z których każdy w chwili zerwania jest dwa razy krótszy od tego, któryby powstał w jednobiegunowym, użytym w tem samym miejscu. Wynika ztąd, że przy jednakowej szybkości ruchu łuk w pierwszym trwa dwa razy krócej, niż w drugim. W sprężyny, przyspieszające ruch, zaopatrują się i przerywacze dwubiegunowe.

W praktyce do prądów słabszych (mniej więcej do 15 amp.) używają się wyłącznie przerywacze jednobiegunowe, do prądów silniejszych zarówno jedne, jak i drugie.

Szczególony rodzaj przerywacza stanowią *kurki w osadach żarówek*, o których była mowa w § 34.

Przerywacze, umieszczone na tablicy rozdzielowej prądu, a zatem dostępne tylko dla maszynisty, mogą posiadać cały mechanizm odkryty, we wszystkich zaś innych — części, przez które przepływa prąd, powinny być zakryte stosownem wieczkiem.

96. **Zastosowanie przerywaczów.** Fig. 110 objaśnia nam zastosowanie przerywaczów w instalacji z lampami, połączonemi w szereg (por. § 46). Zapomocą  $P$  można przerwać prąd całkowicie, a więc zgasić wszystkie lampy jednocześnie, co zresztą w ruchu prawidłowym nigdy nie powinno mieć miejsca. Przerywacze  $P_1$ ,  $P_2$  i t. d. (dalsze opuszczone na rysunku) służą do zapalania

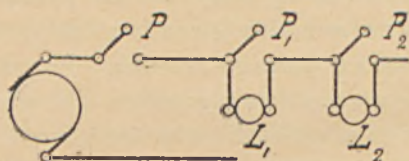


Fig. 110.

i gaszenia lamp pojedynczych. Otwierając którykolwiek z nich, zmuszamy prąd do przejścia przez odpowiednią lampę, a więc ją zapalamy, gasimy zaś lampę, zamykając przerywacz, gdyż wtedy cały prawie prąd obiera drogę przez ten ostatni, znajdując tutaj daleko mniej oporu. Ponieważ gasząc lampę, nie wprowadzamy tutaj równoważnego oporu, koniecznym jest przeto stosowne regulowanie napięcia maszyny.

O zastosowaniach przerywaczów w instalacjach z lampami, połączonemi równolegle była już mowa w §§ 56, 61 i 63—66. Całość powinna być tak urządzona, aby można było, nie zatrzymując maszyny, zgasić każdą lampę czy to za pomocą jej specjalnego przerywacza, czy też za pomocą przerywacza ogólnego dla całej grupy lamp.

Co się tyczy rozkładu przerywaczów w kanalizacji, zależy to od okoliczności miejscowych, które wypada dobrze zbadać, zanim się powźmiemy w tym względzie ostateczną decyzję. Jedną z głównych zalet oświetlenia elektrycznego stanowi właśnie swoboda, z jaką możemy rozporządzać tutaj układem przerywaczów, wytwarzając najrozmaitsze kombinacje odpowiednio do potrzeb, należy przeto racjonalnie zaletę tę wyzyskać.

Jeżeli w instalacji zastosowano ochronniki jednobiegunowe, włączone wszystkie w jeden przewodnik (§ 93), to wszystkie przerywacze włączają się w przewodnik odwrotny. W ten sposób ułatwimy sobie wyszukanie połączenia z ziemią, gdyby się gdzie utworzyło.

**97. Konstrukcja i montaż przerywaczów.** Od przerywacza przedewszystkiem wymagać należy *trwałości*. Przyrząd ten oddajemy do codziennego użycia w niedoświadczone ręce, używanie więc owych wyrobów tanich, przypominających raczej zabawki dziecinne, niż przyrządy techniczne, jest niedorzecznością. Powierzchnie stykające się powinny być duże, wszelkie połączenia elektryczne dobre i pewne. W dobrym przerywaczu nie dostrzeżemy weale ogrzewania pod wpływem najsilniejszego prądu, do jakiego został zbudowany.

O *podstawkach* przerywaczów można powtórzyć to wszystko, cośmy w § 94 powiedzieli o podstawkach ochronników, odnoszą się tu również uwagi, zawarte w tymże § co do montażu ochronników.

*Wybór miejsc, w których mają być umieszczone przerywacze* jest rzeczą bardzo ważną. Inteligentna dyspo-

zycya w tym względzie bardzo podnosi wartość instalacji. W większych lokalach mieszkalnych dobrze jest zachować przy tem pewną równomierność tak, aby mieszkańcy przywykli szukać przerywaczów w każdym pokoju w mniej więcej odpowiadających sobie miejscach, np. zawsze z jednej strony drzwi, wszędzie na jednakowej wysokości i t. d. W skutek niezachowania tego przepisu bywa nie raz trudno znaleźć przerywacz w ciemności.

Jest niekiedy pożądanem, aby wszystkie lampy można było *zapalać i gasić z jednego miejsca*. Urządzenie takie powinno już nam być znanem z §§ 55 i 61. Na fig. 111, gdzie OO oznaczają ochronniki, PP zaś przerywacze,

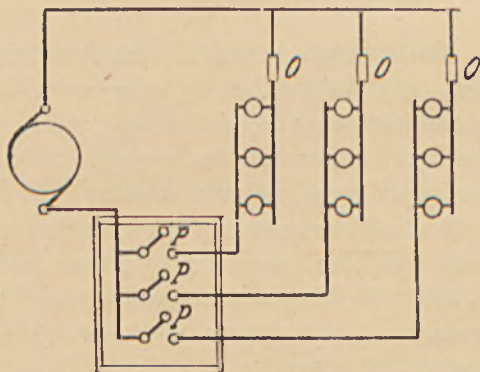


Fig. 111.

widzimy jeszcze jeden przykład podobny. Przerywacze osadzają się przytem na wspólnej tablicy drewnianej lub marmurowej.

Są w handlu przyrządy, będące *połączeniem w jedno ochronnika i przerywacza*. Przeciwno kombinacji takiej, o ile ona dotyczy przyrządów wielkich, przeznaczonych na tablicę rozdzielową, nie się nie da powiedzieć, dla mniejszych jednak nie jest ona dogodną, a to z dwóch powodów. Po pierwsze ochronnik powinien być włączony na samym początku odnogi (§ 91), przerywacz zaś tam, gdzie się to okaże dogodniejszym, powtóre ochronniki i przerywacze jednobiegunowe włączać należy w przewodniki odwrotne (§ poprzedzający).

Monter dbać powinien o dobre umocowanie przerywaczy, gdyż łatwo bardzo przy codziennem użyciu mogą się obluzować.

**98. Kommutatory.** Z przerywaczem (jednobiegunowym) łączą się dwa przewodniki, pomiędzy którymi można utworzyć połączenie elektryczne lub je przerwać, w *kommutatorze* zaś schodzą się trzy przewodniki, z których jeden można połączyć z każdym z dwóch innych. Z zastosowań następujących stanie się jasnym urządzenie i cel tych przyrządów.

Dajmy na to, że chcemy *wyłączyć jedną z lamp, połączonych w szereg*, a na jej miejsce włączyć równoważny jej opór (§ 46). Osiągamy to za pomocą urządzenia, przedstawionego na fig. 112, L oznacza tutaj lampę, O — opór, ABC — kommutator. Ten ostatni składa się z metalowego drążka, obracającego się w pewnych granicach około punktu A, i dwóch kontaktów B i C, wszystko umocowane na podstawie porcelanowej lub łup-

kowej tak, jak w przerywaczu. Połączenia są tu dostatecznie zrozumiałe z figury.

Przy wskazanem położeniu drążka całkowity prąd przepływa przez lampę. Gdybyśmy natomiast obrócili drążek około punktu A tak, aby swobodny koniec jego przeszedł z kontraktu B na C, to prąd przechodziłby przez O, lampa zaś L byłaby wyłączoną. Przyrząd powinien być tak urządzony, aby drążek zetknął się już z C, zanim

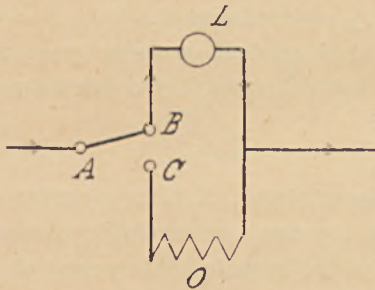


Fig. 112.

opuści kontakt B. Skutkiem tego podczas gaszenia lampy L, prąd nie zostaje przerwany ani na moment, inne lampy nie przestają się palić, i w przyrządzie nie może powstać łuk elektryczny, ani nawet iskra. Przy innych zastosowaniach okaże się potrzebnem, aby drążek w żadnem położeniu nie dotykał jednocześnie obydwóch kontaktów, t. j. aby prąd w czasie ruchu drążka został przerwany, rozróżniamy przeto *kommutatory bez przerwy i z przerwą*.

Na fig. 113 mamy inne zastosowanie kommutatora. Są tu przedstawione dwie maszyny  $D_1$  i  $D_2$ , połączone

równolegle. *Zamiast brać dwa amperometry do mierzenia ich prądów (por. § 63 i dalsze) użyto jednego tylko A, przez który można przepuszczać prąd to jednej maszyny, to drugiej, ustawiając odpowiednio drążek kommutatora K. Przy położeniu jego, przedstawionem na figurze, tylko*

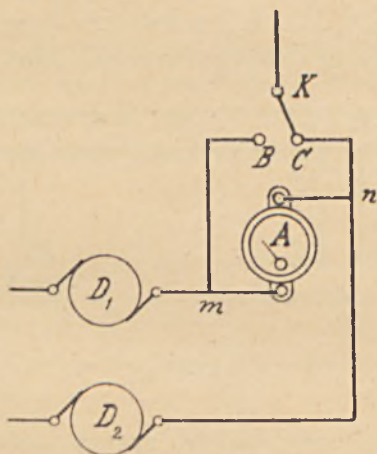


Fig. 113.

prąd maszyny  $D_1$  przechodzi przez  $A$ ; obydwie prądy łączą się w  $n$  i płyną dalej przez  $K$ . Jeżeli przełożymy drążek na kontakt  $B$ , to tylko prąd maszyny  $D_2$  będzie przepływał przez  $A$ , i obydwie prądy połączą się w  $m$ . Kommutator powinien tu być bez przerwy.

Urządzenie, przedstawione na figurze 114 służy do tego, aby jedną i tążsamą lampę  $L$  zapalać i gasić z dwóch, odległych od siebie punktów. Widzimy tutaj

linię główną  $G$  (t. j. połączoną z końcówkami dynamo) i dwa kommutatory  $A_1 B_1 C_1$  i  $A_2 B_2 C_2$ , kontakty  $B$  i  $C$  tych ostatnich połączono odpowiednio z przewodnikami linii głównej, punkty zaś obrotu drążków  $A$ —z końcówkami lampy. Przy położeniu drążków, wskazanem na rysunku, prąd obiega obwód następujący: przewodnik dodatni  $G$ ,  $C_1 A_1 L A_2 B_2$ , przewodnik ujemny  $G$ . Zmieniwszy położenie któregoś z drążków, przerywamy

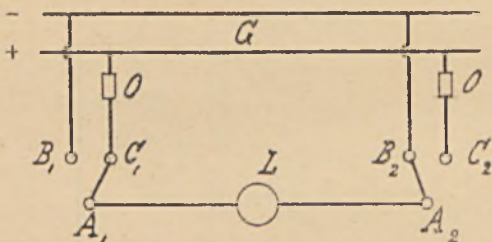


Fig. 114.

prąd, a więc lampa gaśnie, zmiana następna zapala ją znowu.

Brać tu należy kommutatory z przerwą, gdyby bowiem drążek np. pierwszego z nich dotykał jednocześnie kontaktów  $B_1$  i  $C_1$ , to w tym momencie istniałoby krótkie połączenie pomiędzy przewodnikami linii głównej. Urządzenie ich powinno być takie, aby drążek nie mógł się zatrzymać w położeniu średnim (t. j. gdy nie dotyka żadnego z kontaktów), gdyż przy takim położeniu jednego z nich nie można byłoby zapalić lampy za pomocą drugiego.



O O oznaczają położenia ochronników jednobiegunowych, które koniecznie włączać tu należy w przewodniki jednego znaku (dodatnie lub ujemne), zgodnie z § 93.

W razie zastosowania ochronników dwubiegunowych zostają zabezpieczone jeszcze i przewodniki, idące do  $B_1$  i  $B_2$  (ujemne).

Na fig. 115 mamy *inne urządzenie, zmierzające do tegoż samego celu*, co i poprzedzające. Punkt obrotu  $A_1$  kommutatora pierwszego łączy się tutaj z przewodnikiem ujemnym linii głównej G; kontakty  $B_1$ ,  $B_2$ , a także  $C_1$ ,  $C_2$

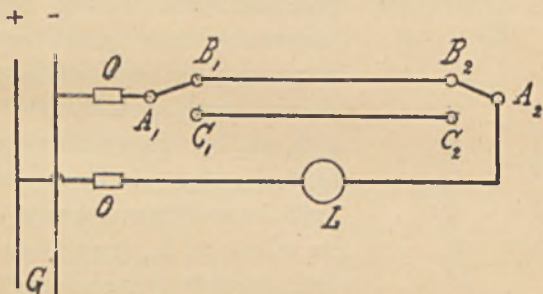


Fig. 115.

są połączone ze sobą; jedna końcówka lampy L łączy się z  $A_2$ , druga zaś z przewodnikiem dodatnim G. Przy położeniu drążków, wskazanem na rysunku, prąd obiega obwód następujący: przewodnik dodatni G, L,  $A_2$ ,  $B_2$ ,  $B_1$  przewodnik ujemny G. Zmiana położenia któregokolwiek drążka gasi lampę, zmiana następna zapala ją na nowo.

Można używać tutaj kommutatorów z przerwą lub bez przerwy, gdyż krótkie połączenie jest niemożliwe.

O O oznacza położenie ochronników w obydwóch przewodnikach lub ochronnika dwubiegunowego. W wiadomych warunkach może wystarczyć jeden jednobiegunowy.

Urządzenia, przedstawione na fig. 114 i 115 ze szczególną korzyścią dadzą się zastosować do oświetlenia wysokich schodów. Wchodzący zapala kolejno lampy przed sobą i gasi za sobą.

Fig. 116 przedstawia t. zw. *kommutator dwubiegunowy*. Składa się on z dwóch kommutatorów jednobiegunowych, urządzonych jednak w taki sposób, że drążki ich poruszają się zawsze jednocześnie.

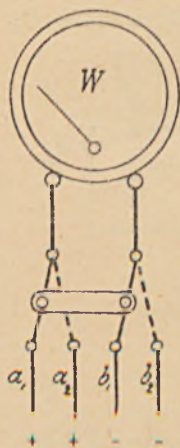


Fig. 116.

Przyrząd taki może służyć np. do tego, aby za pomocą jednego woltmetru W mierzyć napięcie w dwóch liniach  $a_1 b_1$  i  $a_2 b_2$ . Przy wskazanych na figurze połączeniach i położeniu drążków woltmetr wskazuje napięcie w linii  $a_1 b_1$ , przy innym położeniu drążków (oznaczonem liniami przerywanymi) wskaże napięcie w linii  $a_2 b_2$ .

Uwagi § poprzedzającego o konstrukcji i montażu przerywaczy i kommutatorów.

**99. Oporniki do lamp łukowych.** Z § 61 wiemy już, że przy łączeniu równoległym w odnogę każdej lampy łukowej lub każdego szeregu lamp łukowych włącza się opornik, pochłaniający około 20 woltów napięcia, o ile nie zastąpiliśmy go przewodnikami o dostatecznym oporze

(§ 62). Oporniki takie robią się z drutu żelaznego lub innego o wysokim oporze \*). Zwija się go najczęściej spiralnie i rozpina w ramach żelaznych.

Niekiedy opornik urządza się w taki sposób, że opór jego można zmieniać, a więc w pewnych granicach regulować światło lampy.

Fig. 117 wyobraża najczęściej spotykane urządzenie takiego aparatu. Widzimy tutaj cztery spiralne  $s_1, s_2, s_3$  i  $s_4$ , tak połączone z pięcioma kontaktami 1, 2, 3, 4 i 5, że pomiędzy dwoma kontaktami sąsiednimi jest zawsze jedna spiralna. Drażek, obracający się około punktu A, może dotykać każdego kontaktu; koniec  $P_1$  przewodnika, w który chcemy włączyć ten przyrząd, łączymy z kontaktem 1, drugi koniec  $P_2$  — z punktem A.

Gdy drażek stoi na kontakcie 1, to prąd przechodzi wprost z  $P_1$  przez drażek na  $P_2$ , mijając zupełnie opornik; gdy postawimy drażek na 2, to prąd musi przechodzić przez spiralną  $s_1$ , gdy na 3, to — przez  $s_1$  i  $s_2$  i t. d.; jeżeli drażek stanie na 5, to cały opór będzie włączony.

\*) Używają się tutaj rozmaite kompozycje jak najzylber, nikelina, reotan, manganin i t. d., mające tę własność, że opór ich nie wiele się zmienia w zależności od temperatury, wtedy gdy opór żelaza wzrasta dość szybko razem z temperaturą. Próbowano również robić oporniki z węgla, opór którego maleje ze wzrostem temperatury, która z tych trzech właściwości najbardziej sprzyja regulowaniu lampy, nie umiem powiedzieć; dyskusje, prowadzone nad tem pytaniem, nie doprowadziły, o ile mi wiadomo, do rezultatów przekonywujących.

Niekiedy dodają jeszcze jeden kontakt, nie łączący się z niczem; gdy na nim ustawimy drążek, to prąd zostaje zerwany, opornik więc może służyć zarazem jako przerywacz.

Druty opornika rozgrzewają się zwykle dość silnie, należy zatem umieszczać go zdala od przedmiotów zapalnych. Aby niemożliwym było dotykanie części rozgrzanych przykrywa się je wiekiem z dziurkowanej blachy.

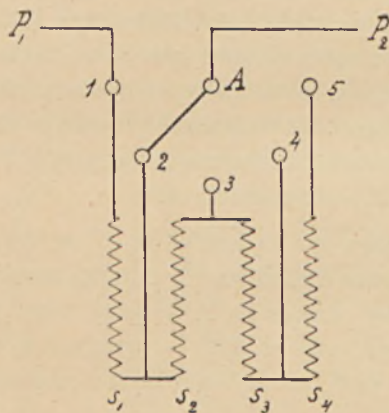


Fig. 117.

W podobnyż sposób urządzą się oporniki, które włączamy na miejsce wyłączonych lamp łukowych, połączonych w szereg (§ poprzedzający), regulowanie jednak jest tu zbyteczne.

100. **Regulator napięcia maszyny.** W odnogę elektromagnesów maszyny z odnogą, a także sprężonej, włącza się t. zw. *regulator napięcia* (§ 27), czyli opornik,

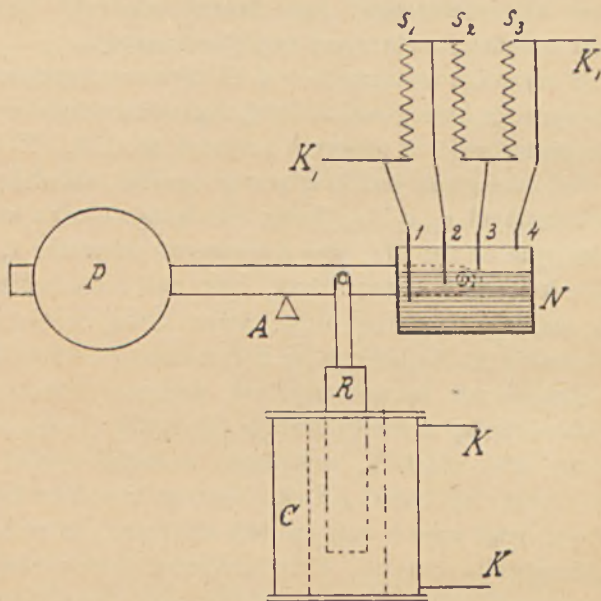
opór którego można zmieniać dowolnie. Pod względem urządzenia regulator różni się od opornika, przedstawionego na fig. 117 tem tylko, że posiada większą liczbę spiralnych i kontaktów, opór więc jego zmienia się stopniowo i w znacznych granicach.

Regulator powinien być umieszczony w *takiem miejscu*, aby przesuając jego drążek miało się przed oczyma woltmetr, wskazujący napięcie maszyny.

W wypadku wskazanym w § 19 używa się *regulatora automatycznego*, którego najbardziej rozpowszechnione urządzenie przedstawia w ogólnych zarysach fig. 118. W odnogę elektromagnesu jest tu włączony opornik, składający się ze spiralnych  $s_1$ ,  $s_2$  i  $s_3$ ; końce ich łączą się nie z kontaktami, jak na fig. 117, lecz z żelaznymi sztyftami 1, 2, 3 i 4, z których 1 — najdłuższy, inne zaś coraz krótsze. Niżej znajduje się rodzaj wagi, belka której waha się około punktu A. Na jednym jej końcu siedzi przeciwwaga P, na drugim zaś, tuż pod sztyftami, naczynie żelazne N, napelnione rtęcią, w której nurzają się sztyfty 1—4; z tejże strony wisi rdzeń R, wchodzący w środek cewki C. Końce drutu tej cewki KK są połączone z końcówkami maszyny, prąd więc w niej jest tem silniejszy, im wyższe napięcie rozwija dynamo. Przy urządzeniu takim cewka wciąga w siebie rdzeń R z tem większą siłą, im silniejszy jest w niej prąd, t. j. im wyższe napięcie posiada maszyna.

Z powyższego opisu powinno być jasnym, że gdy napięcie dynamo wzrośnie, to cewka mocniej wciągać będzie R, prawa strona belki przeważy przeciwwagę P, i naczynie N opadnie ku dołowi. Obniżenie napięcia dynamo wywołuje skutek odwrotny.

Przy położeniu naczynia  $N$ , oznaczonem na figurze, tylko dwa sztyfty 1 i 2 nurzają się w rtęci, skutkiem tego spiralna  $s_1$  jest wyłączoną z łańcucha, prąd bowiem z  $K_1$ — i 1 przechodzi przez rtęć do 2 i do spiralnej  $s_2$ ; gdyby  $N$  podeszło wyżej tak, aby i sztyft 3 zanurzył się w rtęci, to



Fgi. 118.

zostałaby wyłączoną i  $s_2$  i t. d. Widzimy z tego, że gdy napięcie się zmniejszy, to  $N$  podeszłoby wyżej i wyłączy pewną ilość spiralnych, skutkiem czego napięcie podnie się znowu. Wzrost napięcia wywołuje odwrotne dzia-

łanie regulatora, który w ten sposób dąży do tego, aby utrzymać w maszynie pewne napięcie stałe. To stałe napięcie, na które reguluje aparat, można zmieniać, zmieniając ciężar przeciwwagi P, lub też przesuwając ją na belce.

Oczywistą jest rzeczą, że przyrząd taki zaczyna regulować dopiero wtedy, gdy już napięcie uległo zmianie, nie usuwa więc wahań światła, lecz tylko zmniejsza ich rozległość i trwanie.

Aby regulator automatyczny mógł prawidłowo funkcyonować, musi on być ustawiony dokładnie pionowo.

Po ustawieniu należy sprawdzić, czy otrzymuje się istotnie napięcie żądane, w razie przeciwnym wyregulować przyrząd dokładnie za pomocą przeciwwagi P.

Regulator ręczny jest przy automatycznym niepotrzebny.

W podobnyż sposób może być urządzony regulator napięcia w miejscowości bardzo odległej od maszyny, o czem wzmiankowaliśmy w § 56. Opornik włącza się wtedy w linię główną owej dalekiej odnogi, cewka zaś C łączy się z dwoma jej punktami, położonymi mniej więcej w środku oświetlanej miejscowości.

101. **Woltmetr.** Opis woltmetru podaliśmy w § 3. W instalacjach z lampami, połączonemi w szereg, instrument ten jest potrzebny, lecz nie niezbędny, natomiast przy łączeniu równoległym woltmetr odgrywa niezmiernie ważną rolę, i od jego prawidłowego działania zależy w znacznej części dobre funkcyonowanie instalacji. Użycie woltmetru w rozmaitych wypadkach zostało wy-czerpująco opisane w § 55, 58, 59, 63—66 i 98.

*Miejsce na woltmetr* powinno być tak wybrane, aby można go było dostrzedz nawet z odleglejszych punktów sali; przy zawieszaniu zważać należy, aby skazówka dokładnie stała na zerze, gdy maszyna stoi.

Zwróćmy uwagę jeszcze na jedną ostrożność, która nieraz bywa zaniedbywana. *Na wskazania woltmetru mogą wywierać znaczny wpływ* znajdujące się w pobliżu *maszyny dynamo elektryczne, magnesy, a także przewodniki*, po których płynie silny prąd, należy zatem zawieszać go, o ile można, zdaleka od tych przedmiotów. Znane mi są wypadki, w których wskutek wadliwego zawieszenia woltmetru cała instalacya funkcyonowała długi czas bardzo niezadawalniająco, zanim się spostrzeżono, gdzie leży rzeczywista przyczyna złego.

Oslabić działanie maszyn i magnesów można tylko przez oddalenie, co się zaś tyczy przewodników, to wiele zależy od ich umiejętnego przeprowadzenia. Dwa przewodniki jednej linii, idące z dwóch stron woltmetru, jak

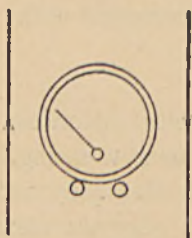


Fig. 119.

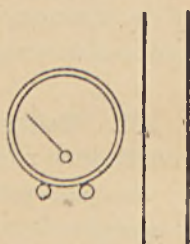


Fig. 120.

to wskazuje fig. 119, potęgują na wzajem swe działania, nigdy więc urządzenie takie nie powinno mieć miejsca.



Natomiast działania przewodników jednej linii, idących z jednej strony przyrządu, jak to mamy na fig. 120, znoszą się nawzajem, jest to zatem jedynie właściwy sposób prowadzenia przewodników w pobliżu woltmetru.

Nawet przy zachowaniu powyższych przepisów, zawsze przed oddaniem instalacji w ręce maszynisty *sprawdzić należy, czy woltmetr wskazuje prawdziwie*. Potrzebny jest do tego inny woltmetr, który zawiesza się tak daleko od maszyny i przewodników, aby działanie ich z pewnością do niego nie sięgało. Ten kontrolujący instrument łączymy za pomocą drutów prowizorycznych z końcówkami woltmetru, który sprawdzić potrzeba. W chwili najsilniejszego obciążenia maszyny obydwaj przyrządy powinny wskazywać napięcie jednakowe.

Gdy się nie posiada innego woltmetru, to można sobie postąpić w sposób następujący. W chwili największego obciążenia, gdy woltmetr wskazuje napięcie właściwe, mierzymy ilość obrotów na minutę maszyny elektrycznej (§ 17). Przenosimy teraz woltmetr na miejsce odległe, łączymy go z tymi samymi punktami sieci, z którymi był połączony poprzednio, i mierzymy znowu szybkość maszyny. Jeżeli szybkości są jednakowe, to przyrząd w obydwóch położeniach powinien wskazywać jednakową ilość woltów.

Trzeci i najprostszy sposób sprawdzenia woltmetru polega na tem, aby wyłączyć go w chwili największego obciążenia maszyny. Jeżeli instrument był zawieszony prawidłowo, to jest jeżeli wskazywał zero w czasie, gdy dynamo stała, to i teraz wskazówka powinna powrócić na zero, w razie przeciwnym wpływ szkodliwy istnieje. Spo-

sób ten nie do każdego instrumentu da się zastosować i nie daje pewnych rezultatów, gdyż nie wiemy, czy działanie maszyny i przewodników na przyrząd jest takie same, gdy wskazówka znajduje się w okolicach zera, co i w chwili jej silnego odchylenia.

102. **Woltmetr alarmujący.** Ponieważ maszynieście trudno jest wciąż zważać na woltmetr, a wahania napięcia, występujące najczęściej niespodzianie, bardzo szkodliwie oddziałują na żarówki, w większych przeto instalacjach używa się przyrządów alarmujących, które wprowadzają w ruch dzwonek elektryczny i zapalają różnokolorowe lampki, gdy napięcie ulegnie zmianie.

Fig. 121 wyobraża w ogólnych zarysach najbardziej rozpowszechnione urządzenie takiego przyrządu. Widzimy tu przede wszystkim elektromagnes  $E$ , cewka którego łączy się z tymi punktami sieci, pomiędzy którymi powinno panować stałe napięcie. Na kotwicę jego  $K$ , obracającą się około punktu  $A$ , działa sprężyna umocowana do śrubki  $R$ . Wydłużony koniec tej kotwicy waha się pomiędzy dwoma sztyftami  $S_1$  i  $S_2$ . Prócz tego w skład przyrządu wchodzi dzwonek  $D$  i lampy  $L_1, L_2$ , zwykle jedna czerwona, druga niebieska. Połączenia tych przedmiotów pomiędzy sobą i z przewodnikami sieci są dostatecznie jasne z rysunku.

Za pomocą śrubki  $R$  regulujemy tak sprężynę, aby przy właściwym napięciu koniec kotwicy nie dotykał żadnego ze sztyftów. Jeżeli teraz napięcie wzrośnie, to wzrośnie również natężenie prądu w cewce elektromagnesu, przyciąganie jego przeważy nad działaniem sprę-

żyny, i kotwica dotknie sztyfta  $S_1$ . Powstaje skutkiem tego prąd, obiegający obwód następujący: przewodnik dodatni,  $D$ ,  $A$ ,  $K$ ,  $S_1$ ,  $L_1$ , przewodnik ujemny, rozlega się więc dzwonek i zapala żarówka  $L_1$ . Gdy napięcie spadnie niżej

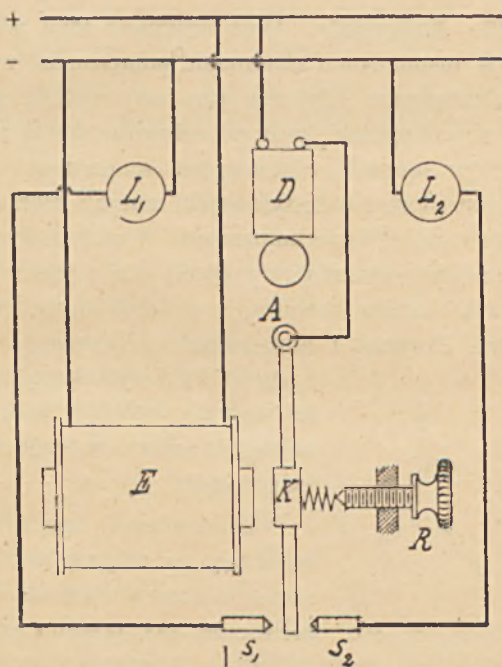


Fig. 121.

od właściwego, to przeważa sprężyna, kotwica dotyka sztyfta  $S_2$ , i prąd obiega obwód następujący: przewodnik dodatni,  $D$ ,  $A$ ,  $K$ ,  $S_2$ ,  $L_2$ , przewodnik ujemny.

W ten sposób maszynista, nawet nie zważając na woltmetr, dowiadyuje się o zmianie napięcia, a barwa palącej się żarówki od razu wskazuje mu, czy nastąpił wzrost, czy też spadek tegoż.

103. **Ampermetr.** Opis przyrządu tego podaliśmy w § 4. W instalacjach z lampami, połączonemi w szereg, jest on niezbędnym, gdyż maszyna tutaj reguluje się w ten sposób, aby natężenie prądu pozostawało wciąż jednakowym. Przy łączeniu równoległym ampermetr odgrywa rolę drugorzędną, i w instalacjach małych nieraz się bez niego obywiają. Użycie ampermetru w razie równoległego łączenia maszyn opisaliśmy w §§ 63—66 a także w 98.

Uwagi, które zrobiliśmy w § 101 o pomieszczeniu woltmetru, dotyczą i ampermetru. Maszyny, magnesy i przewodniki wywierają i na niego też wpływ szkodliwy, któremu zapobiegać należy w tenże sam, co tam, sposób.

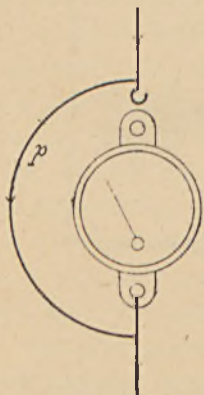


Fig. 122.

*Sprawdzenie, czy ten wpływ szkodliwy ma miejsce jest trudniejszym dla ampermetru, niż dla woltmetru, że zaś posiada ono tutaj mniejsze znaczenie, można więc ograniczyć się na sposobie trzecim (§ 101), przy czem postępuje się w sposób następujący. Łączymy za pomocą odpowiednio grubego drutu *p* (fig. 122) obydwaj przewodniki, idące do przyrządu, i jedną ze śrub jego (końcówek) uwalniamy*

od przewodnika, prąd więc będzie teraz omijał instrument, i skazówka powinna powrócić na zero, jeżeli niema szkodliwych działań.

104. **Żarówki wykazujące połączenie z ziemią.** W § 73 okazaliśmy, jak niepożądanem jest w instalacyi wszelkie połączenie z ziemią, dlatego też szczególnie w instalacjach większych dobrze jest posiadać przyrząd,

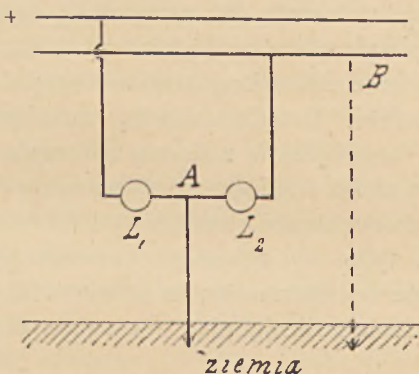


Fig. 123.

któryby natychmiast zaznaczał utworzenie się takiego szkodliwego połączenia. Fig. 123 objaśnia zasadę podobnego przyrządu. Składa się on z dwóch żarówek  $L_1$  i  $L_2$ , takich samych, jakie się używają w instalacyi, połączonych w szereg pomiędzy przewodnikami linii głównej. Ponieważ każda z nich otrzymuje tym sposobem tylko połowę potrzebnego napięcia, przeto ich nici węglowe zaledwo mogą rozżarzyć się do czerwoności.

Którykolwiek punkt A przewodnika, łączącego pomiędzy sobą obydwie żarówki, jest stale połączony z ziemią, t. j. z rurami wodociągowymi lub gazowymi, a w braku tychże z piorunochronem; nie może to wywierać żadnego wpływu na palenie się  $L_1$  i  $L_2$ , jeżeli w instalacji niema innego połączenia z ziemią.

Dajmy na to, że połączenie takie istotnie się utworzyło gdziekolwiek w punkcie B przewodnika ujemnego. Prąd teraz obiera sobie drogę następującą: przewodnik dodatni,  $L_1$ , A, ziemia, B, przewodnik ujemny; omija zatem kompletnie żarówkę  $L_2$ , która gaśnie,  $L_1$  natomiast, otrzymując teraz całkowite potrzebne napięcie, zapala się jasnym światłem. Jeżeli zagasła  $L_1$ , rozpalila się zaś  $L_2$ , oznacza to, że połączenie z ziemią utworzyło się w przewodniku dodatnim, wiedząc zaś o tem mamy zawsze możliwość uszkodzone miejsce odszukać (§ 135) i naprawić.

Prócz tylko co opisanego prostego przyrządu są w użyciu jeszcze instrumenty, które nie tylko wykrywają *dobre* połączenie z ziemią, ale i wskazują opór izolacyi.

105. **Tablica rozdzielowa prądu.** Ochronniki i przerywacze, o ile dotyczą odnóg głównych, a także regulatory napięcia, woltmetry, ampermetry i żarówki wykazujące umieszczają się na tak zw. tablicy rozdzielowej prądu, z której zatem można kierować biegiem całego urządzenia.

Tablice rozdzielowe *robią się najczęściej z suchego dębu*; aby nie dopuścić paczenia się drzewa, nakleja się jedna na drugą dwie warstwy desek tak, aby włókna ich szły prostopadle do siebie. Są również w użyciu tablice *łupkowe i marmurowe*.

W instalacjach z lampami połączonemi równolegle przewodniki, idące od maszyny, wiodą najprzód do dwóch ochronników, lub ochronnika dwubiegunowego, który łączy się z również dwubiegunowym przerywaczem, ten zaś z szynami zbiornikowemi. Lepiej jest, gdy *ochronnik główny* znajduje się na samej maszynie, gdyż w takim razie zabezpiecza on linię, łączącą dynamo z tablicą; *przerywacz główny*, może być opuszczony, gdy wszystkie odnogi są w przerywacze zaopatrzone.

W instalacjach większych, gdzie do poruszania dynamo służy specjalna maszyna parowa, często opuszcza się również ochronnik główny, gdyż w razie spalania się jego (co się może zdarzyć i przy prądzie normalnym w skutek zanieczyszczenia się kontaktów), maszyna parowa, tracąc w jednej chwili całkowite obciążenie, podlega niebezpieczeństwu „rozbiegania się”, t. j. przybrania szybkości niebezpiecznej.

*Szyny zbiornikowe* są to sztaby miedziane prostokątne w przekroju, umocowane poziomo na tablicy rozdzielowej, w odległości 5—6 cm jedna od drugiej. Do nich przytwierdzają się odpowiednimi śrubami, lub za pomocą lutowania przewodniki, idące od głównego przerywacza i ochronników odnóg. W instalacjach, gdzie od tablicy rozdzielowej biegnie wszystkiego jedna lub dwie odnogi, szyny zbiornikowe są niepotrzebne; i w innych razach można je zastąpić dwoma kawałkami linki izolowanej, rozpiętymi odpowiednio na spodzie tablicy.

Szyny zbiornikowe są połączone z *ochronnikami odnóg*; od tych ostatnich dopiero rozchodzą się przewo-

duiki do lamp. *Ampermetr* włącza się pomiędzy ochronnik główny, a szynę zbiornikową.

Wszystkie przyrządy, którymi ma manewrować maszynista, jak przerywacze i regulatory, umieszczają się na takiej wysokości, aby je łatwo było dosięgnąć.

*Połączenia pomiędzy aparatami* tworzą się z dobrze izolowanych przewodników, przymocowanych do tablicy od spodu za pomocą mosiężnych klamer, podobnych do przedstawionej na fig. 95. W otwory, przez które przewodniki te przechodzą na przednią stronę tablicy, do aparatów, wstawia się gilzy porcelanowe. W miejscach, gdzie dwa przewodniki się krzyżują, należy je przedzielić kawałkiem czerwonej fibry, przymocowanej gwoździkami do tablicy.

Dobry zwyczaj mają niektórzy instalatorowie francuzcy, którzy na tablicy rozdzielowej zawieszają *rysunek*, przedstawiający wszystkie jej połączenia; pozwala on każdemu, nawet nie obeznanemu z instalacją, łatwo się w całym urządzeniu oryentować.

*Tablica rozdzielowa* ustawia się w miejscu suchem, nie podlegającym wstrząśnieniom, któreby mogły wpływać na wskazówki instrumentów. Najlepiej jest, gdy odstaje ona tak daleko od ściany, aby można było swobodnie po za nią wchodzić; w ten sposób łatwo się dadzą wykonać wszelkie zmiany, któreby w następstwie okazały się potrzebnymi. Tam, gdzie urządzenie takie jest niemożliwe, należy odsunąć tablicę od muru przynajmniej na 5 cm dla ochrony przewodników od wilgoci. W tym celu wstawiają się pomiędzy tablicę i ścianę spore rolki porcelanowe, przez otwory których przechodzą śruby, utrzymujące



tablicę. Przewodniki, idące od tablicy na ścianę, powinny być na pewnej długości skrócone w spiralne tak, aby na wypadek jakich zmian lub reparaacyi na spodzie tablicy można ją było odsunąć od muru, nie naruszając połączeń.

106. **Piorunochrony.** Maszyny elektryczne instalacyi, w skład której wchodzi długie linie zewnętrzne, mogą być uszkodzone przez pioruny. Chmury i ziemia w czasie burzy są to jakby dwa przewodniki figury 2, pomiędzy którymi panuje bardzo wysokie napięcie elektryczne. Napięcie to jest tak potężne, że pomimo bardzo wielkiego oporu, jaki posiada powietrze, może powstać chwilowy prąd, połączony z blaskiem i hukem, podobny pod względem własności do znanego nam luku elektrycznego. Taki prąd chwilowy zowiemy piorunem.

Piorun wybiera sobie taką drogę do ziemi, na której spotyka najmniejszy możliwie opór, na szczególne zatem niebezpieczeństwo z jego strony są wystawione rozpięte wysoko po nad ziemią przewodniki elektryczne. Gdy piorun uderzy w którykolwiek z nich, to zbiega po nim w formie zwykłego prądu do maszyny i, przebiwszy izolację zbroi, dostaje się do części żelaznych, z tych zaś uchodzi w fundament i w ziemię. Wskutek tego podlega uszkodzeniu maszyna, i są narażone na niebezpieczeństwo porażenia osoby, stojące w pobliżu. Aby uniknąć takiego wypadku, dłuższe linie zewnętrzne zaopatruje się w piorunochrony, których dzisiaj istnieje bardzo wiele systemów. Jeden z nich przedstawia w ogólnych zarysach fig. 124; inne, najczęściej używane, są oparte na podobnej zasadzie.

Widzimy tutaj trzy mosiężne lub miedziane cylindry A, B i C, na których powierzchni wryte są trójkątne rowki, skutkiem czego utworzyły się ostre obręczkowe występy. Cylindry są ustawione tak blisko siebie, że odległość pomiędzy ich występami wynosi wszystkiego 0,2 do 0,4 mm. Dwa skrajne, A i C, łączą się z przewodnikami linii zewnętrznej, środkowy zaś B z ziemią.

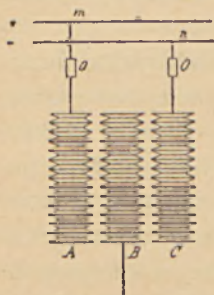


Fig. 124.

Dajmy na to, że piorun uderzył w przewodnik dodatni. Prąd, powstały w tym momencie, dobiegłszy do punktu *m*, ma przed sobą dwie drogi: jedną do dynamo, drugą zaś do cylindra A, ztąd przez mały przedział pomiędzy występami na cylinder B i w ziemię. Druga z tych dróg posiada zwykle mniejszy opór (szczególniej, jeżeli maszyna jest izolowana od ziemi, jak to przepisuje § 28), ją też zatem piorun obiera. Pomiedzy cylindrami A i B powstaje wtedy chwilowy łuk elektryczny, który stapia zwrócone ku sobie występy. Należy po burzy obejrzyć piorunochron i, jeżeli wypadek podobny miał miejsce, to obrócić obydwie cylindry około osi tak, aby zuowu stanęły na przeciwko siebie strony nie uszkodzone.

Zdarza się nieraz, że piorun uderza jednocześnie w obydwie przewodniki dodatni i ujemny, i wtedy tworzy się łuk elektryczny pomiędzy A i B, a także pomiędzy C i B. Jeżeli w tym czasie maszyna jest w ruchu, to prąd jej znajduje tym sposobem połączenie w piorunochronie

między cylindrami A i C, i wzrasta skutkiem tego do tak wysokiego natężenia w części linii, leżącej pomiędzy dynamo i piorunochronem, że ochronnik jej się topi. Chcąc wypadku takiego uniknąć, potrzeba tylko w przewodniki, łączące piorunochron z linią, wstawić ochronnik dwubiegunowy OO mniejszy od ochronnika linii, stopi się więc pierwszy z nich, a linia pozostanie połączoną z maszyną.

Gdyby jednak po raz drugi w ciągu tej samej burzy piorun uderzył, to zastanie linię nieuzbrojoną. Z tego powodu w czasach ostatnich coraz bardziej wchodzi w użycie piorunochrony, które automatycznie gaszą łuk powstały skutkiem piorunu, przy których zatem ochronniki są niepotrzebne.

W większych instalacjach każda linia zewnętrzna otrzymuje piorunochron oddzielny, w instalacjach zaś mniejszych jeden przyrząd taki jest dostateczny; łączy się go z szynami zbiornikowymi, lub też z którąkolwiek linią zewnętrzną.

*Piorunochrony*, podobne do wyżej opisanego, *umieszcza się* wewnątrz budynku, ale zdala od tablicy rozdzielowej i maszyny; zważać przy tem należy, aby nie było w pobliżu przedmiotów łatwo zapalnych.

Jeżeli linie zewnętrzne są przeciągnięte pomiędzy wysokimi budynkami i niezbyt rozległe, to można ograniczyć się na urządzeniu prostszem, przedstawionem na fig. 125.  $S_1$  i  $S_2$  oznaczają tu końce szyn zbiornikowych,  $A_1$  i  $A_2$  — dwa przyrządyczne kawałki miedzi lub mosiądzu, przytwierdzone do tablicy rozdzielowej i połączone z szynami za pomocą ochronników  $O_1$  i  $O_2$ , M także sam ka-

walek większy z dwoma otworami gwintowanymi na śruby  $R_1$  i  $R_2$ . Śruby te wkręcają się tak głęboko, aby odstęp pomiędzy ich zastrzonymi końcami i przyzmatami  $A_1$  i  $A_2$  był mniejszy od  $\frac{1}{2}$  mm; przyzmat  $M$  łączy się z ziemią za

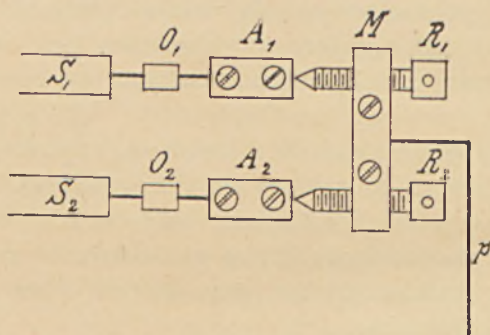


Fig. 125.

pomocą przewodnika  $p$ . Przyrząd ten działa zupełnie taksamo, jak poprzedni. Cylindrom  $A$  i  $C$  (fig 124) odpowiadają tutaj przyzmaty  $A_1$  i  $A_2$ , cylindrowi  $B$  — przyzmat  $M$ , ostrym występom na cylindrach — końce śrub  $R_1$  i  $R_2$ .

Piorunochron spełnia swe zadanie wtedy tylko, gdy połączenie jego z ziemią posiada mały opór elektryczny. Najlepiej jest połączyć go z rurą wodociagową, lub w braku tej z gazową, za pomocą drutu miedzianego 4-ch do 5-iu mm średnicy, starannie przylutowanego do rury. Gdzie niema rur, tam zakopuje się 1 m<sup>2</sup> blachy miedzianej głęboko w ziemię, aż do warstwy wody zaskórnej. Połączenie tworzy się wtedy z cynkowanej linki żelaznej, którą przymocować trzeba do blachy nitami lub śrubami a następnie starannie zlutować.

## Akumulatory.

107. Ładowanie i wyładowywanie. Weźmy dwie płyty ołowiane A i B, wstawmy je w naczynie, wypełnione rozcieńczonym kwasem siarczanym, i połączmy z końcówkami maszyny dynamo elektrycznej, jak to wskazuje

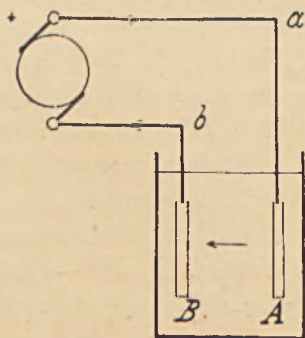


Fig. 126.

fig. 126. Jeżeli wprawimy teraz w ruch dynamo, to prąd będzie obiegał obwód następujący: końcówka dodatnia,

A, kwas siarczany, B, końcówka ujemna. Z początku nie dostrzeżemy w naczyniu zmian żadnych, po jakimś czasie jednak zacznie się z kwasu dobywać gaz, posiadający kwaśny zapach; zjawisko to występuje coraz silniej, aż wszystek płyn wypełni się pęcherzykami gazu, nadającymi mu mleczny wygląd.

Przerwijmy teraz połączenie płyt z maszyną, a połączmy je natomiast z końcówkami ampermetru. Skazówka jego odchyli się, a więc otrzymujemy z naczynia prąd elektryczny w kierunku od A do B. Prąd ten słabnie z czasem coraz bardziej, w końcu zaś ustaje zupełnie.

Zestawienie płyt ołowianych w kwasie siarczanym, przedstawione na fig. 126, zwiemy *akumulatorem*. Wydaje się, jakby maszyna pompowała do akumulatora płyn elektryczny, który następnie można ztamtąd wypuścić. Mówimy, że maszyna *ładuje* akumulator, wydobywanie zaś prądu z niego zwiemy *wyładowywaniem*.

Punkty *a* i *b*, w których płyty łączą się z przewodnikami zewnętrznymi, nazywamy *końcówkami akumulatora*: *a* — *dodatnią*, *b* zaś — *ujemną*. Przez końcówkę dodatnią wchodzi prąd do akumulatora przy ładowaniu, wychodzi zaś przy wyładowywaniu.

Płyty A i B zwiemy *elektrodami akumulatora*: A — *elektrodą dodatnią*, B zaś — *ujemną*, mówimy też wprost o płycie dodatniej i ujemnej.

108. **Pojemność akumulatora.** Włączmy w jeden z przewodników, łączących akumulator z dynamo, ampermetr i podczas ładowania regulujmy tak maszynę, aby natężenie prądu było wciąż jednakowe i równe np. 10

amperom. Dajmy na to, że ładowanie trwało dokładnie godzinę, i że po tym czasie wyłączyliśmy maszynę, dostrzegłszy żywe wydzielanie się gazu. Łatwo obrachować, że do akumulatora wpłynęło 10 ampero-godzin (§ 4).

Zamiast ampermetru moglibyśmy włączyć szczególny przyrząd, zwany *elektromiarem*. Wskazuje on, ile amperów godzin przezeń przepłynęło tak samo, jak wodomiar wskazuje, ile przepłynęło wiader lub litrów wody.

Przy wyładowywaniu akumulatora możemy znowu za pomocą stosownie użytego ampermetru lub elektromiaru znaleźć ilość ampero-godzin, która z akumulatora wypłynęła aż do zupełnego wyczerpania. Ilość ta będzie cokolwiek mniejszą, niż poprzednia; wynosi ona w danym wypadku 8 do 9 ampero-godzin.

Gdybyśmy pomimo silnego wydobywania się gazu przy ładowaniu akumulatora ładowali go wciąż dalej i tym sposobem wpędzili weni nie 10, lecz np. 18 ampero-godzin, to przy wyładowywaniu otrzymalibyśmy jednak nie więcej niż poprzednio, t. j. 8 do 9 amp.-godzin. Tą największą ilość ampero-godzin, którą można z akumulatora wydestać zwiemy *pojemnością* jego.

Następujące proste porównanie pozwoli nam jasno zdać sobie sprawę z tylko co opisanych zjawisk. Wyobraźmy sobie, że pompujemy wodę do zbiornika i zatrzymujemy się dopiero wtedy, gdy już jesteśmy pewni, że napelniał się on kompletnie. Wypuszczając teraz wodę ze zbiornika, otrzymamy jej cokolwiek mniej, niż dostarczyła pompa, gdyż trochę przelało się przez wierzch, trochę wyparowało, a cokolwiek pozostało też w nie-

równościach dna. Rzecz prosta, że do zbiornika można dopóty tylko pompować wodę, dopóki go ona nie wypełni, próżnem zaś byłoby pompowanie dalsze. Pompa da się przyrównać do maszyny dynamoelektrycznej, zbiornik do akumulatora, woda do płynu elektrycznego, wreszcie zawartość zbiornika do pojemności akumulatora.

Pojemność zależy w pierwszym rzędzie od wielkości elektrodów, a prócz tego od innych okoliczności, które zostaną wyjaśnione w dalszym ciągu.

109. **Napięcie akumulatora.** Połączmy końcówki akumulatora z czułym woltmetrem i obserwujemy panujące tutaj napięcie podczas ładowania i wyładowywania. Zauważymy przy tem, co następuje.

Zanim puściliśmy w ruch maszynę, napięcie akumulatora było równem zeru, w pierwszych jednak chwilach ładowania podnosi się ono bardzo szybko aż do 2,08 wolta, i na tej mniej więcej wysokości trwa wciąż aż do chwili, gdy pokazuje się gaz. Odtąd wzrasta znowu stopniowo aż do 2,7 wolta, i tutaj się już ostatecznie zatrzymuje. Wtedy właśnie ma miejsce owo silne wydzielanie się gazu, które oznacza koniec ładowania.

W pierwszych chwilach wyładowywania napięcie akumulatora spada odrazu aż do 1,9 wolta, i na tej mniej więcej wysokości utrzymuje się długo; następnie zaczyna powoli się zmniejszać i dochodzi tak do 1,83 wolta, od tego punktu spadek jego jest bardzo gwałtowny aż do zera, które oznacza wyczerpanie kompletne \*).

---

\*) Podane tutaj cyfry odpowiadają akumulatorom już udoskonalonym technicznie (posiadającym mały opór we-



110. **Formowanie płyt.** Akumulator utworzony w sposób, opowiedziany w § 107, posiada bardzo małą pojemność. W kilka minut można go naładować, jeszcze prędzej się wyladowuje nawet przy słabym prądzie. Jeżeli jednak wiele razy ładować go i wyladowywać, a przytem jeszcze brać raz za dodatnią płytę A, drugi raz B, to pojemność będzie się zwiększała. Zauważymy przytem, że ołów przechodzi w masę miękką i kruchą, w tak zwany *ołów gąbkowaty*, i zmiana ta sięga coraz dalej w głąb płyt. Takie powiększanie pojemności zowie się *formowaniem akumulatora*.

Akumulatory, znajdujące się w handlu, były już formowane w fabryce, posiadają więc zwykle wysoką pojemność. Gdy użyjemy akumulatora takiego np. do oświetlenia elektrycznego i będziemy go ładowali i wyladowywali, to proces formowania będzie trwał dalej, i coraz więcej ołowiu będzie przechodziło w stan gąbkowaty, aż w końcu płyty przeformują się kompletnie. Gdy w ten sposób zniknie, lub bardzo osłabnie rdzeń metaliczny, płyta kruszy się i rozpada; los podobny spotyka daleko prędzej płyty dodatnie, niż ujemne.

Z natury rzeczy zatem wynika, że akumulator może służyć tylko przez pewien ograniczony przeciąg czasu, umiejętnie jednak obchodzenie się z nim może trwanie jego znakomicie przedłużyć, odwrotnie zaś, obchodzenie się źle niszczy go w bardzo krótkim czasie.

---

wnętrznym), w prostym elemencie, przedstawionym na fig. 126, przebieg zjawiska wskutek znacznej straty napięcia byłby inny.

Ponieważ opisany wyżej sposób formowania trwa bardzo długo, usiłują więc go skracać rozmaitymi sposobami. Najbardziej rozpowszechniony polega na tem, że na płyty wprowadza się rozmaite połączenia chemiczne ołowiu. Najczęściej płyty dodatnie smarują się minią, rozrobioną z niewielką ilością kwasu siarczanego, ujemne zaś — w tenże sam sposób przygotowaną ołowianą glejta. Odróżnić jedne od drugich można po tem, że dodatnie są koloru brunatnego, lub ciemno-ceglastego, ujemne zaś zachowują szarą barwę zaśniedziałego ołowiu. Akumulator, utworzony z płyt takich, posiada od samego początku wysoką pojemność.

111. **Konstrukcja akumulatorów.** Wiemy już, że pojemność akumulatora zależy od rozmiarów płyt (§ 108); ważną jest tu głównie szerokość i długość, czyli powierzchnia, nie zaś grubość, od której znowu w pierwszym rzędzie zależną jest trwałość, jak to łatwo zrozumieć na zasadzie § poprzedzającego.

Fig. 127 przedstawia akumulator, widziany z góry, w którym za pomocą szczególnego urządzenia otrzymano znaczną powierzchnię płyt, a więc i znaczną pojemność. Trzy płyty dodatnie  $d$  są połączone razem i działają, jakby jedna płyta wielka; podobnie są połączone cztery płyty ujemne  $u$ , i wszystkie ustawione pionowo w jednym naczyniu; każda płyta dodatnia stoi pomiędzy dwiema ujemnymi, wypada więc zawsze ujemnych o jedną więcej. Im więcej płyt, tem większą pojemność posiada akumulator.

*Połączenia pomiędzy płytami* tworzą się ze zlutowanych odpowiednio pasków ołowiu. *Naczynia* do akumulatorów mniejszych biorą się szklane, do większych — drewniane, wykładane wewnątrz ołowiem.

*Płyty utwierdzają się* we właściwym położeniu za pomocą rozmaitych urządzeń w taki sposób, aby dwie sąsiednie w żadnym razie nie mogły się zetknąć, dość jednak luźno, aby nie tamować rozszerzania, które zawsze przy ła-

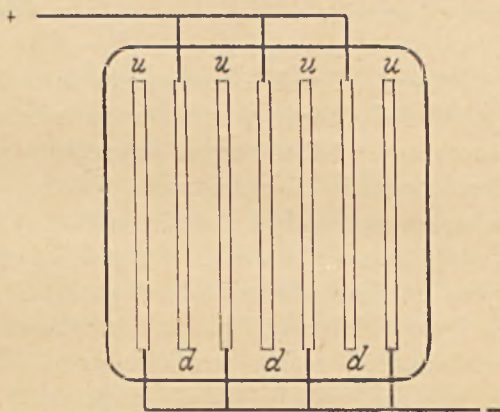


Fig. 127.

dowaniu ma miejsce. Ponieważ z płyt dodatnich, a niekiedy i ujemnych, wypadają z czasem kawałki masy, które mogłyby sprowadzić połączenie pomiędzy elektrodami, umieszcza się przeto płyty na 3 do 4 cm po nad dnem naczynia, kawałki masy zatem spadają swobodnie, nie tworząc szkodliwych połączeń. Brzeg naczynia powinien

wystawać na kilka cm po nad elektrodami, gdyż te muszą być pogrążone kompletnie w kwasie siarczanym.

*Rusztowanie, utrzymujące płyty* w należytem położeniu, urządza się głównie ze szkła, ebonitu i kauczuku. Używa się też niekiedy do tego drzewa (szczególniej na podstawki), dobrze wygotowane poprzednio w parafinie, urządzenia takiego jednak zalecić nie można, gdyż części drewniane zawsze koniec końców rozpadają się pod wpływem kwasu siarczanego, a podobno powstaje przy tem kwas octowy, bardzo szkodliwie działający na ołów.

112. **Kwas.** Trwałość akumulatorów w wysokim stopniu zależy od dobroci i właściwego rozcieńczenia kwasu siarczanego. Na 100 części potrzebnego płynu na miarę bierze się około 15 części kwasu, jaki spotykamy w handlu (ciężar gatunkowy 1,8) i 85 części wody, albo na wagę 24 części kwasu i 76 wody. Cyfry te jednak mogą służyć tylko do przybliżonego obraehowania ilości potrzebnego kwasu i wody; proporeya ich musi być oznaczoną dokładniej według prawidła: *gęstość lub ciężar gatunkowy mieszaniny powinien być równym 1,15*, to znaczy, że mieszanina ma być 1,15 razy cięższą od wody.

Aby sprawdzić ciężar gatunkowy płynu, posługujemy się przyrządem, zwanym *areometrem*. Jest to rurka, zatopiona z obydwóch stron, w której dolny koniec nalano cokolwiek rtęci, lub nasypano śrutu, prócz tego na rurce urządzona jest skala, podobnie jak na termometrze.

Gdy włożymy areometr w płyn jakikolwiek, to będzie on w nim pływał, stojąc, i zanurzy się tem głębiej, im lżejszy (rzadszy) jest płyn; ciężar gatunkowy płynu

wskaże nam kreska skali, do której się przyrząd pogrąży. W czystej wodzie zanurza się on do kreski, przy której stoi 1, w kwasie siarczanym handlowym — do kreski 1,8.

Przyprawiając płyn do akumulatorów, kładziemy areometr do naczynia z wodą i dolewamy powoli kwasu tak długo, aż dopóki przyrząd nie wskaże 1,15. Nigdy zaś nie należy dolewać wody do mocnego kwasu, gdyż ten rozpryskuje się w takim razie na wszystkie strony.

Są *areometry* t. zw. *Baumé*, skala, których jest podzielona na stopnie, posiadające pewne znaczenie umówione. Nie będziemy bliżej opisywali znaczenia tych stopni; dla celów naszych dostatecznym będzie wiedzieć, że w mieszaninie, dla akumulatorów właściwej, *areometr Baumé wskazuje 19 stopni*.

Kwas siarczaný do akumulatorów powinien być możliwie czystý \*), woda — dystylowana lub przynajmniej filtrowana deszczowa.

Najlepiej jest mieszaninę, odpowiadającą powyższym warunkom, brać już gotową z dobrej fabryki kwasu siarczanego.

Zauważymy tu jeszcze, że ciężar gatunkowy kwasu w czasie ładowania wzrasta, areometr więc pogrąża się w nim coraz mniej, po wyladowaniu wszystko powraca znowu do poprzedniej miary.

---

\*) Według przepisu fabryki akumulatorów w Hagen ma on być wolny od wszelkich metali, strąconych przez siarkowódór; azotan srebra nie powinien dawać osadu, lecz najwyżej wywoływać opalowe zmęcenie, ilość kwasów saletrzanego i saletrowego, i amoniaku, razem wziętych, nie ma przynieść 0,1% ilości  $\text{SO}_3$ .

113. **Prąd ładowania i wyładowywania.** Niech będzie akumulator, na naładowanie którego potrzeba 130 ampero-godzin. Tę ilość elektryczności można mu dostarczyć w ciągu czasu krótszego lub dłuższego; tak np. ładując 13 amperami, będziemy na to potrzebowali  $130:13 = 10$  godzin, przy 26 amperach — 5 godzin, przy 130 amperach tylko godzinę \*). Wynika z tego, że akumulator można naładować tak szybko, jak tylko chcemy, byleby tylko zastosować prąd dostatecznie silny.

Wiadomo jednak z praktyki, że zbyt silny prąd ładowania zmniejsza trwałość akumulatora, fabryki też przepisują zwykle, iloma najwyżej amperami ładować wolno. Przy użyciu tego *prądu dozwolonego* ładowanie trwa zwykle mniej więcej 5,5 godziny, w naszym przykładzie zatem natężenie dozwolone  $= 130:5,5 = 24$  amp. Wolno jest jednakże ładować prądem słabszym, i wtedy będzie potrzeba odpowiednio więcej czasu.

Można również wyładowywać akumulator szybko lub wolno, za pomocą prądów rozmaitych natężeń; wyładowuje się on nawet w jednej chwili, gdy połączyć krótko jego końcówki. I tu wszakże zbyt silny prąd zmniejsza trwałość przyrządu, fabryki więc przepisują także najsilniejszy *prąd dozwolony wyładowywania*, które trwa przy tem zwykle 3 godziny.

*Pojemność akumulatora jest do pewnego stopnia zależną od prądu wyładowywania; im silniejszy prąd, tem*

---

\*) Cyfry te nie zupełnie są ściśle; w rzeczywistości, ładując akumulator prądem słabym, zużywamy mniej amperów godzin.

mniej amperów godzin otrzymujemy z przyrządu, inaczej mówiąc, pojemność okazuje się tem większą, im dłużej trwa wyladowywanie. Aby zależność tę lepiej uwidocznic, weźmiemy jeszcze raz pod uwagę akumulator, który już rozpatrywaliśmy w § niniejszym.

Jeżeli go wyladowujemy

w ciągu 3 g., to pojem.	=	90 amp.-g., a siła prądu	=	90:3	=	30 amp.
" 5 " " "	=	100 " " " "	=	100:5	=	20 "
" 7 " " "	=	112 " " " "	=	112:7	=	16 "
" 10 " " "	=	120 " " " "	=	120:10	=	12 "

W jakikolwiek sposób wyladowujemy dany akumulator, zawsze na ladowanie wychodzi 130 amp.-godz., widzimy więc, że korzystniej jest wyladowywać go powolnie, prądem słabym, niż pośpiesznie prądem silnym.

114. **Łączenie elementów w baterye.** Wiemy z § 109, że napięcie akumulatora przy końcu wyladowywania wynosi 1,83 wolta; gdyby nam było potrzebne napięcie dwa razy wyższe, to należałoby połączyć w szereg dwa akumulatory podobnie, jak łączymy w szereg dwie maszyny dynamo-elektryczne (§ 48).

Na fig. 128 widzimy akumulatory  $A_1$ ,  $A_2$  i  $A_3$ , których końcówki dodatnie oznaczono odpowiednio literami  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ , ujemne zaś —  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ; końcówka ujemna  $b_1$  pierwszego z nich łączy się z dodatnią  $a_2$  drugiego. Ponieważ napięcie pomiędzy  $a_1$  i  $b_1$ , a także pomiędzy  $a_2$  i  $b_2$  wynosi 1,83 wolta, zatem pomiędzy  $a_1$  i  $b_2$  otrzymamy  $1,83 + 1,83 = 1,83 \times 2 = 3,66$  wolta. Z końcówką

$b_2$  łączy się  $a_3$ , i oczywiście pomiędzy  $a_1$  i  $b_3$  panuje napięcie  $= 1,83 + 1,83 + 1,83 = 1,83 \times 3 = 5,49$  wolta.

Kilka akumulatorów, połączonych wskazanym sposobem, tworzy baterję, a każdy z nich zowie się *elementem* tej baterji. *Napięcie baterji jest równe napięciu jednego elementu, pomnożonemu przez ich liczbę.* Z prawidła tego wynika, że chcąc zastosować akumulatory do oświetlenia

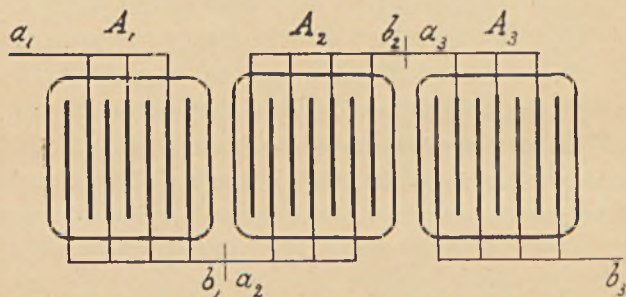


Fig. 128.

elektrycznego, w instalacji 65-o woltowej połączyć należy w szereg  $65 : 1,83 = 36$  elementów,

w 110 woltowej  $110 : 1,83 = 60$  elementów,

w 150 woltowej  $150 : 1,83 = 82$  elementów.

Łącząc elementy w szereg, powiększamy tylko napięcie, natężenie zaś prądu i pojemność zostają też same, co i dla jednego. Połączmy np. w szereg 60 elementów, dla których najsilniejszy prąd dozwolony wyładowania wynosi 50 amp., pojemność zaś — 150 amp.-godzin. Jeżeli rzeczywiście bateria wydaje 50 amp., to prąd ten przepływa po kolei wszystkie elementy, a więc każdy z nich wyładowuje się tak samo, jak gdyby inne



wcale nie istniały. Po trzech godzinach z każdego wypłynię  $50 \times 3 = 150$  ampero-godzin, to jest nastąpi wyczerpanie. Tak więc prąd najsilniejszy dozwolony dla całej baterji wynosi 50 amp., pojemność zaś jej — 150 amp.-godzin.

*Akumulatory można także łączyć równolegle, chociaż urządzenie to mniejsze ma zastosowanie w praktyce.*

Fig. 129 przedstawia właśnie dwa połączone równolegle elementy. Przy wyladowywaniu każdy z nich daje 50 amperów, razem więc otrzymamy  $50 + 50 = 50 \times 2 = 100$  amperów, a w ciągu trzech godzin  $100 \times 3 = 300$  ampero-godzin. Wogóle przy łączeniu równoległym prąd

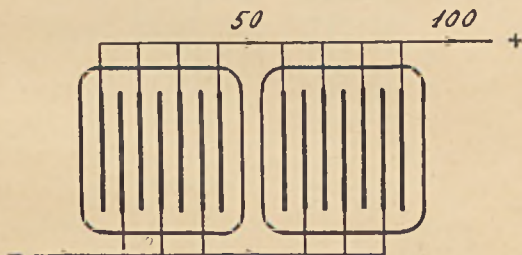


Fig. 129.

*dozwolony baterji jest równy sumie prądów dozwolonych elementów, pojemność baterji — sumie pojemności elementów. Oczywiście jest natomiast rzeczą, że napięcie kilku elementów, połączonych równolegle, jest równe napięciu jednego z nich.*

Z rozważań powyższych widzimy, że dwa akumulatory, połączone równolegle, działają zupełnie tak-

samo, jak jeden akumulator podwójnej wielkości; pary więc takie możemy łączyć w szereg tak, jak elementy pojedyncze. Połączenie takie mamy na fig. 130. Są tu połączone równolegle elementy  $A_1$  i  $B_1$ , a także  $A_2$  i  $B_2$ , wreszcie  $A_3$  i  $B_3$ , i trzy te pary tworzą szereg.

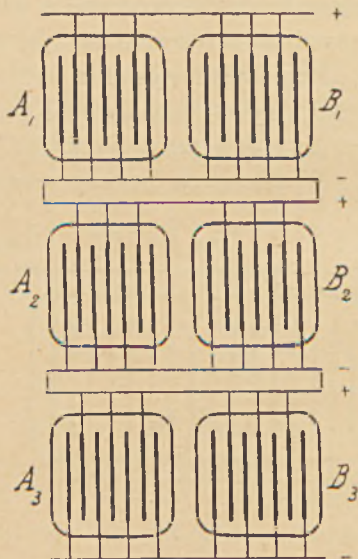


Fig. 130.

Jeżeli połączymy w ten sposób 60 par elementów, o jakich już była mowa w § niniejszym, to napięcie całej baterji będzie  $= 1,83 \times 60 = 110$  woltom, prąd dozwolony  $= 50 + 50 = 100$  amp., pojemność  $= 150 + 150 = 300$  ampero-godzin.

115. **Maszyna do ładowania.** Fig. 131 wyobraża maszynę dynamo elektryczną prądu głównego, połączoną z baterią akumulatorów *a b* celem ładowania tejże; *a* oznacza końcówkę dodatnią bateryi, *b* — ujemną.

W obwodzie zamkniętym, który się w ten sposób utworzył, działają jednocześnie dwa napięcia: jedno-

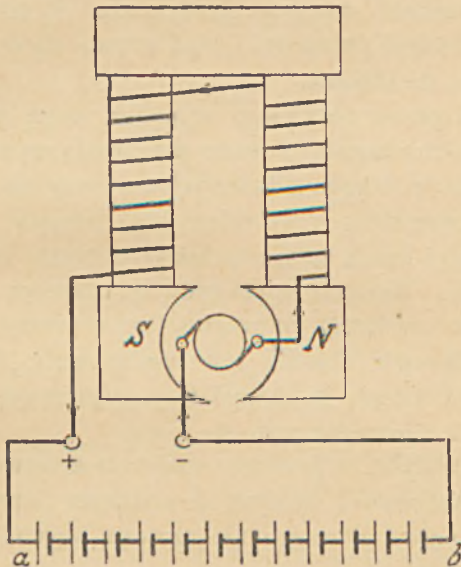


Fig. 131.

szyny, usiłujące wzbudzić prąd w kierunku, oznaczonym strzałkami, drugie — bateryi, pchające go w kierunku odwrotnym.

Zupełnie podobny zachodzi wypadek, gdy pompa pędzi wodę do zbiornika, wysoko po nad nią położonego;

pompa usiłuje wzbudzić prąd wody ku górze, woda zaś pod wpływem własnego ciężaru prze ku dołowi.

Jeżeli napięcie maszyny jest większe od napięcia bateryi, to istotnie nastąpi prąd w kierunku strzałek t. j. będzie miało miejsce ładowanie. Dajmy teraz na to, że wskutek jakiegobądź przyczyny, np. chwilowego zwolnienia motoru, napięcie maszyny obniżyło się. W takim razie napięcie bateryi przeważa, i prąd zwraca się w kierunku odwrotnym do strzałek.

Następstwa podobnego wypadku mogą być bardzo groźne, elektromagnesy bowiem magnesują się odwrotnie: tam, gdzie był biegun północny (N), tworzy się południowy (S) i odwrotnie, a skutkiem tego napięcie maszyny zmienia się, i działa dalej również w kierunku odwrotnym do strzałek. Napięcia zatem maszyny i bateryi, które się poprzednio zwalczały nawzajem, teraz pomagają sobie, a ponieważ opór obwodu jest bardzo mały, prąd więc wzrasta tak dalece, że akumulatory wyladowują się w jednej chwili, i maszyna może się spalić.

Ze względu na powyższe niebezpieczeństwo, a także na inne okoliczności, których nie będziemy tu przytaczali, maszyny prądu głównego nie używają się do ładowania akumulatorów.

Na fig. 132 mamy *maszynę z odnogą*, połączoną odpowiednio do ładowania bateryi. Łatwo się przekonać, że w odnodze elektromagnesów prąd ma zawsze jeden kierunek, bez względu na to, czy ten pochodzi z maszyny, czy też z bateryi, odwrócenie przeto magnetyzmu jest tu niemożliwe, i maszyny z odnogą nadają się najlepiej do ładowania akumulatorów.

W maszynie sprzężonej prąd może zmienić kierunek w zwojach grubych cewek elektromagnesu, podlega więc ona temu samemu niebezpieczeństwu, co i maszyna prądu głównego. Zdarza się jednak niekiedy, że przy wprowadzaniu akumulatorów w instalacji starej, wypadnie zasto-

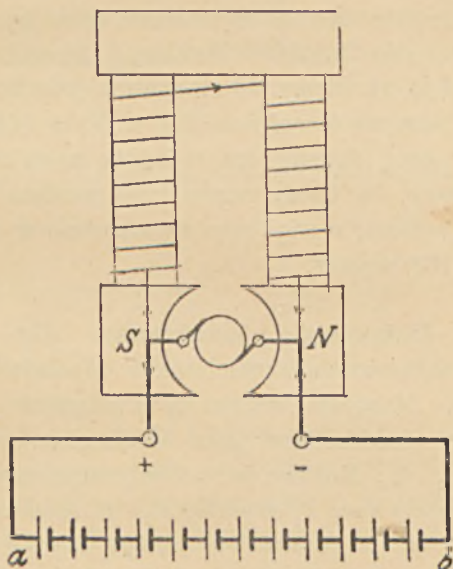


Fig. 132.

sować już istniejącą dynamo sprzężoną. Najlepiej jest wtedy przerobić ją na maszynę z odnogą. Niekiedy dostatecznym jest do tego wyłączyć zwoje grube, jeżeli pomimo to dynamo będzie w stanie dawać dość wysokie napięcie; w innych razach koniecznym jest nawinąć na ele-

ktromagnesy nowe cewki. Nie będziemy tu wchodzić w szczegóły, gdyż jest to wypadek wyjątkowy.

Wiemy z § 109, że napięcie akumulatora zmienia się w znacznych granicach: przy końcu wyładowywania wynosi ono 1,83, przy końcu ładowania 2,7 wolta. Jeżeli maszyna dynamo elektryczna ma pracować razem z baterią, to odpowiednio musi się zmieniać także jej napięcie.

Weźmy jako przykład instalację 110-woltową; potrzeba do niej, jak wiemy, 60 elementów, przy końcu więc ładowania maszyna dawać musi  $2,7 \times 60 = 162$  woltów. Jeżeli też sama dynamo ma w innym czasie dostarczać prądu do lamp, to wtedy napięcie jej powinno być równem 110 woltom, a więc musi się zmieniać w granicach od 110 do 162 woltów.

116. **Zastosowanie akumulatorów.** Fig. 133 objaśni nam zastosowanie akumulatorów do oświetlenia elektrycznego. Maszyna i bateria są tu połączone równolegle do lamp i pooddzielane jedno od drugiego przerywaczami  $P_1$ ,  $P_2$  i  $P_3$ . Możliwe tu są kombinacje następujące:

1) Przerywacz  $P_1$  otwarty,  $P_2$  i  $P_3$  zamknięte; maszyna wtedy ładuje akumulatory, lampy zaś się nie palą.

2)  $P_2$  otwarty,  $P_1$  i  $P_3$  zamknięte; lampy otrzymują prąd tylko od maszyny, akumulatory zaś są nieczynne.

3)  $P_3$  otwarty,  $P_1$  i  $P_2$  zamknięte; lampy otrzymują prąd od baterii, dynamo-nie czynna.

4) Wszystkie przerywacze zamknięte; prąd maszyny dzieli się na dwie części w punktach  $m$  i  $n$ ; jedna z nich idzie do baterii i ładuje ją, drugą zaś otrzymują lampy.

5) Wszystkie przerywacze zamknięte; prądy maszyny i baterji łączą się w punktach  $m$  i  $n$  i razem idą do lamp.

Druga z tych kombinacji rzadko bywa stosowana, przerywacz więc  $P_2$  najczęściej się opuszcza.

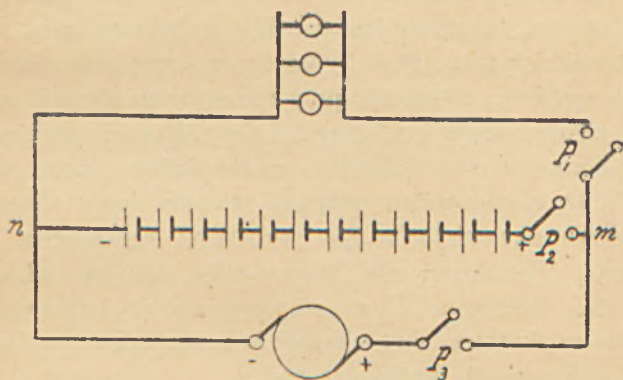


Fig. 133.

*Główne korzyści z podobnego użycia akumulatorów są następujące: Całe urządzenie maszynowe wypadnie mniejsze, niż bez akumulatorów, gdyż w czasie największego zapotrzebowania prądu część pracy bierze na siebie bateria.*

Bez akumulatorów opłaci się utrzymywać w ruchu maszynę tylko wtedy, gdy znaczna część lamp się pali, można zatem korzystać ze światła elektrycznego tylko w ciągu kilku godzin wieczornych; natomiast przy zastosowaniu akumulatorów można każdą lampę zapalić o każdej porze. Okoliczność ta gra bardzo ważną rolę szcze-

gólniej przy oświetleniu domów mieszkalnych, hotelów i szpitali.

Z § 109 wiemy, że napięcie akumulatora pozostaje przez długi czas prawie bez zmiany, wynika ztąd, że pomiędzy punktami  $m$  i  $n$  fig. 133 musi panować bardzo równe napięcie; może ono powoli się zwiększać w miarę ładowania, lub zmniejszać w miarę wyładowywania, lecz nie waha się tak, jak w dynamo przy nierówno chodzącym motorze. Ponieważ przy zastosowaniu 4 lub 5 z wyżej wymienionych kombinacyi lampy są wciąż połączone z punktami  $m$  i  $n$  o napięciu prawie stałym, muszą więc palić się równo nawet przy nie równym biegu dynamo. Bateria akumulatorów jest wybornym regulatorem napięcia, i tem lepiej spełnia to zadanie, im jest większa (§ 19). Szczególniej owe nieprzyjemne drgania światła, które są skutkiem zbyt lekkiego koła rozpędowego, dadzą się w ten sposób zupełnie usunąć.

Akumulatory wymagają zastosowania różnych przyrządów dodatkowych, nieoznaczonych na fig. 133, opisujemy je w §§ następujących.

117. **Przerywacz automatyczny.** Pomimo to, że w maszynie z odnogą odwrócenie magnetyzmu jest niemożliwe, jednakże i jej grozi pewne niebezpieczeństwo ze strony bateryi akumulatorów. Przypuśćmy np. że w razie kombinacyi 1 § poprzedzającego spadł pas maszyny elektrycznej, a skutkiem tego ustало jej napięcie. Bateria w takim razie wyładowuje się przez zbroję (por. fig. 132), która może się spalić, lub przynajmniej uleść znacznemu



uszkodzeniu, zanim odpowiedni ochronnik zdąży się stopić; oddziaływa to również fatalnie na samą baterię.

Wypadkowi podobnemu zapobiega t. zw. *przerwywacz automatyczny*, który włącza się na miejsce  $P_3$  fig. 133. Urządzenie jego i działanie wyjaśni w ogólnych zarysach fig. 134.

Widzimy tutaj elektromagnes  $E$ , kotwica którego  $K$  może się obracać około punktu  $A$ ; wydłużony jej koniec tworzy połączenie pomiędzy kontaktami  $t_1$  i  $t_2$ . Prąd od maszyny dopływa do  $t_1$ , dostaje się ztąd do  $t_2$ , i obiegłszy

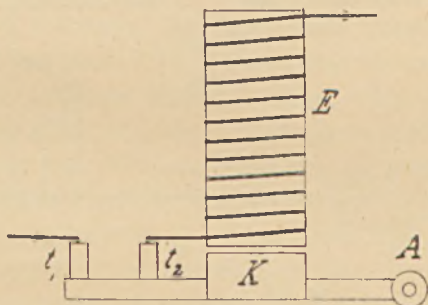


Fig. 134.

cewkę elektromagnesu, idzie dalej do punktu  $m$  (fig. 133). Siła elektromagnesu utrzymuje kotwicę w położeniu górnem.

Jeżeli dynamo wskutek jakiej bądź przyczyny utraci napięcie, to prąd w cewce  $E$  ustaje, kotwica  $K$  pod wpływem własnego ciężaru lub stosownej sprężyny opada, i połączenie pomiędzy  $t_1$  i  $t_2$  zostaje przerwane, zanim prąd z baterji dostanie się do maszyny.

118. Ładownica pojedyncza. Pod wpływem ładowania lub wyładowywania napięcie baterii podlega zmianom, musimy więc posiadać sposób jego regulowania, jeżeli chcemy, by lampy otrzymywały wciąż potrzebną ilość woltów. Służy do tego przyrząd, który nazwiemy ładownicą. Urządzenie jego i działanie objaśnia w ogólnych zarysach fig. 135.

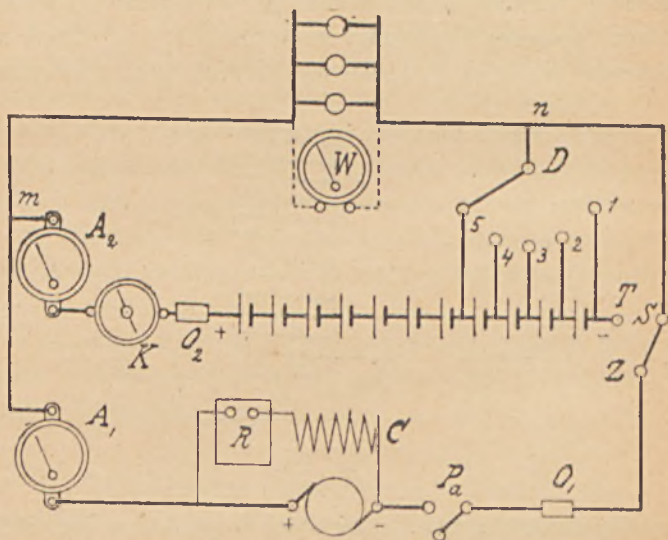


Fig. 135.

Widzimy tutaj maszynę dynamo-elektryczną, napięcie której można regulować za pomocą regulatora R, włączonego w odnogę elektromagnesu C. Prąd jej przechodzi z jednej strony przez ampermetr  $A_1$ , z drugiej zaś przez przerywacz automatyczny  $P_a$ , ochronnik  $O_1$  i kommuta-

tor Z. Prąd bateryi, przepłynąwszy ochronnik  $O_2$ , dostaje się do szczególnego przyrządu K, który nazwiemy *wskaznikiem*; wskazuje on kierunek prądu w przewodniku, w który został włączony, ze wskazań więc jego wnosimy, czy się bateria ładuje, czy też wyładowuje; od K prąd jej przechodzi przez ampermetr  $A_2$  do punktu  $m$ .

Zwróćmy teraz uwagę na ladownicę, składającą się z metalowego drążka, który obraca się swobodnie około punktu D, dotykając z kolei kontaktów, 1, 2, i t. d. Kontakt 1 łączy się z końcówką ujemną bateryi, kontakt 2 — z punktem bateryi, leżącym pomiędzy elementami pierwszym i drugim, 3 — z punktem pomiędzy elementami drugim i trzecim i t. d. Oś obrotu D drążka jest połączona z punktem  $n$  przewodnika, idącego do lamp. Urządzenie takie pozwala na rozmaite kombinacye, które przejdziemy tutaj w innym porządku, niż w § 116.

1) *Maszyna stoi, bateria zaś wyładowuje się, dostarczając prądu do lamp.* Przerwywacz  $P_a$  jest przy tem otwarty, drążek kommutatora Z stoi jakkolwiek, napięcie, panujące w lampach, wskazuje woltmetr W. Dajmy na to, że jest ono dość wysokie, gdy drążek ladownicy stoi na kontakcie 5; pracuje tutaj cała bateria prócz czterech elementów zwanych zapasowymi, od piątego aż do końcówki ujemnej. Prąd obiega przy tem obwód następujący: końcówka dodatnia bateryi,  $O_2$ , K,  $A_2$   $m$ , lampy,  $n$ , D, 5, końcówka ujemna elementu piątego. Gdy z czasem napięcie w części pracującej akumulatorów osłabnie i stanie się już dla lamp niedostatecznem, to przestawiamy drążek ladownicy na kontakt 4; skutkiem tego, jak łatwo widzieć, do akumulatorów pracujących przybywa element

czwarty, napięcie zatem w lampach wzrośnie o 1,9 wolta (§ 109). Gdy napięcie zmniejszy się w dalszym ciągu, przesuwamy drążek na kontakt 3 i t. d. Kiedy nareszcie drążek ładownicy dojdzie do kontaktu 1, bateria powinna już być wyladowaną. Należy przy tem zważać na ampermetr  $A_2$ , aby prąd nie przekroczył granicy dozwolonej dla wyladowania.

2) *Lampy się nie palą, chcemy ładować akumulatory.* Do tego musimy znać napięcie baterji i napięcie maszyny; możemy użyć w tym celu dwóch woltmistrzów oddzielnych (nieoznaczonych na rysunku), z których jeden łączy się z końcówkami baterji, drugi z końcówkami maszyny. Przystawiamy przedewszystkiem drążek ładownicy na kontakt 1, drążek zaś kommutatora Z na S, i puszczaemy w ruch dynamo, napięcie której regulujemy za pomocą regulatora R; gdy wynosi ono 5 do 6 woltów więcej niż napięcie baterji, zamykamy przerywacz  $P_a$ . Prąd obiera sobie teraz drogę następującą: końcówka dodatnia maszyny,  $A_1$ , m,  $A_2$ , K,  $O_2$ , bateria, 1, D, n, S, Z,  $O_1$ ,  $P_a$ , końcówka ujemna maszyny. Możemy teraz za pomocą R i którego bądź z ampermetrów regulować prąd w ten sposób, aby nie przekroczył granicy dozwolonej dla ładowania.

Widzieliśmy wyżej, że elementy zapasowe pracują krócej, niż reszta baterji, są więc mniej wyczerpane, a najmniej ze wszystkich element pierwszy od końcówki ujemnej; on też naładuje się najprzód, co poznamy po żywym wydobywaniu się z niego gazu. Dalsze ładowanie tego elementu byłoby prózną stratą siły; aby zapobiedz temu przestawiamy drążek ładownicy na kontakt 2, skut-

kiem czego prąd powraca do maszyny już z końcówki ujemnej elementu drugiego, omijając w ten sposób pierwszy. Następnie naładuje się element drugi, przestawiamy więc drążek na kontakt 3 i t. d.

3) *Lampy otrzymują prąd od baterji i od maszyny.* Drążek ładownicy ustawiamy na taki kontakt, aby w lampach panowało potrzebne napięcie, drążek zaś kommutatora na S. Puszczenie w ruch maszyny dokonywa się, jak w kombinacji poprzedzającej z tą tylko różnicą, że napięcie jej w chwili zamykania przerywacza  $P_n$  powinno być o 5 lub 6 woltów wyższe, niż *napięcie w lampach*. Obydwa prądy łączą się w punkcie  $m$  i, przepłynąwszy przez lampy, rozchodzą się znowu w  $n$ . Natężenia ich odczytujemy na ampermetrach  $A_1$  i  $A_2$ , możemy zaś je regulować za pomocą regulatora R. Gdy włączymy w odnogę więcej oporu, to maszyna zacznie wysyłać mniej prądu, bateria natomiast — więcej (przy stałej szybkości motoru), prąd ogólny w lampach pozostaje przy tem bez zmiany. Zmniejszenie oporu sprowadza skutek odwrotny. Napięcie w lampach regulujemy za pomocą ładownicy.

4) *Lampy są zapalone, maszyna ładuje baterję.* Przypuśćmy, że mamy przejść do kombinacji tej od poprzedzającej. W tym celu tak regulujemy za pomocą R, aby cały prawie prąd, potrzebny dla lamp, dawały akumulatory, i przesuwamy wtedy drążek kommutatora na T; kommutator powinien być z przerwą, prąd więc maszyny na moment ustaje, i przerywacz  $P_n$  otwiera się automatycznie. Podnosimy teraz napięcie maszyny o 5 do 6 woltów wyżej, niż napięcie *całej baterji*, zamykamy znowu  $P_n$  i re-

gulujemy dalej za pomocą R, aby K wskazał ładowanie, i  $A_2$  — prąd dostatecznie silny.

Prąd maszyny dzieli się w punkcie  $m$  na dwie części; jedna z nich dąży przez  $A_2$ , K,  $O_2$ , baterię, T, Z,  $O_1$ , i Pa, druga zaś przez lampy,  $n$ , D, 5 (jeżeli na tym kontakcie stoi drążek), i dalej łączy się z poprzednią. Napięcie w lampach regulujemy za pomocą ładownicy, prąd zaś ładowania — za pomocą R.

W kombinacji tej ładujemy wciąż całą baterię i nie można wyłączać elementów już naładowanych, jak to czyniliśmy w 2; zobaczymy w § następującym, w jaki sposób niedogodność ta da się usunąć.

*Kommutator Z musi być z przerwą*, jak to już wzmiankowaliśmy.

W razie przeciwnym w chwili przesuwania drążka pierwsze cztery elementy (jeżeli drążek ładownicy stoi na 5) znalazłyby się w krótkim połączeniu, gdyż prąd ich obiegał by obwód następujący: końcówka dodatnia czwartego, 5, D,  $n$ , S, T, końcówka ujemna pierwszego. Opór tego obwodu jest bardzo mały, prąd więc, jakkolwiek krótki, byłby nadzwyczajnie silny, co zgubnie oddziaływa na akumulatory.

Elementy zapasowe stanowią zwykle  $\frac{1}{3}$  część wszystkich akumulatorów. Tak np. przy 110 woltach i 60 akumulatorach  $60:3 = 20$  elementów bierzemy za zapasowe, i ładownica otrzymuje 21 kontaktów.

119. **Ładownica podwójna.** Urządzenie, przedstawione na fig 136, różni się w dwóch tylko szczegółach od rozpatrywanego w § poprzedzającym. Przedewszystkiem

zamiast dwóch ampermetrów mamy tu tylko jeden A, przez który za pomocą kommutatora bez przerwy Z można przepuszczać prąd akumulatorów lub prąd maszyny. Dyspozycja taka jest już nam znana z § 98 (fig. 113) nie będziemy się więc dłużej nad nią zatrzymywali. Używa się ona w instalacjach mniejszych zarówno przy ładowni-  
cy pojedynczej, jak i podwójnej.

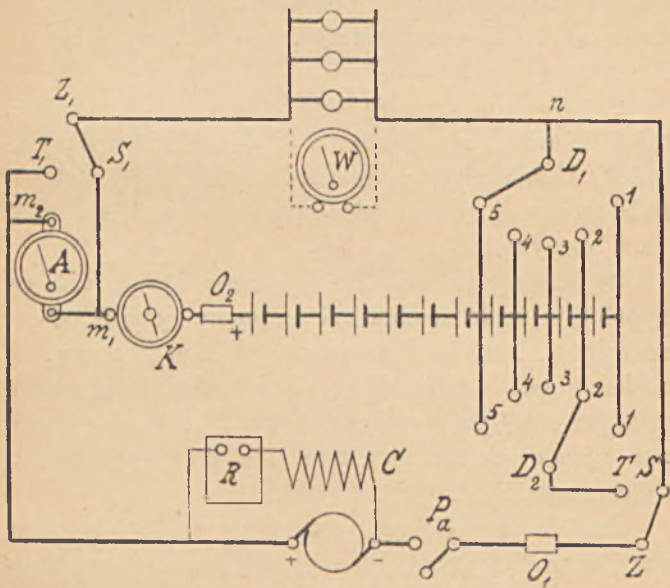


Fig. 136.

Powtórę zastosowano tutaj ładownicę podwójną, składającą się z dwóch ładownic pojedynczych, których odpowiadające sobie kontakty łączą się z tymi samymi punktami baterji.

Przejdziemy znowu po kolei kombinacye § poprzedzającego z opuszczeniem drugiej, jako nieużywanej.

1) *Maszyna stoi, bateria wyładowuje się, dostarcza-  
jąc prądu do lamp.* Przerywacz  $P_n$  jest tu otwarty, drążki kommutatora  $Z$  i ładownicy  $D_2$  stoją jakkolwiek, napięcie w lampach regulujemy za pomocą ładownicy  $D_1$ , prąd wyładowania wskazuje ampermetr  $A$ , gdy drążek kommutatora  $Z_1$  stoi na  $T_1$ . Kombinacya ta nie różni się niczem od 1) § poprzedzającego, nie będziemy więc jej bliżej rozpatrywali.

2) *Lampy otrzymują prąd od baterji i od maszyny.* Drążek kommutatora  $Z$  stoi na  $S$ , — ładownicy  $D_2$  jakkolwiek; kombinacya ta odpowiada najzupełniej 3) § poprzedzającego, i w taki sam sposób puszcza się tutaj w ruch maszynę.

3) *Lampy są zapalone, maszyna ładuje baterję.* Przypuścmy, że do kombinacyi tej mamy przejść od poprzedzającej. Gdyby kommutator  $Z$  miał przerwę, to przejście to odbywałoby się zupełnie taksamo, jak odpowiadające mu § poprzedzającego (kombin. 4), dogodniejszym jednak jest tu kommutator bez przerwy, i za taki będziemy uważali  $Z$ .

Drążek jego musimy przestawić na  $T$ , gdybyśmy jednak uczynili to przy położeniu drążków ładownic, oznaczonem na figurze, to zamknęlibyśmy krótko trzy elementy, t. j. drugi, trzeci i czwarty. Prąd ich obiegłby drogę: końcówka dodatnia czwartego,  $\delta$ ,  $D_1$ ,  $n$ ,  $S$ ,  $T$ ,  $D_2$ ,  $2$ , końcówka ujemna drugiego. Aby tego uniknąć, przestawiamy najprzód drążek  $D_2$  również na kontakt  $\delta$ , i wtedy dopiero przesuwamy na  $T$  drążek kommutatora  $Z$ , nie wy-



wołując już teraz krótkiego połączenia. Ponieważ prąd nie zostaje przy tem przerwany  $P_a$  więc nie otwiera, i całe przejście odbywa się bardzo łatwo i szybko.

Przesuwamy teraz drążek  $D_2$  na kontakt 1 i podnosimy prąd maszyny za pomocą regulatora  $R$ , aż dopóki  $K$  nie wskaże ładowania, ampermetr zaś — dostatecznego prądu (drążek kommutatora  $Z_1$  powinien stać przy tem na  $T_1$ ). Gdy zauważymy, że element pierwszy już się naładował, odłączamy go, przesunąwszy drążek  $D_2$  na kontakt 2, i toż samo czynimy po kolei z innymi elementami zapasowymi w miarę ich ładowania się. Tak więc niedogodność, o której była mowa w § poprzedzającym (komb. 4), została usunięta za pomocą ładownicy podwójnej. Napięcie w lampach regulujemy wciąż za pomocą ładownicy  $D_1$ .

Przy użyciu akumulatorów możliwe są różne inne urządzenia i kombinacye, które jako mniej ważne, dla braku miejsca opuszczamy.

120. **Mierzenie napięcia.** W §§ 118 i 119 przyjmowaliśmy istnienie trzech woltmetrów oddzielnych, służących do mierzenia napięcia w maszynie, bateryi i lampach, w praktyce jednak najzupełniej wystarcza jeden, połączony ze stosownym kommutatorem. Urządzenie takie przedstawia fig. 137, która w innych szczegółach odpowiada 135-ej z tą tylko różnicą, że zamiast dwóch ampermetrów zastosowany został jeden z kommutatorem, jak na fig. 136.

Jedna końcówka woltmetru  $W$  łączy się z końcówką dodatnią maszyny, druga zaś z drążkiem małego kommu-

tatora  $Z_2$ , posiadającego trzy kontakty  $l$ ,  $d$  i  $b$ . Pierwszy z nich łączy się po za kommutatorem  $Z$  z przewodnikiem ujemnym, biegnącym do lamp, drugi — z końcówką

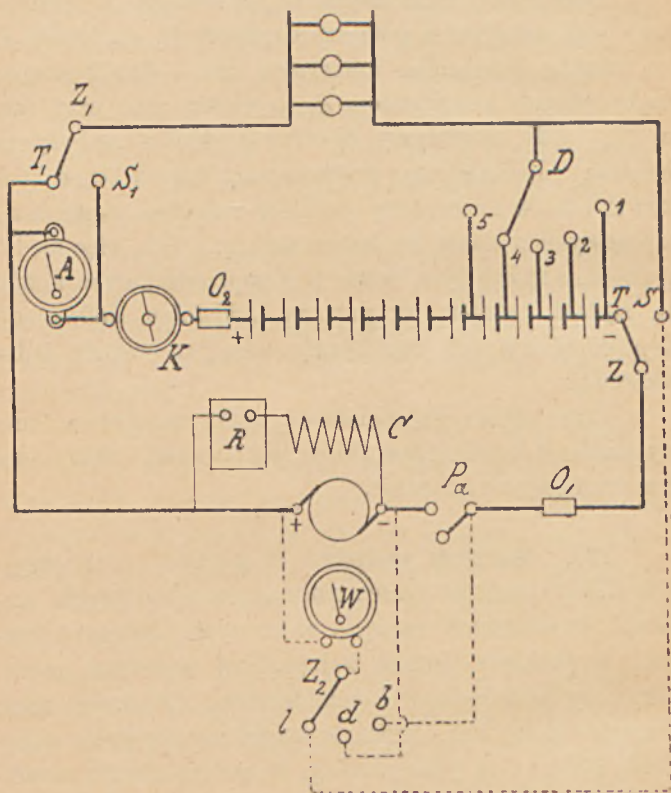


Fig. 137.

ujemną maszyny, trzeci zaś — z przewodnikiem ujemnym maszyny pomiędzy  $P_a$  i  $Z$ .

Cheąc puścić w ruch dynamo, musimy przedewszystkiem zmierzyć napięcie bateryi i w tym celu ustawiamy drążek kommutatora  $Z_2$  na  $b$ . Jeżeli mamy ładować, to drążek  $Z$  stoi na  $T$ , i  $W$  wskaże nam napięcie całej bateryi, o które nam właśnie chodzi; jeżeli dynamo ma dostarczać prądu do lamp wspólnie z akumulatorami, to drążek  $Z$  stoi na  $S$ , i woltmetr wskaże napięcie części włączonej bateryi, o które znowu nam chodzi. Przesuwamy teraz drążek  $Z_2$  na  $d$ , łącząc tym sposobem woltmetr z końcówkami maszyny, regulujemy  $R$  tak, aby  $W$  wskazał o 5 woltów więcej, niż poprzednio i zamykamy  $P_a$ . W dalszym ciągu chodzi nam już tylko o napięcie panujące w lampach, które oczywiście wskazuje woltmetr, gdy drążek  $Z_2$  stoi na  $l$ .

Zupełnie takie same połączenia są potrzebne, przy zastosowaniu ładownicy podwójnej (fig. 136); nie będziemy ich więc tutaj opisywali.

121. **Ustawianie akumulatorów.** Gazy, powstające w akumulatorach przy ładowaniu, szkodliwie działają na płuca i niszczą przedmioty metalowe. Aby nie dopuścić ich gromadzenia się, *ustawiać należy baterję w oddzielnej komorze, posiadającej dobrą wentylacyę.* Komora ta powinna być sucha lecz nie gorąca, gdyż inaczej plyn akumulatorów będzie zbyt szybko parował. Prócz tego musi ona leżeć niedaleko od maszyny i tablicy rozdzielowej, aby maszynista w czasie ładowania łatwy miał do niej dostęp, i aby druty, prowadzące do ładownicy, nie wypadły zbyt długie. Ponieważ promienie słoneczne

szkodliwie działają na elementy, okna więc, jeżeli te się znajdują, zamalować należy białą farbą, lub wapnem. Do baterji nie wolno wchodzić w czasie ładowania ze świecą, aby nie spowodować wybuchu gazów, komora więc zaopatruje się w stosowne oświetlenie żarowe.

Przy ustawianiu baterji pozostawia się do każdego akumulatora swobodny dostęp, aby łatwo było w razie potrzeby zmieniać płyty lub nawet całe elementy.

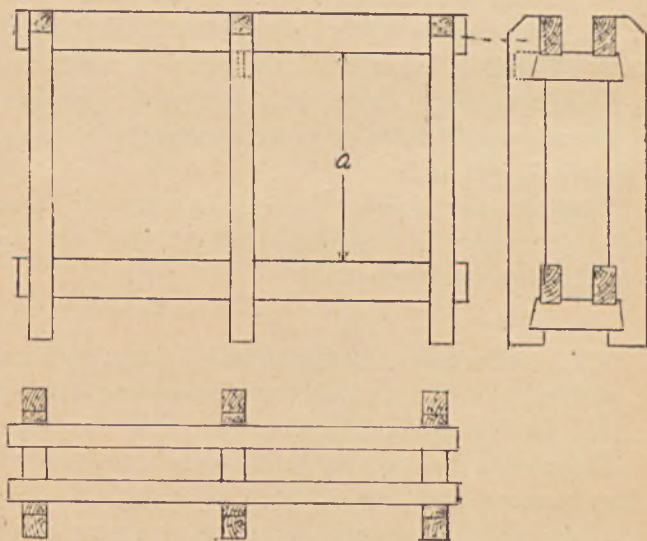


Fig. 138.

Odpowiednie do ustawienia akumulatorów *stalugi* przedstawia fig. 138 z przodu, z boku i z góry. Robi się je z mocnych belek, zbitych drewnianymi gwoźdźmi, gdyż żelazne łatwo ulegają zniszczeniu pod wpływem kwasu.

Drzewo pociąga się warstwą karbolineum, smoly lub innej substancji, chroniącej od gnicia. Wysokość *a* powinna być przynajmniej dwa razy większa od wysokości naczynia. Elementy ustawiają się we dwa szeregi, jeden nad drugim i izolują od drzewa za pomocą specjalnych izolatorów, dostarczonych przez fabrykę. Pomiędzy dwoma elementami pozostawia się przynajmniej 3 cm odstępu.

Zanim się przystąpi do ustawiania naczyń, należy je należycie wymyć, brzegi szklanych dobrze jest na zewnątrz obwieść warstwą parafiny, aby nie dopuścić rozłazenia się kwasu; uskutecznia się to pędzlem, umoczoną w roztopionej i gorącej parafinie.

*Płyty*, które przychodzą z fabryki najczęściej niepołączone, *ustawia się* najprzód w naczyniach odpowiednio do danej konstrukcyi, następnie zaś łączy za pomocą lutowania paskami ołowianymi, dostarczonymi w tym celu przez fabrykę. Lutuję się samym ołowiem, używając do tego szczególnego przyrządu dmuchawkowego z gazem wodorowym. W taki sam sposób łączą się ze sobą oddzielne elementy; drutu używa się w tym celu tam tylko, gdzie to jest nieuniknionem.

*Przewodniki, idące do tablicy rozdzielowej*, powinny być dobrze izolowane i przeciągnięte na rolkach porcelanowych. Końce ich przytwierdzają się do ołowianych pasków akumulatorów mosiężnymi śrubami o sześciokątym łebku, takiej samej mutrze i dwóch podkładek. Zaciągnąwszy dobrze mutrę, przylutowuje się jeszcze miedz do ołowiu zwyczajną cyną do lutowania. Aby ochronić części metalowe nicolowiane od działania

kwasu pociąga się je farbą olejną, lub tłuszczem, zwanym *wazeliną*.

Do *nalewania kwasu* można przystąpić wtedy dopiero, gdy wszystko już jest gotowe, zważać przy tem należy, aby nie polać stalug i zewnętrznej powierzchni naczyń, gdyż to może wywołać połączenie z ziemią.

*Po napełnieniu kwasem wszystkich naczyń rozpoczyna się natychmiast ładowanie.* Puszczając w ruch maszynę, potrzeba zachować wszelkie ostrożności, aby nie utworzyć krótkiego połączenia, bateria bowiem już od pierwszej chwili posiada dość wysokie napięcie. Pierwszy raz ładują się jednakowo wszystkie elementy w ciągu 20 do 48 godzin zależnie od systemu akumulatorów, aż płyn przyjmie zupełnie mleczny wygląd od pęcherzyków gazu. Lamy przy tem palić się nie powinny.

## Instalacya w ruchu.

---

122. **Mierzenie oporu izolacyi.** Z § 67 wiemy już, jak ważną jest rzeczą, aby przewodniki były dobrze izolowane od siebie i od ziemi, dla tego też po ukończeniu instalacyi potrzeba zawsze sprawdzić, czy warunkowi temu istotnie stało się zadość. W tym celu, zanim lampy zostaną założone na miejsce, mierzymy za pomocą specjalnych przyrządów opór, który znajduje prąd przy przejściu bezpośrednim z jednego przewodnika na drugi, a także z każdego z nich w ziemię.

Do pomiarów tych służą rozmaite przyrządy, dające dokładniejsze lub mniej dokładne rezultaty. Najprostszy z nich składa się z maszynki elektrycznej i skali, po której porusza się skalówka podobnie, jak w woltmetrze lub ampermetrze \*). Jeżeli włączymy ten aparat w jakikol-

---

\*) Jest tu mowa o przyrządzie, zwanym Isolationsprüfer Hartmanna i Brauna.

wiek obwód elektryczny i wprowadzimy w ruch maszynkę za pomocą korby, to wskazówka ukaże na skali przybliżony opór obwodu w omach.

Przedewszystkiem mierzy się opór pomiędzy przewodnikiem ujemnym i dodatnim. W tym celu w jeden z nich, np. ujemny, włączamy wyżej opisany przyrząd J, jak to wyobraża fig. 139. Potrzeba przytem, aby druty, idące od punktów *a* i *b* do końcówek przyrządu nie stykały się nigdzie ze sobą, ani z przedmiotami metalowymi a prócz tego, aby wszystkie ochronniki znajdowały się na miejscu, i wszystkie przerywacze były zamknięte; jeżeli nie zachowamy tych ostrożności, to rezultat wypadnie fałszywy. Wprowadziwszy teraz aparat w ruch, otrzymamy szukany opór.

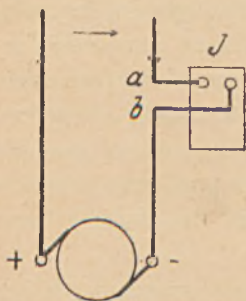


Fig. 139.

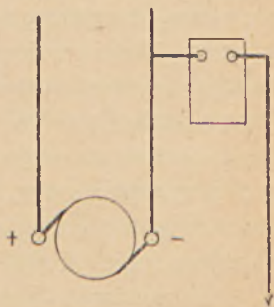


Fig. 140.

Dalej wyznacza się opór pomiędzy całą siecią przewodników i ziemią. Łączymy do tego jedną z końcówek przyrządu z którym bądź punktem sieci, drugą zaś — z ziemią, jak to przedstawia fig. 140, i postępujemy dalej, jak wyżej.



Jeżeli obydwa znalezione w ten sposób opory są dostatecznie wysokie, to pomiary dalsze będą zbyteczne, gdyby jednak opory te wypadły zbyt nisko, to należy zbadać przyczynę tego i zaradzić złemu. Postępować tutaj potrzeba nie na oślep, lecz z dobrem zrozumieniem rzeczy i według pewnego planu. Nie możemy tu roztrząsać wszystkich mogących się wydarzyć wypadków, lecz po-przestaniemy na jednym, z którego okaże się dość jasno, jak sobie radzić w innych.

Dajmy na to, że opór pomiędzy obydwoma przewodnikami jest dostatecznie wysoki, pomiędzy zaś całą siecią i ziemią zbyt niski. Wynika ztąd, że albo jeden z dwóch przewodników, albo maszyna są źle izolowane od ziemi. Gdyby bowiem obydwa przewodniki posiadały słabą izolację względem ziemi, to opór pomiędzy nimi dwoma byłby jeszcze słabszy, i przy pomiarze pierwszym nie moglibyśmy otrzymać rezultatu, jaki otrzymaliśmy. Aby się przekonać, gdzie leży miejsce słabe, oddzielamy druty od maszyny i mierzymy 1) opór pomiędzy przewodnikiem dodatnim a ziemią, 2) pomiędzy ujemnym a ziemią i 3) pomiędzy maszyną a ziemią.

Fig. 141 wskazuje połączenia, potrzebne do pierwszego z tych pomiarów.

Przypuśmy, że z trzech części badanych jeden tylko przewodnik dodatni okazał zbyt słabą izolację względem ziemi. Po za punktem *a* (fig. 141) dzieli się on prawdopodobnie na rozmaite odnogi. Oddzielamy jedną z nich przez utworzenie przerywacza lub wyjęcie ochronnika i mierzymy opór znowu; jeżeli wypadnie on taki sam, jak poprzednie, to znaczy, że odnoga była zdrowa, oddzielamy

w takim razie drugą i t. d. Dojdziemy tym sposobem nareszcie do odnogi takiej, po oddzieleniu której opór naraz wzrośnie bardzo znacznie; w niej to właśnie leży miejsce chore. Jeżeli nie posiada ona rozgałęzień dalszych, to odkryjemy przyczynę złego za pomocą dokładnej rewizyi, jeżeli zaś rozgałęzienia takie istnieją, to, postępując tak z odnogą, jakieśmy postępowali z całą połową

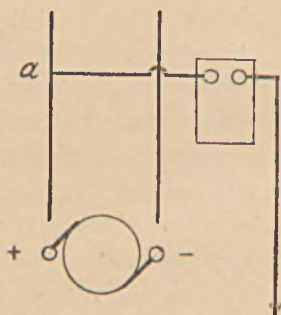


Fig. 141.      ziemia.

dodatnią kanalizacyi, łatwo znajdziemy, w którym z nich znajduje się uszkodzenie. Zawsze dotrzemy nareszcie do odnogi tak krótkiej, że bez trudu będzie ją można zrewidować.

Naprawiwszy, co potrzeba, należy jeszcze zmierzyć izolację, aby się przekonać, czy wszystko złe zostało usunięte.

Wypada nam zastanowić się jeszcze, jaki opór izolacyi uważać należy za wystarczający. Można się tu kierować prawidłem następującem: opór izolacyi obydwóch

przewodników względem siebie i względem ziemi powinien być nie mniejszy od liczby omów, jaką otrzymamy pomnożywszy napięcie maszyny przez 5000 i podzieliwszy przez najsilniejszy prąd, jaki może mieć miejsce w danej instalacji. Krótko:

$$\text{Opór izolacji} = \frac{\text{Napięcie maszyny} \times 5000^*)}{\text{Najsilniejszy prąd możliwy.}}$$

Tak np. w instalacji 110-woltowej, zawierającej 100 żarówek po 16 świec, czyli po  $\frac{1}{2}$  ampera, najsilniejszy prąd możliwy  $= \frac{1}{2} \times 100 = 50$  amp., opór więc izolacji powinien być większy od  $\frac{110 \times 5000}{50} = 11000$

omów. Powtarzamy, że izolacja nie powinna być nigdy niższą od tej liczby omów, natomiast przy jako tako starannej robocie można osiągnąć w instalacji nowej izolację wielokroć razy wyższą. Z biegiem czasu izolacja zmniejsza się, i jeżeli po kilku latach spadnie poniżej podanej tutaj normy, to poczytywać to wypada za wyraźną wska-

---

\*) Jest to przepis, wydany przez Towarzystwo Elektrotechniczne Wiedeńskie, podaje go jako prostszy od analogicznych prawideł przyjętych w Niemczech. Przepis Związku elektrotechników niemieckich wymaga, aby izolacja całej kanalizacji (obydwu przewodników względem siebie i względem ziemi) była nie mniejszą od  $\frac{1000000}{n}$  a izolacja każdej odnogi głównej od  $10000 + \frac{1000000}{n}$  omów, gdzie  $n$  oznacza liczbę żarówek w całej instalacji lub w badanej odnodze łącznie z równoważnikiem 10 żarówek na każdą lampę łukową i każdy elektromotor. Znaczenie praktyczne tych przepisów jest co najmniej wątpliwe, szczególnie w instalacjach mniejszych.

zówkę, że cała instalacja wymaga gruntownej rewizyi i naprawy.

*W kanalizacji trzech przewodników* chodzi głównie o izolację obydwóch przewodników skrajnych (dodatniego i ujemnego) względem neutralnego i ziemi. Izolacja pomiędzy neutralnym a ziemią jest rzeczą mniejszej wagi, a nawet w czasach ostatnich nieraz przewodnik neutralny łączy się umyślnie z ziemią (§ 93).

123. **Wprowadzenie w ruch instalacji.** Gdy izolacja została zmierzona i lampy założone na miejsce, wprowadza się nareszcie w ruch maszynę elektryczną, z początku z podniesionemi szczotkami. Bieg jej próżny trwać powinien 2 do 3 godzin, aby się można było przekonać, czy łożyska się nie grzeją, pas nie spada i t. d. Gdyśmy się już co do tego upewnili, spuszczaemy szczotki i doprowadzamy napięcie do przepisanej wysokości. Z zapalaniem lamp wstrzymujemy się jeszcze, badając tymczasem maszynę, czy część jej którakolwiek nie ogrzewa się zbyt, lub czy kolektor nie iskrzy.

Gdyśmy już wszystko znaleźli w porządku, zapalamy lampy pojedynczemi grupami, uważając przy tem na maszynę, czy nie występują w niej jakie nienormalne objawy. Przy obciążeniu największem maszyna powinna iść dla próby 5—8 godzin; przez ten czas badamy starannie wszystkie połączenia w maszynie i na tablicy rozdzielowej, przerywacze, kommutatory, ochronniki, o ile można i osady do lamp, czy gdzie nie występuje silniejsze ogrzewanie.

*Lampy łukowe* włączają się najprzód; po zapaleniu pierwszej z nich (lub pierwszego szeregu) czekamy 10—15 minut, i sprawdzamy za pomocą ampermetru ogólnego, lub umyślnie włączonego w tym celu, czy prąd posiada natężenie przepisane; w razie potrzeby zwiększamy lub zmniejszamy opór w oporniku. Tak samo postępujemy z lampą następną (lub szeregiem następnym) i t. d.

Uwagi powyższe dotyczą głównie instalacji z lampami połączonymi równolegle; gdy lampy są połączone w szereg, postępuje się w takim samym porządku z odpowiednimi zmianami co do puszczenia w ruch maszyny i zapalania lamp.

Gdy opisana wyżej próba wypadła pomyślnie, można pozostawić dalszą opiekę nad instalacją miejscowemu maszyniście. Poprzednio monter powinien go dobrze nauczyć wszystkich potrzebnych czynności. Jeżeli później zajdą jakieś nieprawidłowości w biegu instalacji lub uszkodzenia w maszynie i aparatach, to trudno będzie dowieść, że przyczyną tego była nieumiejętność maszynisty, nie zaś wadliwe urządzenie. Uwaga powyższa nabiera szczególnego znaczenia w instalacjach z akumulatorami, gdyż trwałość baterii w równym stopniu zależy od dobrego obchodzenia się z nią, co i od dobroci elementów.

124. **Łożyska maszyny elektrycznej.** Dynamo jest maszyną tak prostą, że utrzymanie jej w należyтым porządku nie kosztuje nigdy zbyt wiele pracy. Opiszemy tu, jak obchodzić się należy z jej głównymi częściami, zaczynając od łożysk.

Najlepszym *smarem* do maszyny elektrycznej jest czysty olej mineralny cokolwiek wolniejszy (rzadszy), niż zwykły rzepakowy. Oleje pochodzenia roślinnego zanieczyszczają panewki, a często, zawierając resztki kwasu siarczanego, oddziałują zgubnie na wszelkie części metalowe. Oleju, już używanego, do smarowania maszyny elektrycznej używać nie należy nawet po dokładnem prze-filtrowaniu.

Ważną jest rzeczą, aby smar nie rozlewał się i nie pryskał na strony, gdyż inaczej psuje fundament i zanieczyszcza wszystko na około. Jeżeli łożyska zaczną się rozgrzewać nieco silniej niż zwykle, to przyczyna tego tkwi najczęściej w zanieczyszczeniu panewek. Aby je oczyścić, dostatecznem bywa przepuścić zamiast oleju cokolwiek nafty lub benzyny.

Silne *grzanie się czopów*, które tak często zdarza się w innych urządzeniach maszynowych, u dynamo jest zjawiskiem stosunkowo rzadkiem. Łożyska są tu zwykle tak dokładnie odrobione, że przy starannym dozorcze wypadek podobny nigdy nie powinien mieć miejsca. Gdyby jednak się zdarzył, to przedewszystkiem starać się należy o usunięcie przyczyny złego. Może ona tkwić w zbytciem wyprężeniu pasa, lub za silnem ściśnięciu dwóch części łożyska \*). Ratunek rozpoczynamy od zwolnienia przyrządu saniowego. Robi się to powoli i ostrożnie, aby nie wywołać ślizgania pasa, które odbija się natychmiast w mruganiu żarówek i niespokojnych ruchach skazówki

---

\*) Przy racjonalnej konstrukcyi łożyska, gdy części panewki się stykają, wypadek ostatni jest niemożliwym.

woltmetru. Jednocześnie ochładzamy łożysko, przepuszczając przez nie w miejsce oleju zimną wodę.

Jeżeli grzanie się nie ustaje, to probujemy usunąć je przez zluźnienie śrub łożyska, a gdy i to nie pomaga, przepuszczamy zamiast oleju naftę lub benzynę, aby oczyścić panewkę. Ostateczny środek, do którego jaknajmniej uciekać się należy, jest następujący: mięsza się z olejem sporą ilość proszku siarki (kwiatu siarczanego) i otrzymaną w ten sposób masę wlewa do łożyska. Jeżeli i teraz jeszcze grzanie się wciąż trwa dalej, to nie pozostaje nic innego, jak zatrzymać maszynę, i zbadawszy dokładnie przyczynę złego, doprowadzić wszystko do porządku.

125. **Kolektor.** Kolektor jest jedyną częścią maszyny elektrycznej podlegającą zużyciu, wymaga też najbardziej starannej opieki. Niedbaly maszynista może zrujnować w ciągu roku kolektor, który przy starannejszej opiece mógłby służyć długie lata.

Kolektor zużywa się głównie 1) od iskry i 2) od tarcia szczotek. Większe lub mniejsze iskrzenie się zależy w znacznym stopniu od stanu samego kolektora. Musi on być doskonale okrągłym gdyż inaczej szczotki w ciągu jednego obrotu maszyny przylegają to mocniej, to słabiej, skutkiem tego drgają i iskrzą. Powierzchnia kolektora powinna być gładka, czysta i lśniąca; wszelkie nierówności i zanieczyszczenia, utrudniając zetknięcie szczotek, wywołują natychmiast iskry.

Przed każdym puszczeniem maszyny w ruch wyciera się starannie kolektor czystą bawełną. Usuwamy w ten

sposób zanieczyszczony olej, a także pył miedziany, który zawsze pozostawiają szczytki; pył taki, dostając się pomiędzy wycinki, łatwo sprowadzić może krótkie połączenie pomiędzy nimi. W maszynach skłonnych do iskrzenia wycieranie to powtarzać potrzeba co pewien czas i w ciągu ruchu.

Jeżeli powierzchnia kolektora stała się szorstką, to należy ją odpolerować za pomocą papieru szklanego lub szmerglowego średniej grubości; nawija się go na długą płaską deseczkę i przyciska oburącz do szybko obracającego się kolektora. Gdy nierówności są znaczniejsze, to poleruje się najprzód pilnikiem średniej grubości, potem drobnym, a w końcu papierem szmerglowym. Działanie pilnika na powierzchnię kolektora powinno być jednakowe na całej jego długości.

Jeżeli kolektor wskutek zużycia się wyraźnie straci pierwotną okrągłą formę, to konieczną jest rzeczą odtoczyć go na nowo. W tym celu przytwierdza się do ram dynamo, lub do odpowiednio umocowanej belki, suport od tokarni i puszcza maszynę wolno. Gdyby nie można było otrzymać dostatecznie powolnego ruchu od motoru, to trzeba przymocować do koła pasowego dynamo korbę i obracać ją ręcznie. Lepiej jest jeszcze przenieść kolektor lub całą zbroję na tokarnię i tam robotę wykonać. Zbiera się przy toczeniu warstwę możliwie jaknajcieńszą byle tylko powrócić kolektorowi okrągłą formę.

Aby zmniejszyć tarcie szczotek *kolektor* *naoliwia się* eokolwisk po każdym czyszczeniu. W tym celu napuszcza się zwykłego mineralnego oleju na czystą szmatkę i pociąga się nią wzdłuż obracającego się kolektora. Niektó-



rzy sądzą, że umiarkowane smarowanie kolektora zmniejsza iskry; zdanie to wydaje się mi nieuzasadnionem, pewną jest natomiast rzeczą, że od smarowania zbyt obfitego iskrzenie się wzmacnia.

126. **Założenie nowego kolektora.** Gdy kolektor zużyje się do tego stopnia, że nie może już służyć do dalszego użytku, osadza się wtedy zamiast niego nowy, który winien posiadać dokładnie te same wymiary, co i stary.

W tym celu znosimy najprzód wszelkie połączenia kolektora z drutami, ściągamy go z osi, wkładamy nowy i przywracamy połączenia w zupełnie tym samym porządku, co poprzednio; jeden błąd przy tem czyni maszynę niezdatną do użytku.

Wyobraźmy sobie, że na fig. 14 lub 15 kolektor został zdjęty; otrzymamy wtedy dwa razy więcej swobodnych końców, niż było wycinków. Chodzi teraz o to, aby dwa końce, które łączyły się z jednym i tym samym wycinkiem starego kolektora, łączyć zawsze z jednym i tym samym wycinkiem nowego. Nie trudno to uskutecznić w *dwubiegunowej maszynie systemu Gramme'a* (fig. 14), gdyż tu końce, idące do jednego wycinka, leżą obok siebie, a niekiedy nawet są połączone ze sobą jeszcze przed kolektorem. Omyłka jest tutaj niemożliwą, byle tylko nie spletać drutów.

W *maszynach Hefner-Altenecka, a także wielobiegunowych*, właściwe połączenie końców z nowym kolektorem przedstawia więcej daleko trudności. Zanim się zdejmie stary, należy poczynić sobie odpowiednie znaki, aby następnie nie było żadnych wątpliwości, co z czem

łączyć potrzeba. Opiszemy tutaj sposób postępowania w wypadku maszyny dwubiegunowej Hefner-Altenecka, w innych razach nie będzie trudno dojść do celu podobną drogą.

Na fig. 142 mamy w ogólnych zarysach bęben Hefner-Altenecka, widziany z przodu (t. j. ze strony kole-

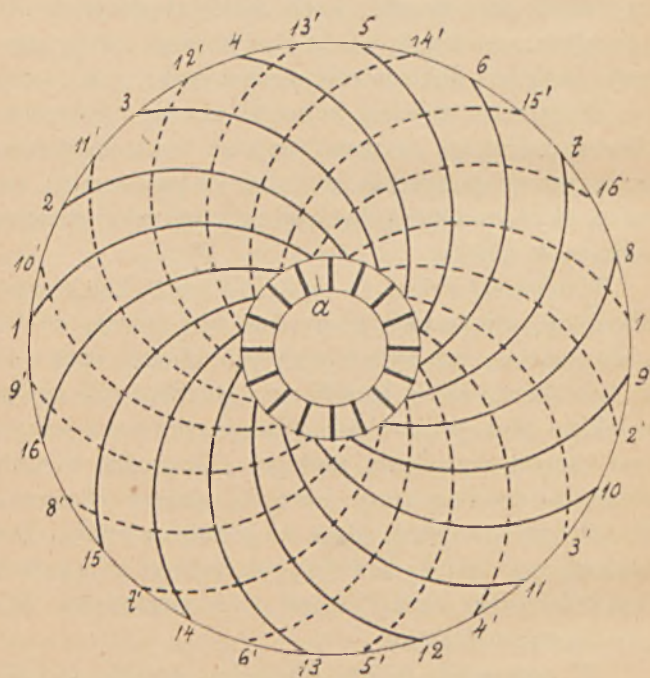


Fig. 142.

która). Składa się ona z 16 cewek, końce których są oznaczone numerami, 1, 2, 3... 1', 2', 3'...; końce jednej

i tej samej cewki są oznaczone jednakowymi numerami, jeden — zwyczajnym, drugi — kreskowanym. Tak więc 1 i 1' należą do pierwszej cewki, 2 i 2' do drugiej i t. d. Połowa końców jest wygięta w jedną stronę, połowa w drugą; narysowane liniami ciągłymi leżą na wierzchu, pod nimi zaś znajdują się inne, oznaczone liniami przerywanymi tak, że, gdy wszystko jest na swoim miejscu, to widać tylko pierwsze.

Wybieramy jeden z wycinków kolektora za pierwszy i zaznaczamy położenie jego na osi zbroi trwałym znakiem (na fig. kreska *a*), następnie uwalniamy łączący się z nim koniec 1 i naznaczamy go także, np. zapomocą przewiązania tasiemką. Dalej uwalniamy końce 2, 3, 4... 16 i tym sposobem odkrywamy końce 1', 2', 3'... Uwalniamy teraz 16', który oznaczamy tak, jak 1, a następnie wszystkie inne. Odginając końce od kolektora, pilnie baczyć należy, aby leżące na spodzie t. j. 1', 2', 3'... nie pomieszały się z wierzelnymi 1, 2, 3..., gdyby zaś niebezpieczeństwo podobne zachodziło, to można go łatwo usunąć, przewiązawszy każdy wierzelnik nitką.

Po założeniu nowego kolektora łączymy z wycinkiem, leżącym na przeciwko znaku na osi, koniec spodni, oznaczony tasiemką, t. j. 16', z następnym łączymy 1' i t. d. aż do 15'. Łączymy teraz z pierwszym wycinkiem koniec wierzelnik, naznaczony tasiemką, czyli 1, z następnym łączymy 2 i t. d., aż do 16.

Dodamy tu jeszcze kilka uwag, dotyczących praktycznego wykonania tej roboty. Cała zbroja wyjmuje się z maszyny i kładzie czopami na dwóch kozłach dre-

wnianych, aby mieć łatwy do niej dostęp, i aby ją łatwo było obracać. Przed założeniem nowego kolektora czyści się oś papierem szmerglowym i naoliwia, gdyż inaczej trudno byłoby go nasadzić. Zanim się przystąpi do tworzenia połączeń, potrzeba wszystkie końce dokładnie oczyścić. Same połączenia powinny być zrobione bardzo dokładnie; jedno złe połączenie wywołuje silne iskry i szybkie zrujnowanie kolektora. Jeżeli druty są przylutowane do kolektora, jak to się dzieje najczęściej, to odlutowuje się je od starego przy pomocy rozgrzanej kolby; przylutowując do nowego, zważać potrzeba, aby cyna nie dostała się pomiędzy jego wycinki i nie utworzyła krótkiego połączenia.

127. **Szczotki.** Od stanu szczotek zależy głównie iskrzenie się a także trwałość kolektora, potrzeba więc zwrócić na to szczególną uwagę.

Dawniej robiono powszechnie szczotki z drutu miedzianego, dzisiaj jednak rodzaj ten coraz bardziej wychodzi z użycia. Lepszymi są szczotki z cienkich blaszek miedzianych, ułożonych jedna na drugiej, a także z tkaniny miedzianej odpowiednio złożonej i zszytej. Ten ostatni rodzaj mało zużywa kolektor i daje się łatwo utrzymać w porządku.

*Szczotki opierają się na kolektorze albo swą stroną płaską, t. j. stycznie, albo też brzegami, ściętymi ukośnie.* Drugi ten sposób ustawiania szczotek jest lepszy, powszechnie też jest dziś używany.

Gdy brzegi szczotek wystrzępią się skutkiem zużycia, należy je zrównać na nowo. W tym celu wkłada się

je pomiędzy dwie deseczki z twardego drzewa, ukośnie spilowane na końcach, jak to przedstawia fig. 143, to wszystko zaciska się w imadle i obrabia drobnym, płaskim pilnikiem.



Fig. 143.

W czasach ostatnich zaczęły wchodzić w użycie *szczotki wyrobione z węgla*, lub grafitu, z którego przygotowują się również węgle do lamp łukowych. Mają one kształt szczotek zwyczajnych, są tylko od nich cokolwiek grubsze. Główna ich zaleta polega na tem, że nie niszczą kolektora i mało zużywają się same. Raz dobrze ustawione i przyszlifowane, mogą pracować przez czas długi bez żadnych przestawień i poprawek, posiadają natomiast dwie wady, a mianowicie: opór ich jest wysoki, strata więc napięcia w nich musi być znaczną, powtórę skutek sztywności nie łatwo dają się doprowadzić do dobrego zetknięcia z kolektorem. Z tego ostatniego powodu przy kolektorze cokolwiek nierównym lub nieokrągłym użycie ich staje się niemożliwym.

Pierwszą z wad wyżej wymienionych można zmniejszyć w bardzo znacznym stopniu za pomocą urządzenia, przedstawionego na fig. 144. Bierze się do tego trzy lub cztery cienkie blaszki mosiężne szerokości szczotki i wykrępowuje na końcach półokrągło tak, aby po zaciśnięciu wszystkiego w klamrach przyrządu szczotkowego ukośnie

ścięte ich brzegi mocno oparły się o węgiel niedaleko od brzegu szczotki. Skutkiem takiego urządzenia prąd, dostawszy się z kolektora na szczotkę, przechodzi zaraz



Fig. 144.

w większej części na metal, którego opór jest nieznaczny, strata napięcia więc będzie mała.

Aby wytworzyć dobre zetknięcie pomiędzy kolektorem i szczotkami węglowymi, postępuje się w sposób następujący. Przyciskamy je mocno do kolektora za pomocą odnośnego urządzenia w przyrządzie szczotkowym i puszczamy w ruch maszynę luźno (to jest bez prądu). W ciągu 10 do 20 minut brzegi szczotek wyszlifują się odpowiednio i będą przystawały należycie; wtedy ciśnienie ich można zmniejszyć. Proszek węglowy, który pozostaje od tego na powierzchni kolektora, łatwo jest zetrzeć naoliwioną szmatką. Aby poznać, czy zetknięcie istnieje trzyma się po za szczotką świecę. Światło jej nie powinno przedostawać się pomiędzy węglem i kolektorem.

Inny rodzaj szczotek węglowych, przedstawiony na fig. 145, w przekroju pionowym i z dołu nie trudno zrobić samemu. Szczotka taka składa się dwóch blach mosiężnych znitowanych razem i przy końcu wykrępowanych według rysunku. Obejmują one tutaj do połowy kawałek węgla od lampy łukowej. Za pomocą śrubek S, przechodzących swobodnie przez blachę dolną, a wśrubowanych

w górną, jak w mutrę, można węgle zacisnąć pomiędzy blachami, jak w kleszczach. Aby nadać szczotce większą sprężystość rozcina się ją podłużnie przy końcu na dwie lub trzy części.

Gdy szczotkę taką założymy w przyrząd szczotkowy i puścimy w ruch maszynę, to węgiel opiera się o kolektor

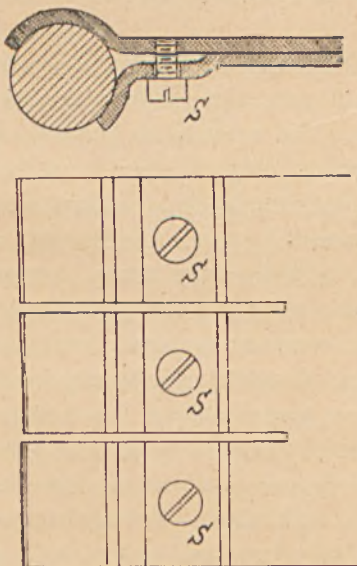


Fig. 145.

i, wyszlifowawszy się odpowiednio, tworzy dobre połączenie na całej długości skutkiem sprężystości szczotki. Aby szlifowanie przyspieszyć, należy zebrać pilnikiem twarde skorupę, stanowiącą powierzchnię węgla.

W szczotkach tego rodzaju strata napięcia jest nieznaczna, gdyż prąd natychmiast z węgla przechodzi w metal, węgle raz założone mogą służyć bardzo długo, zużycie się kolektora, o ile nie występują iskry, jest również bardzo małe. Stosować je można szczególnie w tych wypadkach, gdzie z powodu braku fachowego maszynisty nie wypada liczyć na staranne pielęgnowanie maszyny.

**128. Ustawienie szczotek.** W maszynach skłonnych do iskrzenia szczotki powinny *przystawać do kolektora powierzchnią* nie szerszą od jednego wycinka to jest nigdy nie powinny dotykać więcej niż dwóch wycinków jednocześnie, w dobrych jednak maszynach nowoczesnych prawidło to można znacznie przestąpić, nie wywołując jeszcze iskier. Z drugiej znów strony zbyt mała powierzchnia przystawania również może spowodować iskrzenie.

Zwykle szerokość szczotek bywa mniejszą od długości kolektora; w takim razie należy je od czasu do czasu *przesuwać na trzonie przyrządu szczotkowego*, aby zużycie się kolektora było na całej długości jednakowe.

*Szczotki przyciska się do kolektora* tak silnie, aby w czasie obrotu zetknięcie pozostawało wciąż dostatecznym; podłożywszy przytem palec pod koniec szczotki, można ją podnieść bez znacniejszego wysiłku. Silniejsze naciskanie niema celu, i przyspiesza zużycie się ich samych i kolektora.

W maszynach dwubiegunowych *szczotki dotykają kolektora* wzdłuż dwóch wycinków przeciwnych. Aby ułatwić sobie raz nazawsze właściwe ustawienie, znaczy się dwa takie wycinki punktami wybitymi za pomocą



punktaka (kenera). W maszynach wielobiegunowych ustawia się szczotki odpowiednio do wskazówek § 26. W każdym wypadku muszą one wystawać na jednakowe długości z przyrządu szczotkowego. Ponieważ ten ostatni zwykle obraca się w pewnych granicach około osi maszyny, można więc zmieniać położenie szczotek nawet w czasie jej biegu i tym sposobem wynaleźć położenie, przy którym iskry są najmniejsze. Ze zmianą natężenia prądu zwykle zmienia się cokolwiek i to położenie. W maszynach dobrych, przy należytem ustawieniu szczotek iskrzenia wcale być nie powinno.

129. **Zakłócenia w działaniu maszyny dynamo-elektrycznej.** Działanie maszyny elektrycznej podlega niekiedy zakłóceniom, które mogą pochodzić z uszkodzeń, będących skutkiem złego utrzymania dynamo, lub też z wad jej konstrukcyi i wykończenia.

*Uszkodzenia mechaniczne* zachodzą najczęściej przy ustawianiu maszyny, np. przy wprowadzaniu zbroi pomiędzy bieguny elektromagnesów. Zdarza się też niekiedy, że pod wpływem siły odśrodkowej druty zbroi odchylają się od położenia pierwotnego i dotykają biegunów elektromagnesu; izolacya a nawet same druty ulegają wtedy zniszczeniu. Wypadek podobny jest tem prawdopodobniejszy, im prędzej obraca się zbroja, powiększanie zatem szybkości po nad przepisaną liczbę obrotów jest zawsze połączone z pewnem niebezpieczeństwem.

Uszkodzenie może być również skutkiem *za silnego prądu lub za wysokiego napięcia*. Jeżeli maszyna z odnogą wytwarza więcej prądu po nad przepisaną normę, to

ogrzewają się zbytńo druty zbroi, i izolacya ich może się zwęglić; cewki elektromagnesu nie podlegają przy tem żadnemu niebezpieczeństwu. Zawysokie napięcie wywołuje zbytńy prąd w cewkach elektromagnesu i zagraża spaleniem ich izolacyi, zbroja zaś przy tem uciepieć nie może. Rozważywszy fig. 17, można sobie łatwo uwagi powyższe wytłómaczyć.

W maszynach prądu głównego i sprzężonych za silny prąd zagraża zarówno zbroi jak i elektromagnesom, co nie trudno wywnioskować z figur 16 i 18.

Zanim izolacya na zbroi lub na cewkach elektromagnesu ulegnie zwęgleniu, rozchodzi się zwykle silny zapach spalenizny, który daje znać o niebezpieczeństwie, pozostaje wtedy dosyć czasu aby mu zapobiedz, czy to zatrzymując dynamo zupełnie, czy też tylko odpowiednio regulując jej działanie. Pomimo to maszynista powinien podczas ruchu od czasu do czasu badać ciepłotę magnesów, a zaraz po zatrzymaniu ciepłotę zbroi. Można tu przyjąć za prawidło, że dopóki dana część nie parzy dotykającej ręki, dopóty niema niebezpieczeństwa dla izolacyi.

Często występującą przyczyną zakłóceń w działaniu maszyn elektrycznych jest *złe połączenie w jednej z cewek zbroi*. Może się zdarzyć np., że drut był już uszkodzony przy nawijaniu, następnie zaś, czy to skutkiem siły odśrodkowej, czy też rozszerzania i kurezenia, zachodzącego pod wpływem zmian temperatury, uszkodzenie to powiększyło się, i opór odpowiedniej cewki stał się daleko większym od oporów innych. Ten sam skutek wywołuje zasłabe połączenie któregoś drutu z kolektorem, t. j. nie do-

stateczne przykręcenie śrubki lub złe zlutowanie, co zdarza się bardzo często.

Z jakichkolwiek powodów połączenie nadwyreżonem zostało, np. w cewce  $C_3$  fig. 14, zawsze pomiędzy wycinkami  $W_{23}$  i  $W_{34}$  opór staje się znacznie większym niż pomiędzy innymi. Skutkiem tego w ciągu obrotu mają miejsce nieregularne wahania prądu, i za każdym razem, gdy wymienione odcinki przechodzą pod szczotką, powstaje silna, biała, trzeszcząca iskra. Podobne, lecz słabsze iskry pojawiają się z odwrotnej strony kolektora t. j. pomiędzy wycinkami  $W_{56}$  i  $W_{61}$ . Zatrzymawszy maszynę, znajdziemy, że powierzchnia tych czterech wycinków stała się nierówną od przypalenia silniejszego na pierwszej parze, niż na drugiej. Po tej oznace łatwo uszkodzenie to odróżnić.

*Krótkie połączenie pomiędzy dwoma wycinkami* wywołuje również iskry, lecz słabsze i mniej rujnujące kolektor. Natomiast w krótko połączonej cewce zbroi rozwija się przy tem prąd tak silny, że izolacya jej w bardzo krótkim czasie ulega zniszczeniu. Zatrzymawszy maszynę, nie dostrzeżemy na kolektorze śladów tak wyraźnych, jak poprzednio, znajdziemy natomiast silne ogrzanie jednej okolicy zbroi.

Prócz tylko co wymienionych mogą zachodzić rozmaite inne powikłania wywołujące silniejsze iskrzenie. Należą tu przedewszystkiem rozmaite fałszywe połączenia, jak np. krótkie połączenie szczotek w samej maszynie, będące skutkiem zniszczenia się ich izolacyi, połączenie drutów zbroi z jej częścią żelazną, krótkie połączenie

jednej z cewek elektromagnesu, zetknięcie z ziemią, gdy inne istnieje w kanalizacji i t. d.

Iskry mogą być także skutkiem złego stanu kolektora, jak na przykład zwilgotnienia lub zwęglenia izolacji pomiędzy wycinkami. Mogą być i inne przyczyny, których tu wyliczyć niepodobna; niektóre maszyny okazują przytem szczególne kaprysy, pochodzące z właściwości ich pola magnetycznego, a narazie zupełnie niezrozumiałe.

**130. Naprawa uszkodzeń.** Gdy dostrzeżemy jakie-  
bądź zakłócenie w działaniu maszyny, to należy przede-  
wszystkiem poznać jego przyczynę. Uszkodzenia me-  
chaniczne są widoczne z zewnątrz, zle zaś połączenie  
w zbroi, lub krótkie połączenie dwóch wycinków kolekto-  
ra objawia się oznakami charakterystycznymi, o których  
była mowa w § poprzedzającym. Jeżeli żaden z tych  
wypadków nie zachodzi, to potrzeba zbadać wszechstron-  
nie maszynę, czy niema gdzie fałszywego połączenia.

Najdogodniejszym do tych poszukiwań jest przy-  
rząd, służący także do mierzenia izolacji, o którym była  
już mowa w § 122. Również przydatnymi są tutaj inne  
przyrządy prostsze, różniące się tem od poprzedzających,  
że maszynka ich wytwarza prąd zmienny, t. j. zmieniający  
co chwila kierunek, a miejsce skali zastępuje dzwonek  
elektryczny. Jeden z tych dwóch przyrządów powinien  
posiadać monter zawsze na robociej; odda on mu w wielu  
wypadkach cenne usługi.

Aby zbadać, czy pomiędzy dwoma ciałami istnieje  
połączenie, łączymy je z końcówkami tego przyrządu  
i wprowadzamy w ruch maszynkę za pomocą korby. Je-

żeli dzwonek się rozlega, to połączenie istotnie ma miejsce. Przed każdym doświadczeniem takim należy się przekonać, czy przyrząd działa; w tym celu zamykamy krótko jego końcówki i wprawiamy go w ruch; dzwonek powinien dzwonić.

Tym sposobem badamy, czy nie ma połączenia pomiędzy częściami miedzianymi maszyny a żelaznymi. Do tego dostatecznym jest włączyć przyrząd pomiędzy kolektor i oś. Jeżeli dzwonek zadzwoni, to potrzeba wyszukać miejsca połączenia. W tym celu rozkładamy maszynę *elektrycznie* na oddzielne części i badamy każdą oddzielnie. Tak np. podnosimy szczotki i szukamy połączenia pomiędzy kolektorem a osią, odczepiamy przewodniki główne i, oddzieliwszy tym sposobem przyrząd szczotkowy od reszty maszyny, szukamy połączenia pomiędzy każdą ze szczotek a łożyskiem i t. d.

Gdyby się okazało, że połączenie istnieje w zbroi, to wypadnie oddzielić kolektor od cewek i każdą część badać oddzielnie.

*Jeżeli miejsce chore leży w kolektorze, przyrządzie szczotkowym, lub elektromagnesach, to zwykle nie trudno bywa je naprawić. Gdyby nawet okazało się potrzebnem do tego przewinać jedną z cewek elektromagnesu, to i tę robotę można wykonać bez specjalnych urządzeń i umiejętności. Zważać tylko potrzeba, aby zwoje szły w tym samym kierunku, co poprzednio, i aby przywrócić wszystkie połączenia do dawnego stanu.*

Najgorzej jest, gdy miejsce uszkodzone, t. j. fałszywe połączenie, lub połączenie niedostateczne znajduje się wewnątrz której z cewek zbroi, lecz i w tym razie nie na-

leży zaraz dawać za wygraną. W zbroi Gramme'a zręczny monter będzie umiał chorą cewkę przewinać, gdyż wszystkie leżą obok siebie, i można zdjąć jedną nie naruszając innych.

W tym celu potrzeba uwolnić pierścieni od utrzymujących go ramion i odwinać chorą cewkę. Ponieważ zwykle trudno bywa znaleźć drut dokładnie równy staremu co do średnicy i izolacji, wypadnie więc użyć stary; miejsce uszkodzone należy przytem naprawić, gdzie potrzeba, starannie zlutować i okręcić taśmą. Po nawinięciu pociąga się wszystko lakierem. Nowa cewka powinna być co do wymiarów zewnętrznych dokładnie równą starej, drut jej jednak może być w razie potrzeby cokolwiek krótszy. Po osadzeniu na nowo pierścienia na ramionach, potrzeba się przekonać, czy oś zachowała względem niego położenie centralne. Umieszczamy do tego zbroję w taki sposób, aby się mogła swobodnie obracać. Niekiedy można skorzystać tutaj z łożysk maszyny, usunąwszy elektromagnesy, lub też zjawszy łożyska z podstawy i ustawivszy je na równej płaszczyźnie poziomej. Utwierdzamy teraz u samej powierzchni pierścienia kawałek kredy i wprawiamy w ruch zbroję. Jeżeli pierścień jest osadzony krzywo, to kreda pozostawi znak na części jego powierzchni.

W zbroi Hefner-Altenecka cewki leżą jedna na drugiej, przewinięcie zatem jednej z nich bez naruszenia reszty jest niemożliwe.

W maszynach dwubiegunowych można uniknąć wyżej opisanej kłopotliwej reperacji, *wyłączając* zupełnie *chorą cewkę z łańcucha elektrycznego*. Aby zrozumieć,

jak się to robi, weźmy pod uwagę fig. 14. Dajmy na to, że chcemy wyłączyć cewkę  $C_3$ , jako uszkodzoną. W tym celu przecinamy obydwie druty, wiodące od niej do kolektora i otrzymujemy tym sposobem 4 końce swobodne. Dwa z nich, należące do cewki, dobrze izolujemy od siebie i utwierdzamy jak bądź w położeniu dotychczasowym. Tak więc cewka  $C_3$  została wyłączoną z obwodu, lecz zarazem ustało połączenie pomiędzy odcinkami kolektora  $W_{23}$  i  $W_{34}$ . Aby je przywrócić łączymy ze sobą dwa końce pozostałe.

W zbroi, zmienionej w sposób powyższy, jedna połowa (na fig. górna) będzie zawierała o jedną cewkę mniej niż druga. Na fig. 14 np. w danym położeniu pierwsza zawiera cewki  $C_1$  i  $C_2$ , druga zaś  $C_4$ ,  $C_5$  i  $C_6$ . Skutkiem tej nierówności będzie iskrzenie tem silniejsze, im mniej cewek wchodzi w skład zbroi. Iskrzenie to można znacznie zmniejszyć, gdy wyłączymy w taki sam sposób cewkę przeciwległą t. j.  $C_6$ , przywracając tem naruszoną równowagę.

Odniosłszy powyższy opis do fig. 15, przekonamy się łatwo, że zupełnie tak samo możemy tutaj wyłączyć cewki  $C_3$  i  $C_6$ , sposób więc ten stosuje się jednakowo do bębna, jak i do pierścienia. W wielu razach da się on zastosować i do maszyn wielobiegunowych, jednak nie zawsze. Ze względu na znaczną ilość metod nawijania zbroi wielobiegunowych nie możemy tu bliżej wypadku tego rozważać.

131. **Utrata magnetyzmu szczątkowego.** Wiadomo nam z § 24, że maszyna dynamo-elektryczna w takim

tylko razie może zacząć działać, jeżeli przy puszczeniu jej w ruch rdzenie elektromagnesów posiadają przynajmniej ślad magnetyzmu, t. zw. *magnetyzm szczątkowy*. Zdarza się jednak niekiedy, że rdzenie tracą ów magnetyzm szczątkowy czy to od wstrząśnień podczas przewozu, czy też pod wpływem magnesów innych. Rdzenie z żelaza kutego są szczególnie na niebezpieczeństwo to wystawione.

Gdy wypadek podobny miał miejsce, to dyuamo, puszczone w ruch, nie okazuje żadnego napięcia, pomimo, że wszelkie połączenia są w porządku; przykładając do biegunów elektromagnesu kawałek miękkiego żelaza, nie dostrzeżemy ani śladu przyciągania, na szczytkach w żadnym ich położeniu nie pokazują się iskry. Jeżeli jednak maszyna nie rozwija wcale napięcia, to przyczyną tego może być także brak jakiego bądź ważnego połączenia, np. zerwanie odnogi elektromagnesów w maszynach z odnogą, lub zerwanie obwodu zewnętrznego w maszynach prądu głównego. Zanim więc przyjdziemy do wniosku, że rdzenie utraciły magnetyzm szczątkowy, potrzeba najprzód upewnić się co do wszystkich połączeń.

Jeżeli w instalacji mamy inną dynamo, lub baterię akumulatorów, to łatwo jest namagnesować rdzenie na nowo. W tym celu potrzeba tylko przepuścić przez ich cewki niezbyt silny prąd elektryczny; zważać przy tem należy, aby w maszynie z odnogą nie włączyć zbroi równoległe do elektromagnesu.

Dajmy np. na to, że w urządzeniu fig. 61 dynamo  $D_1$  utraciła magnetyzm szczątkowy, i że go chcemy przywrócić. W tym celu, gdy  $D_2$  jest w ruchu, podnosimy



szczotki w  $D_1$  i zamykamy na chwilę przerywacz  $P_1$ . Prąd nie może teraz przepływać przez zbroję  $D_1$ , lecz przechodzi tylko przez cewki  $C_1$  i magnetyzuje rdzenie. W instalacji z akumulatorami, np. przy urządzeniu, przedstawionem na fig. 135, w tym samym wypadku podnosimy szczotki i zamykamy na chwilę przerywacz automatyczny  $Pa$ .

W instalacji, posiadającej jedną tylko maszynę bez akumulatorów, do namagnesowania rdzeniów użyć wypadnie baterii, złożonej z kilkunastu elementów elektrycznych. Podnosi się przytem szczotki i wylłącza obwód zewnętrzny, aby prąd przebiegał same tylko cewki elektromagnesów, inaczej działanie jego, i tak już bardzo słabe, będzie żadne.

132. **Odwroćcie biegunów.** Równie rzadko, jak utrata magnetyzmu szczątkowego, wydarza się odwrócenie biegunów elektromagnesu. Tam gdzie był biegun północny, tworzy się południowy i odwrotnie, skutkiem tego i prąd maszyny zmienia kierunek, a więc końcówka dodatnia staje się ujemną i odwrotnie (§ 21).

W instalacji, posiadającej jedną tylko maszynę bez akumulatorów, wypadek podobny odbije się tylko na lampach łukowych. Światło ich będzie szło głównie do góry, węgle górne zaostrzą się stożkowo, w dolnych zaś potworzą się zagłębienia. Na żarówki kierunek prądu wpływu żadnego nie wywiera. Aby powrócić wszystko do należytego stanu, zmieniamy tylko połączenie lamp łukowych z siecią na odwrotne. Gdyby to było z jakiegobądź

względu niedogodnem, to zmieniamy odpowiednio połączenie tablicy rozdzielowej z maszyną.

W instalacjach, posiadających dwie maszyny, połączone równolegle, lub akumulatory, odwrócenie biegunów jest wypadkiem daleko groźniejszym (por. §§ 65 i 115). Przy włączaniu takiej maszyny z odwróconymi biegunami powstaje w przerywaczu silna iskra, podobna do eksplozyi, a jednocześnie topi się ochronnik, należący do danej dynamo. Gdy się przekonamy za pomocą papieru Wilkego (§ 50), że istotnie zaszło odwrócenie biegunów, to łatwo właściwie namagnesować rdzenie sposobem, podanym w § poprzedzającym.

133. **Przepisy co do ładowania i wyładowywania akumulatorów.** Akumulatory potrzebują bardziej starannego i umiejętnego pielęgnowania, niż reszta urządzeń elektrycznych. Można łatwo złem obchodzeniem się zrujnować w ciągu niewielu miesięcy baterję, która w innych warunkach wystarczyłaby na długie lata. Przepisy następujące powinny być wykonane ściśle.

Nie należy *ładować* nigdy prądem silniejszym od przepisanego. Przy końcu ładowania z elementów powinien żywo wydobywać się gaz, a napięcie każdego ma wynosić 2,6 do 2,7 wolta. Przerwanie ładowania przed tą chwilą, czyli *niedolaadowywanie* działa szkodliwie. Do kontrolowania napięcia pojedynczych elementów może służyć mały, przenośny woltmetr, wskazujący dziesiąte części wolta.

*Prąd wyładowywania* silniejszy od przepisanego jest również szkodliwy, niektóre fabryki akumulatorów

jednak pozwalają w razach wyjątkowych (np. na wypadek zepsucia się maszyny) wyładowywać prądem dwa razy silniejszym od przepisanego. Gdy napięcie pojedynczych elementów dojdzie do 1,83 wolta (§ 109) wyładowywanie przerwać należy.

*Ładowanie powinno następować zaraz po wyładowaniu.* Jeżeli wypadnie pozostawić baterię na dłuższy czas bez użytku, to potrzeba ją przed tem dobrze naładować i powtarzać ładowanie przynajmniej co dwa tygodnie pomimo to, że w ciągu tego czasu wcale nie pracowała. Pozostawienie nawet na parę dni baterii wyładowanej oddziaływa na nią bardzo szkodliwie; gdyby się to jednak z jakich bądź powodów zdarzyło, należy ładowanie następne odbywać w ciągu 20 do 24 godzin.

Nawet przy regularnym biegu rzeczy dobrze jest co 6 tygodni lub co 2 miesiące *przeładować* baterię, t. j. ładować ją dwa razy dłużej, niż zwykle.

134. **Utrzymanie akumulatorów.** Przynajmniej co dwa tygodnie należy za pomocą areometru zmierzyć *gęstość kwasu* we wszystkich elementach i, gdy się okaże różną od przepisanej (§ 112), dolać odpowiednio wody lub kwasu. Rewizye te odbywają się wtedy, gdy bateria jest wyładowaną. Znajdziemy przy tem prawie zawsze gęstość większą od przepisanej, dodać więc wypadaloby wody, lepiej jest jednak dodawać słabego kwasu, ciężar gatunkowy którego wynosi 1,05, lub 7 stopni Baumé; kwas taki zawsze powinien stać gotowy w komorze akumulatorów.

Nigdy nie należy dopuścić, *aby kwas w elemencie opadł niżej od górnego brzegu płyt.*

Jeżeli *naczynie jest nieszczelnem*, i kwas wycieka, to w tem miejscu tworzy się połączenie z ziemią. Pociąga to za sobą nietylko stratę prądu, ale może także szkodliwie oddziaływać na akumulatory; dla tego też naczynie takie potrzeba usunąć bez zwłoki.

Przy końcu każdego ładowania należy obejrzyć wszystkie elementy; jeżeli z którego bądź *gaz się nie dobywa*, oznacza to zwykle, że pomiędzy płyty jego dostało się jakieś ciało, np. kawałek opadłej masy, i w ten sposób utworzyło się *krótkie połączenie*. Należy je jaknajprędzej usunąć pałeczką szklaną lub drewnianą. Gdyby się okazało, że krótkie połączenie nastąpiło skutkiem skrzywienia się płyt, to element musi być poddany gruntowniejszej reperacyi.

Raz na miesiąc należy starannie zrewidować wszystkie elementy i usunąć kawałki masy i inne ciała, któreby zagrażały krótkiem połączeniem.

Gdy wypadnie z jakichbądź powodów *rozebrać jeden z elementów*, to przedewszystkiem przecinamy połączenie jego z innymi. Tym sposobem obwód bateryi zostaje przerwany; aby mogła ona funkcyonować dalej, łączymy dostatecznie mocnym drutem wolne końcówki elementów sąsiednich. Z elementu wyłączonego wyjmują się najprzód płyty ujemne i wkładają w inne naczynie, napełnione lekkim kwasem, pozostawione na powietrzu ulegają one zepsuciu. Następnie można wylać kwas i wyjąć płyty dodatnie.

Do *wylewania kwasu* najlepiej jest używać rurki gumowej, którą napelnia się wodą i pogrąża jednym końcem w naczynie. Tworzy się w ten sposób syfon prosty i praktyczny.

*Płyty skrzywione* wyprostowują się pomiędzy dwiema deskami za pomocą ciśnienia. Uderzeń przy tem unikać należy.

Maszynista powinien prowadzić dziennik, w którym zapisuje każde przeładowanie baterji i każdą rewizję.

Zajęcie z akumulatorami jest połączone z pewnemi niedogodnościami, których trzeba umieć unikać. Tak np. kwas pozostawia na ubraniu czerwone plamy; można je łatwo usunąć za pomocą amoniaku, flaszeczka którego zawsze powinna znajdować się w komorze. Gdyby kwas rozlał się na podłogę, to dla ochrony obuwia należy je wysmarować gorącą mieszaniną parafiny z woskiem, a lepiej jeszcze brać w tym wypadku zamiast butów chodaki na grubych podszewkach drewnianych. W komorze stawia się także miskę z roztworem sody do omycia rąk po każdej czynności z kwasem, który inaczej rozgryza skórę.

135. **Uszkodzenia w kanalizacyi.** Jeżeli jedna z żarówek przestanie się palić, to przedewszystkiem przekonać się należy, czy nie jej nie uległa przepaleniu. Znalazszy lampę w porządku, wnioskujemy, że nastąpiło zerwanie linii. Oglądamy następnie ochronnik. Jeżeli ołów jego się stopił, to przyczyną mogło być tylko *krótkie połączenie* pomiędzy obydwoma przewodnikami, leżące dalej po za ochronnikiem. Połączenia krótkie tworzą się najczęściej w osadach żarówek, a także wewnątrz ramion i zawieszzeń,

te więc części najprzód zbadać potrzeba. Krótkie połączenie na samej linii jest wypadkiem bardzo rzadkim.

Gdyby olów ochronnika był niestopiony, to zgaśnięcie żarówki mogło być tylko skutkiem *zerwania się drutu* lub rozluźnienia kontaktu w osadzie, przerywaczu lub ochronniku. Wynalezienie miejsca uszkodzonego nie przedstawia zwykle trudności.

*Połączenie z ziemią* wskazują natychmiast żarówki, opisane w § 104. Gdzie przyrządu tego niema, tam od czasu do czasu, np. raz na miesiąc, badać należy izolację od ziemi za pomocą następującego prostego urządzenia.

Do zwykłej oprawy zakładamy dwa długie izolowane druty i oprawiamy w nią żarówkę; jeden drut łączymy z ziemią drugi zaś kolejnie z dodatnią i ujemną końcówką maszyny lub dodatnim i ujemnym drutem kanalizacyi. Jeżeli w obu razach żarówka się nie zapala, to znaczy, że izolacja od ziemi jest w dobrym stanie; gdyby zaś np. w doświadczeniu pierwszym, t. j. przy włączeniu pomiędzy ziemią a końcówką dodatnią, lampa się zapaliła, to znaczy, że drut ujemny kanalizacyi jest w połączeniu z ziemią.

Wyszukanie połączenia z ziemią można sobie znacznie ułatwić sposobem następującym.

Dajmy na to, że połączenie utworzyło się w drucie ujemnym odnogi, zabezpieczonej ochronnikiem  $O_1$  (fig. 146). Poznawszy za pomocą żarówek wskazujących, lub tylko co opisanego sposobu, że połączenie istnieje w drucie ujemnym, łączymy z ziemią końcówkę dodatnią maszyny. Prąd obiega wtedy obwód następujący: końcówka dodatnia, ziemia, drut ujemny odnogi,  $O_1$ , końcówka ujemna. Ponieważ opór tego obwodu jest bardzo mały, prąd więc

wzrasta do takiego natężenia, że olów  $O_1$  się topi, i lampy odnogi gasną; to będzie wskazówką, gdzie szukać połączenia.

Miejsce chore może leżeć w linii głównej, a nawet w samej maszynie, i wtedy połączenie z ziemią końcówki dodatniej, jak to opisywaliśmy, spowodowałoby stopienie

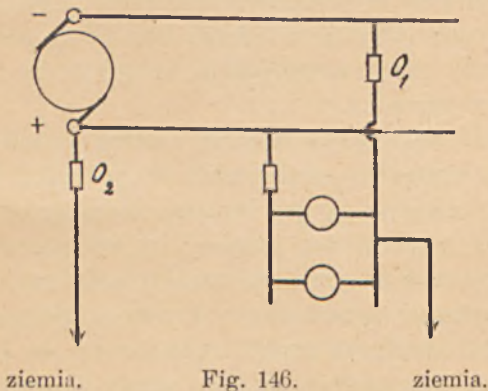


Fig. 146.

się ochronnika głównego, lub nawet uszkodzenie maszyny. Aby temu zapobiedz włączamy w przewodnik, którym mamy połączyć końcówkę dodatnią z ziemią 6 lub 10-ampereowy ochronnik  $O_2$ . Gdy  $O_2$  się stopi, połączenie zaś z ziemią wciąż istnieje, wnioskujemy ztąd, że leży ono w maszynie lub przewodniku głównym.

Sposoby powyższe mogą być zastosowane tylko wtedy, gdy maszyna jest w ruchu, lub gdy mamy w instalacji baterię akumulatorów; w innych razach używamy sposobu, opisanego w § 122.

136. **Peryodyczne rewizye instalacji.** Instalacja elektryczna, jak każde dzieło ręki ludzkiej, niszczy się z czasem powoli, lecz ciągle. Aby wedle możliwości uchronić się od bardzo uciążliwych i nieprzyjemnych zakłóceń w jej działaniu, należy poddać ją co roku gruntownej rewizyi i wykonać starannie wszelkie reperacye i zmiany, jakieby się przy tem okazały koniecznymi. Rewizye takie najlepiej jest odbywać z końcem lata lub w początkach jesieni, aby przed nastąpieniem krótszych dni wszystko już było w porządku.

Bada się przytem izolacyę i usuwa wszelkie braki pod tym względem, doprowadza do porządku kolektor maszyny, szczotki i pas jej, wszelkie kontakty na dynamo i na tablicy rozdzielowej powinny być odczyszczone i zaciągnięte mocno na nowo, instrumenty miernicze, a szczególnie woltmetr sprawdzone co do swego działania.

Jeżeli instalacja posiada akumulatory, to należy ze szczególną starannością obejrzeć każdy element i naprawić każde podejrzone miejsce, doprowadzić gęstość kwasu do normy przepisanej, odczyścić wszelkie kontakty i t. d.

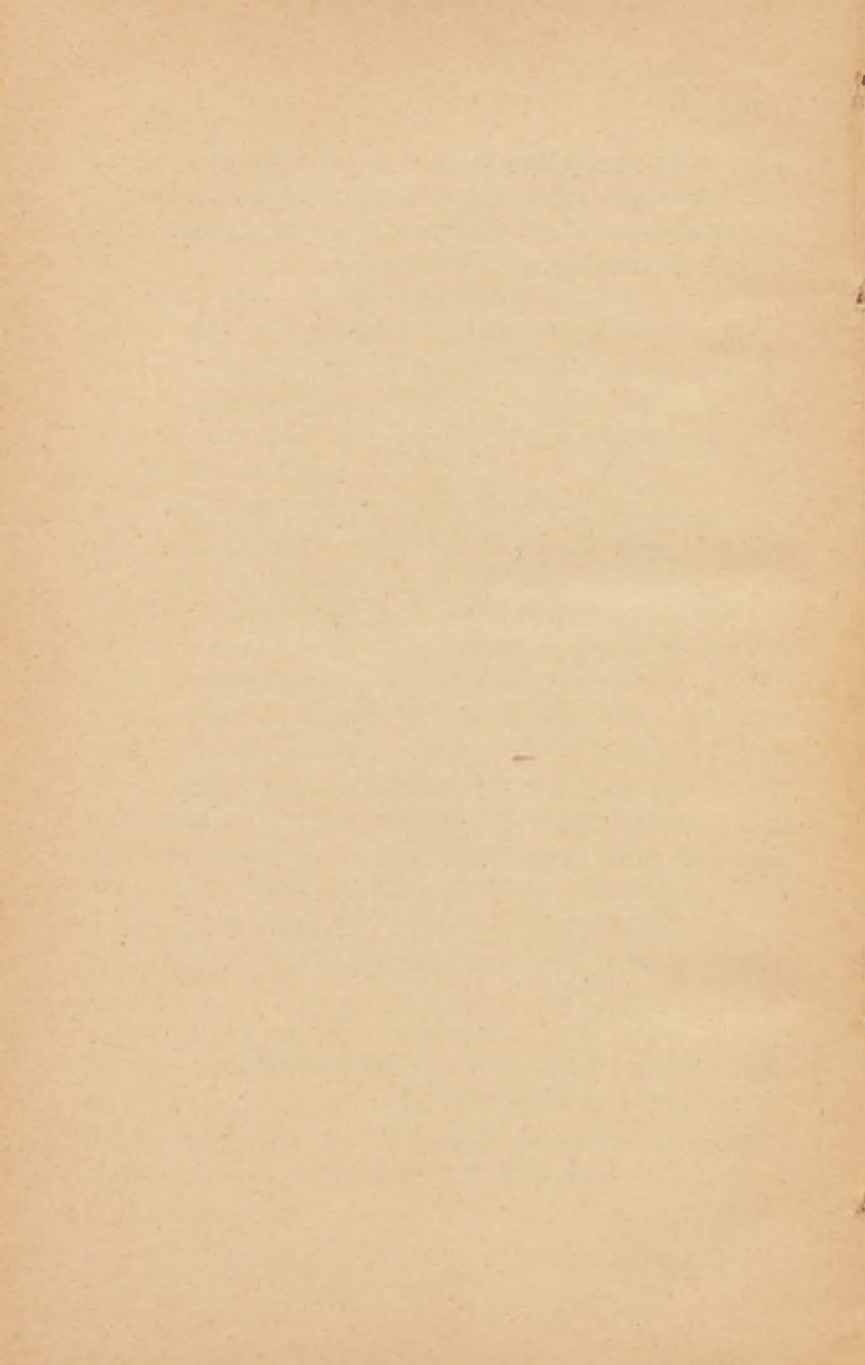
Wszystkie przewodniki odkryte potrzeba obejrzeć, gdzie tylko okaże się ślad utleniania się, wyciąć część chorą, wstawić na to miejsce świeży kawałek drutu, a przyczyny, spowodzające utlenianie się, wedle możności usunąć.

Oprawy do lamp, ochronniki i przerywacze należy obejrzeć, niepewne kontakty doprowadzić do porządku, zepsute przyrządy naprawić, lub zmienić na nowe. Lampy lakowe zdejmują się z zawieszceń i czyszczą gruntownie, maszynerya ich naoliwia się, o ile to jest potrzebnem.



Rewizję podobną może wykonać tylko specjalista, pociąga więc ona za sobą nieraz znaczniejsze koszty; opłacą się one jednak sowniejszym dobrem działaniem instalacji i jej trwałością.

~~~~~  
KONIEC.  
~~~~~



## SPIS ROZDZIAŁÓW.

---

	<i>Str.</i>
Przedmowa . . . . .	5
Skrócone oznaczenia miar metrycznych . . . . .	7

### Nauka o prądzie elektrycznym.

---

1. Płyn elektryczny . . . . .	9
2. Napięcie elektryczne . . . . .	10
3. Miara napięcia wolt . . . . .	11
4. Miara płynu elektrycznego kulomb i natężenia prądu amper . . . . .	13
5. Opór elektryczny i miara jego om . . . . .	15
6. Od czego zależy opór drutu? . . . . .	16
7. Tablice oporów . . . . .	17
8. Użycie tablic oporów . . . . .	22
9. Opór drutów włączonych równolegle . . . . .	22
10. Prawo Ohma . . . . .	23
11. Strata napięcia . . . . .	24

## II

	<i>Str.</i>
12. Prąd w przewodniku zamkniętym . . . . .	25
13. Praca elektryczna i miara wat . . . . .	27
14. Części składowe instalacji oświetlenia elektrycznego.	27

---

### M o t o r.

---

15. Jakiego motoru można użyć do instalacji elektrycznej . . . . .	28
16. Siła motoru . . . . .	29
17. Szybkość obrotu . . . . .	30
18. Pas . . . . .	32
19. Regularny bieg motoru . . . . .	34

---

### Maszyna dynamo-elektryczna.

---

20. Magnes . . . . .	36
21. Indukcja . . . . .	38
22. Pierścień Gramme'a . . . . .	39
23. Bęben Hefner-Altenecka . . . . .	42
24. Maszyna dynamo-elektryczna . . . . .	44
25. Trzy rodzaje maszyn dynamo-elektrycznych. . . . .	45
26. Maszyny wielobiegunowe . . . . .	48
27. Regulowanie napięcia . . . . .	50
28. Ustawienie maszyny elektrycznej. . . . .	51
29. Zmiana kierunku obrotu . . . . .	54

---

## Lampy elektryczne.

---

	<i>Str.</i>
30. Siła światła . . . . .	57
31. Lampa żarowa . . . . .	58
32. Siła światła, napięcie i wydajność żarówek . . . . .	59
33. Napięcie i blask żarówek bardziej rozpowszechnionych . . . . .	63
34. Oprawy do żarówek . . . . .	65
35. Łuk elektryczny . . . . .	66
36. Lampa łukowe . . . . .	68
37. Lampa prądu głównego . . . . .	70
38. Lampa z odnogą . . . . .	72
39. Lampa różnicowa. . . . .	74
40. Mechanizm zapalający . . . . .	76
41. Napięcie i natężenie prądu w lampach łukowych . . . . .	77
42. Regulowanie lamp łukowych . . . . .	79
43. Banie do lamp łukowych. . . . .	82
44. Wysokość zawieszenia lamp elektrycznych. . . . .	83

---

## Kanalizacja prądu.

---

45. Łączenie lamp w szereg . . . . .	84
46. Gaszenie i zapalanie lamp, połączonych w szereg . . . . .	86
47. Lampy do łączenia w szereg . . . . .	88
48. Maszyny do łączenia w szereg . . . . .	88
49. Łączenie równoległe . . . . .	91
50. Przewodniki dodatnie i ujemne . . . . .	93
51. Rozkład prądu w kanalizacji . . . . .	94
52. Kanalizacja prosta i zamknięta . . . . .	96

## IV

	<i>Str.</i>
53. Strata napięcia w przewodnikach . . . . .	99
54. Dozwolone wahanie się napięcia w żarówkach . . .	101
55. Zastosowanie kanalizacyi prostej. . . . .	103
56. Kanalizacya prosta przy większych stratach napięcia	106
57. Zastosowanie kanalizacyi zamkniętej . . . . .	108
58. Mierzenie napięcia w kanalizacyi zamkniętej . . .	111
59. Kanalizacya o trzech przewodnikach . . . . .	112
60. Dozwolone obciążenie przekroju . . . . .	118
61. Łączenie równoległe lamp łukowych . . . . .	122
62. Zastosowanie drutów żelaznych do łączenia lamp łukowych . . . . .	125
63. Łączenie równoległe maszyn dynamo-elektrycznych z odnogami . . . . .	127
64. Wprowadzanie w ruch maszyn z odnogami, połą- czonych równoległe . . . . .	131
65. Łączenie równoległe maszyn sprzężonych . . . . .	132
66. Wprowadzenie w ruch maszyn sprzężonych, połą- czonych równoległe . . . . .	134

### Wykonanie kanalizacyi.

67. Uwagi ogólne . . . . .	136
68. Metal przewodników . . . . .	139
69. Łączenie przewodników . . . . .	140
70. Izolacya przewodników . . . . .	144
71. Izolacya połączeń . . . . .	146
72. Izolatory dzwonekowe . . . . .	148
73. Słupy do izolatorów . . . . .	150
74. Wiązanie przewodników do izolatorów dzwone- kowych . . . . .	152
75. Zaciąganie przewodników . . . . .	155

	<i>Str.</i>
76. Linie podziemne . . . . .	158
77. Instalacje wewnętrzne . . . . .	160
78. Przebijanie murów . . . . .	161
79. Osadzanie kołków . . . . .	164
80. Rolki . . . . .	165
81. Klamry . . . . .	167
82. Przygważdżanie przewodników do ściany . . . . .	169
83. Listwy . . . . .	171
84. Przewodniki pod tynkiem . . . . .	174

### Części dodatkowe.

85. Ramiona i zawieszania do żarówek . . . . .	176
86. Przystosowanie pajaków gazowych do elektryczności . . . . .	178
87. Armatura żarówki . . . . .	180
88. Części dodatkowe do lampy łukowej . . . . .	181
89. Ochronniki . . . . .	184
90. Wielkości ochronników i ich stosowanie . . . . .	186
91. Rozkład ochronników . . . . .	188
92. Ochronniki w kanalizacyi zamkniętej . . . . .	191
93. Ochronniki jedno i dwubiegunowe . . . . .	193
94. Konstrukcyja i montaż ochronników . . . . .	196
95. Przerwywacze . . . . .	198
96. Zastosowanie przerwywaczy . . . . .	200
97. Konstrukcyja i montaż przerwywaczy . . . . .	201
98. Kommutatory . . . . .	203
99. Oporniki do lamp łukowych . . . . .	208
100. Regulator napięcia maszyny . . . . .	210
101. Woltmetr . . . . .	213
102. Woltmetr alarmujący . . . . .	216
103. Ampermetr . . . . .	218

## VI

	<i>Str.</i>
104. Żarówki wskazujące połączenie z ziemią . . . . .	219
105. Tablica rozdzielowa prądu . . . . .	220
106. Piorunochrony . . . . .	223

---

### A k u m u l a t o r y.

---

107. Ładowanie i wyładowywanie . . . . .	227
108. Pojemność akumulatora . . . . .	228
109. Napięcie akumulatora . . . . .	230
110. Formowanie płyt . . . . .	231
111. Konstrukcyja akumulatorów . . . . .	232
112. Kwas . . . . .	234
113. Prąd ładowania i wyładowywania . . . . .	236
114. Łączenie elementów w baterye . . . . .	237
115. Maszyny do ładowania . . . . .	241
116. Zastosowanie akumulatorów . . . . .	244
117. Przerywacz automatyczny . . . . .	246
118. Ładownica pojedyncza . . . . .	248
119. Ładownica podwójna . . . . .	252
120. Mierzenie napięcia . . . . .	255
121. Ustawianie akumulatorów . . . . .	257

---

### Instalacya w ruchu.

---

122. Mierzenie oporu izolacyi . . . . .	261
123. Wprowadzenie w ruch instalacyi . . . . .	266
124. Łożyska maszyny elektrycznej . . . . .	267



## VII

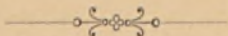
	<i>Str.</i>
125. Kolektor . . . . .	269
126. Założenie nowego kolektora . . . . .	271
127. Szczotki . . . . .	274
128. Ustawienie szczotek . . . . .	278
129. Zakłócenia w działaniu maszyny dynamo-elektrycznej . . . . .	279
130. Naprawa uszkodzeń . . . . .	282
131. Utrata magnetyzmu szczątkowego. . . . .	285
132. Odwrócenie biegunów. . . . .	287
133. Przepisy co do ładowania i wyładowywania akumulatorów . . . . .	288
134. Utrzymanie akumulatorów. . . . .	289
135. Uszkodzenia w kanalizacyi . . . . .	291
136. Peryodyczne rewizye instalacyi. . . . .	294

---

## VIII

## SPIS TABLIC.

	<i>Str.</i>
I. Tablica przekrojów, wag i oporów drutów miedzianych . . . . .	18
II. Tablica przekrojów, wag i oporów drutów żelaznych . . . . .	20
III. Tablica pracy i prądu żarówek . . . . .	64
IV. Tablica lamp łukowych . . . . .	78
V. Tablica obciążenia przewodników miedzianych . . . . .	120
VI.     "                     "                     "                     żelaznych . . . . .	121
VII. Tablica strzałek dla drutów miedzianych i żelaznych . . . . .	157



## DZIEŁA WYDANE INNYM NAKŁADEM:

1. **Poradnik dla samouków.** Część I. Matematyka. Nauki przyrodnicze. Pod redakcją: *S. Diksteina, J. Eismonda, S. Kramsztyka, L. Krzywickiego* i *A. Mahrburga*, przy współudziale grona specjalistów. Wydany przez *Aleks. Hesticha* i *Stanisł. Michalskiego*. Z zapomogi Kasy pomocy dla osób pracujących na polu naukowym im. D-ra. Józefa Mianowskiego. *Warszawa 1898*. Cena 50 kop. Poradnik podaje wskazówki praktyczne dla samouków, oraz wymienia dzieła, poczynając od najdostępniejszych, w takim porządku, w jakim samouk winien je czytać, chcąc nabyć wiadomości z danej gałęzi wiedzy. Spis tych dzieł rozpada się na działy, odpowiadające oddzielnym naukom i poprzedzone odpowiednią przedmową, wprowadzającą samouka do danej umiętności. Każdy dział podzielono na stopnie, odpowiadające różnym stopniom przygotowania samouka, poczynając od elementarnego. W końcu podano dodatkowo spisy dzieł z dziedziny zastosowań nauk przyrodniczych (mechanika, budownictwo, technologia metali i drzewa, przędzalnictwo, tkactwo, młynarstwo, górnictwo, hutnictwo, technologia chemiczna, elektrotechnika, rolnictwo, leśnictwo, ogrodnictwo, rybactwo, pszczelnictwo, jedwabnictwo i t. d.)

2. **Podręcznik mechanicznej Technologii.** Część I. Technologia metali i drewna, dla użytku szkół technicznych i przemysłowych; z 343 drzeworytami w tekście. Napisał *Juliusz Jaksa-Bykowski*, prof. szk. polit. we Lwowie. *Lwów 1896*. Cena 6 złr.

3. **Nauka mularstwa**, opracował *Jakób Heilpern* inżynier (Wydawnictwo Zgromadzenia mularzy w Warszawie). *Tom I.* Część I-a. *Wiadomości z nauk zasadniczych* (Wiadomości z arytmetyki i algebry; Wiad. z planimetrii; Wiad. z solidometrii; Wiad. z trygonometrii płaskiej; Powierzchnie i objętości; Wiadom. z geometrii wykreslonej; Wiadom. z mechaniki i statyki budowli; Wiadom. z chemii; Wiadom. pomocnicze; Literatura). Z 825 drzewor. w tekście i jedną tablicą chromolitografowaną (str. XXVII + 586). *Warszawa, 1894*. Cena *Rub. 4.* — Część

II-ga *Materyały mularskie*. (Wstęp. Klasyfikacja materyałów Kamienie rodzime (naturalne) i ziemie. Kamienie sztuczne palone (wyroby ceramiczne). Materyały wiążące (zaprawy). Kamienie sztuczne niepalone. Materyały pomocnicze. Literatura). Z 148 drzewor. w tekście (str. XXII + 586). Warszawa 1896. Cena *Rub. 4.* (Tom II-gi pod prasą).

4. **Ceglarstwo**, napisał *F. O. Wilkoński*. Warszawa 1892. Nakład Maur. Orgelbranda. Cena *Rub. 1 kop. 50.*

5. **Gazeta rzemieśnicza**. Pismo tygodniowe. (Redakcyja: ulica Orła № 5). Rocznie *Rub. 4* — miesięcznie *kop. 35.* na prowinyi rocznie *Rub. 5 kop. 20,* kwartalnie *Rub. 1 kop. 30.*

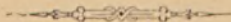
Z zapisu ś. p. Wład. Peplowskiego w zawiadywaniu Kasy Pomocy imienia d-ra Józefa Mianowskiego dla osób pracujących na polu naukowem:

6. **Co i jak robią rzemieślnicy**. Opis rzemiosł dla młodzieży, tudzież przewodnik przy wyborze powołania. Opracowany przez *Henryka Wernica*. Warszawa 1898. Cena *20 kop.* (str. 312) z drzeworytami w tekście.

7. **O czystości w browarze i drobnoustrojach**, napisał *Teodor Wańkowski* dla czeladników piwowskich. Warszawa 1898. Cena *15 kop.*

8. **Nauka murarstwa**. Wiązania murowe z kamienia i cegły, w murach ciągłych, w słupach, w kominach domowych i fabrycznych, przedstawił na 100 tabl. rysunku i opisał *Telesfor Szpadkowski*. Warszawa, 1894, str. 54, tablice kolor. 100. Cena *Rsr. 1.*

9. **Podręcznik przedsiębiorstwa bawełny**, opracował *Adam Trojanowski*. Warszawa 1898 (pod prasą).



MD. 122



BIBLIOTEKA GŁÓWNA  
Politechniki Warszawskiej

**ND.0122**

ND.0122



400000000125437

Rs. k.  
w oprawie

1. **Podręcznik dla palaczy kotłowych** *P. Braussera i A. Spennratha*, przetłomaczył na polski i uzupełnił *D-r Felicyan Laszczyński*, for. 16-ki, str. 160, rysunków 53. — 60
2. **Mechanika doświadczalna**, wykład *Robertta S. Balla*, astronoma królewskiego, dawnego profesora matematyki stosowanej i mechaniki w irlandzkim kolegium naukowem. Z drugiego wydania angielskiego, przełożył *Stanisław Kramsztyk*, for. 16-ki, str. 426 rysunków 103 . . . . . 1 —
3. **Zarys przedzenia wełny czesankowej** opracował *Stanisław Jakubowicz*, inżynier for. 16-ki, str. 82, rysunków 21 . . . . . — 40
4. **Słownik polsko-rossyjsko-niemiecki terminów garbarskich**, ułożony przez *Felicyana Przyszychowskiego*. Inż. Chemika, czeladnika garbarskiego, for. 16-ki str. 30 . . . — 15
5. **Przewodnik dla maszynistów** *E. F. Scholla*, tłumaczył *Aleksander Podworcki*. Inż.-Technolog. Część 1-a, for. 16-ki, str. 382, rysunków 235. . . . . 1 50  
Część 2-ga, for. 16-ki, str. 312, rysunków 179 . . . . . 1 20
6. **Podręcznik mechaniki dla średnich szkół technicznych i samouków.** *M. Launsteina* inżyniera i prof w Karlsruhe. Przełożył *Józef Hofman*, inżynier, for. 16-ki, str. 264, rysunków 141 . . . . . 1 10
7. **Zasady magnetyzmu i elektryczności**, wyłożone dla uczniów elektrotechniki przez prof. *Andrzeja Jamiesona*, uzupełnione przez *Dr. J. Kollera*, przełożył z 3-go wyd. ang. *St. Stętkiewicz*. Tom I-szy z licznymi figurami w tekście for. 16-ki, str. 351 . . . . . 1 35  
Tom II-gi z licznymi figurami, for. 16-ki, str. 494 . . . . . 1 10
8. **Nauka rysunków.** Wskazówki praktyczne wykonywania rysunków technicznych, ułożył *Edward Wawrykiewicz*, z 29 rysunk. w tekście i 9 tablicami chromolitogr. for. 16-ki, str. 104 . . . . . — 75
9. **Światło Elektryczne.** Urządzenie i działanie instalacyj prywatnych o prądzie stałym. Przewodnik dla monterów, maszynistów i właścicieli instalacyj elektrycznych, przez *Zygmunta Straszewicza*, z 146 rysunkami w tekście, for. 16-ki . . . . . 1 20

Dziela te są do nabycia we wszystkich księgarniach  
w Warszawie i na prowincyi.