

Przetwornice, transformatory i prostowniki.

§ 24. Przetwornice.

Przetwornica służy do

a) przetwarzania prądu zmiennego na stały i odwrotnie,
bądź do

b) przetwarzania prądu stałego wyższego napięcia na stały
niższego napięcia i odwrotnie.

W sieciach prądu stałego przetwornica zazwyczaj zniża napięcie dla światła i elektrolizy, a w sieciach prądu zmiennego przetwarza prąd zmienny na stały dla akumulatorów, elektrolizy, dla zasilania niektórych lamp łukowych i t. p.

W zależności od ustroju, rozróżniamy trzy rodzaje przetwornic:

1. dwutwornikowe,
2. dwutwornikowe kaskadowe,
3. jednotwornikowe.

Przetwornica dwutwornikowa jest to zespół dwóch maszyn elektrycznych: silnika i prądnicy, osadzonych na wspólnym wale lub na wałach oddzielnych, z sobą sprzężonych. W obu maszynach zachodzą pewne straty, zarówno mechaniczne jak elektryczne. Sprawność przetwornicy jest mniejsza od sprawności pojedynczych maszyn i równa się stosunkowi pracy wytwarzanej w prądnicy do pracy czerpanej z silnika.

$$\text{sprawność przetwornicy} = \text{sprawność silnika} \times \text{sprawność prądnicy}.$$

Przykład. Przetwornica z prądu stałego na stały wytwarza 50 kW. Obliczyć sprawność.

Prądnica o mocy 50 kW ma sprawność 0,88, a więc czerpie
 $50\ 000 : 0,88 = 56\ 820$ W.

Moc silnika

$$56\ 820 : 736 = 77\ \text{KM}.$$

Sprawność silnika o mocy 77 KM wynosi 0,89, a zatem sprawność przetwornicy

$$0,89 \times 0,88 = 0,78.$$

Do tego samego wyniku dojdziemy inną drogą: prądnica wytwarza 50 000 W, a otrzymuje 56 820 W, silnik zaś wytwarza 56 820 W, a otrzymuje

$$56\,820 : 0,89 = 63\,840 \text{ W},$$

a zatem przetwornica wytwarza 50 000 W, a otrzymuje 63 840 W, czyli pracuje ze sprawnością

$$50\,000 : 63\,840 = 0,78.$$

W przetwornicy z prądu stałego na stały po stronie wyższego napięcia prąd jest mniejszy, a po stronie niższego napięcia — większy.

Przykład. Przetwornica z prądu stałego 500 V na stały 115 V wytwarza 435 A. Obliczyć zapotrzebowanie prądu.

Moc prądnicy

$$435 \times 115 = 50\,025 \text{ W}.$$

Silnik otrzymuje prąd o mocy (patrz przykład poprzedni)

$$50\,025 : 0,78 = 64\,135 \text{ W}.$$

Prąd

$$64\,135 : 500 = 128 \text{ A}.$$

{ Silnik 128 A 500 V
{ Prądnica 435 A 115 V.

Przykład. Przetwornica z prądu trójfazowego 120 V na stały 115 V wytwarza 435 A. Obliczyć zapotrzebowanie prądu.

Moc prądnicy

$$435 \times 115 = 50\,025 \text{ W}.$$

Prądnica otrzymuje

$$50\,025 : 0,88 = 56\,850 \text{ W}.$$

Moc silnika

$$56\,850 : 736 = 77 \text{ KM}.$$

Sprawność silnika trójfazowego asynchronicznego przy 77 KM wynosi 0,91, a zatem silnik otrzymuje z sieci

$$56\,850 : 0,91 = 62\,473 \text{ W},$$

przy współczynniku mocy 0,87

$$62\ 473 : 0,87 = 71\ 808\ \text{VA};$$
$$(71\ 808 : 120) : 1,73 = 346\ \text{A}.$$

{ Silnik	346 A 120 V
{ Prądnica	435 A 115 V.

Prądnica jednotwornikowa jest maszyną pojedynczą, pełniącą czynności silnika i zarazem prądnicy. Przetwornica z prądu stałego na stały ma jedno uzwojenie magnesowe, a na wspólnym tworniku dwa zaizolowane od siebie uzwojenia twornikowe i dwa kolektory. W przetwornicy zaś z prądu zmiennego na stały jest jedno uzwojenie magnesowe i jedno tylko twornikowe, wyprowadzone do kolektora (dla prądu stałego) i do pierścieni (dla prądu zmiennego). Maszyna powyższa, przyłączona do sieci prądu zmiennego, zachowuje się jak silnik synchroniczny (§ 19), a więc sama, bez pomocy, nie rusza. Jeżeli sieć prądu stałego stoi pod napięciem (np. dzięki akumulatorom), uruchomienie przetwornicy nie przedstawia żadnej trudności; w przeciwnym razie niezbędny jest dodatkowo silnik asynchroniczny do rozruchu.

Stosunek napięć może być dowolny tylko w maszynie o dwóch twornikach lub o jednym — podwójnie uzwojonym. Natomiast, w przetwornicy pojedynczo uzwojonej między napięciem stałym a zmiennym zachodzi pewien określony stosunek, którego w żaden sposób zmienić nie można. Stosunek ten waha się w granicach

od 0,62 do 0,69.

Chcąc osiągnąć inny stosunek, bierze się do pomocy transformator. W ten sposób prąd przetwarza się dwukrotnie:

1. w transformatorze — ze zmiennego na zmienny (np. ze 120 V na 80 V) i
2. w przetwornicy jednotwornikowej — ze zmiennego na stały (np. 80 V na 115 V).

Przetwornica jednotwornikowa w porównaniu z dwutwornikową przynosi straty niemal o połowę mniejsze. Nawet po uwzględnieniu strat w transformatorze, sprawność wypada korzystniej w pierwszym wypadku, niż w drugim.

Przetwornice z prądu zmiennego na stały.

Moc	Sprawność przy obciążeniu całkowitem w przetwornicy	
	dwutwornikowej	jednotwornikowej wraz z transformatorem
10 kW	0,72	0,81
20 „	0,76	0,82
30 „	0,78	0,83
40 „	0,79	0,84
50 „	0,80	0,85
60 „	0,81	0,86
75 „	0,82	0,87
100 „	0,83	0,89

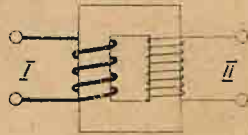
Ostatni wreszcie rodzaj przetwornic: dwutwornikowe kaskadowe, stanowią stopień przejściowy od zwyczajnych dwutwornikowych do jednotwornikowych. Przetwornica kaskadowa jest zespołem asynchronicznego silnika trójfazowego z prądnicą prądu stałego, przyczem uzwojenie wirnika połączone jest elektrycznie (skojarzone) z uzwojeniem twornika. Silnik trójfazowy rusza odrazu, jako asynchroniczny, a w pełnym biegu, po wyłączeniu rozrusznika i po wzbudzeniu magnesnicy, zachowuje się jak silnik synchroniczny. Przetwornica kaskadowa, w porównaniu z jednotwornikową, ma tę wyższość, że rusza o własnej sile i daje dowolny stosunek napięć bez pomocy transformatora; w porównaniu zaś ze zwyczajną dwutwornikową — pracuje sprawniej i z większym współczynnikiem mocy.

§ 25. Transformatory.

Transformatory są to przyrządy nieruchome do przetwarzania prądu zmiennego niższego napięcia na zmienny wyższego napięcia lub odwrotnie. Transformatory znajdują największe zastosowanie przy przesyłaniu pracy elektrycznej na wielkie odległości; w tym wypadku sieć otrzymuje napięcie wysokie,

ze względu na przekroje przewodników (§ 57), odbiorniki zaś — niskie, ze względu na bezpieczeństwo życia ludzkiego i ze względu na budowę samych odbiorników.

Ustrój transformatora podany jest schematycznie na rys 71. Na żelaznym rdzeniu osadzone są dwie oddzielne cewki: jedna (*I*) — z niewielką liczbą zwojów drutu grubego, druga (*II*) — z większą liczbą zwojów drutu cienkiego.



Rys. 71.

Gdy przepuścimy przez jedną z nich prąd zmienny, w rdzeniu żelaznym wzbudzi się zmienne pole magnetyczne, a pole to wzniesi w drugim uzwojeniu prąd również zmienny. Oba prądy będą miały tę samą częstotliwość, lecz różne napięcia. Stosunkiem przekładni nazywamy stosunek napięć, który odpowiada również stosunkowi liczby zwojów: napięcie cewki

Transformatory trójfazowe najczęściej używane.

Moc w kVA	Sprawność przy obciążeniu całkowitem i bezindukcyjnym	Przybliżona waga w kg
1	0,93	75
2	0,94	90
3	0,95	100
5	0,95	110
10	0,96	150
15	0,96	200
20	0,97	250
30	0,97	325
40	0,97	400
50	0,97	480
60	0,97	550
75	0,97	650
100	0,98	750

o większej liczbie zwojów (*II*) będzie wyższe, napięcie cewki z mniejszą liczbą zwojów (*I*) — niższe.

$$\frac{\text{napięcie uzwojenia } I}{\text{napięcie uzwojenia } II} = \frac{\text{liczba zwojów uzwojenia } I}{\text{liczba zwojów uzwojenia } II}$$

Przykład. Uzwojenie I składa się z 80 zwojów, II — z 2000. Woltaż I — 120 V. Obliczyć napięcie II:

$$120 : \text{napięcie II} = 80 : 2000$$

$$(120 \times 2000) : 80 = 3000 \text{ V.}$$

Każdy transformator może służyć zarówno do podnoszenia napięcia, jak do zniżania, w zależności od tego, które uzwojenie przyłączymy do sieci: uzwojenie o mniejszej liczbie zwojów (*I*), czy o większej liczbie (*II*). Uzwojenie, czerpiące prąd z sieci, nazywamy **pierwotnem**, a oddające prąd na zewnątrz — **wtórnm**.

Transformatory bywają jednofazowe i trójfazowe. Szkielet żelazny transformatora trójfazowego składa się z trzech rdzeni, połączonych na obu końcach jarzmami. Na każdym rdzeniu osadzone jest uzwojenie pierwotne i wtórne, odpowiadające jednej fazie. Fazy uzwojenia pierwotnego i fazy uzwojenia wtórnego mogą być skojarzone zarówno w gwiazdę, jak w trójkąt.

Pod względem sprawności transformator znacznie przewyższa przetwornice i maszyny elektryczne — nie mając bowiem części wirujących i trących się, pozbawiony jest zupełnie strat mechanicznych. Transformator pracuje sprawniej przy obciążeniu całkowitem, niż przy częściowym i sprawniej przy obciążeniu bezindukcyjnym, niż przy indukcyjnym.

Po stronie wysokiego napięcia płynie prąd mniejszy, po stronie niskiego — większy.

Przykład. Transformator trójfazowy oddaje przy obciążeniu bezindukcyjnym prąd 300 A i 120 V. Obliczyć wielkość prądu, czerpanego z sieci o napięciu 5000 V.

Transformator oddaje:

$$1,73 \times 300 \times 120 = 62\,280 \text{ W.}$$

Sprawność transformatora o mocy 62,28 kVA wynosi 0,97.

Transformator otrzymuje:

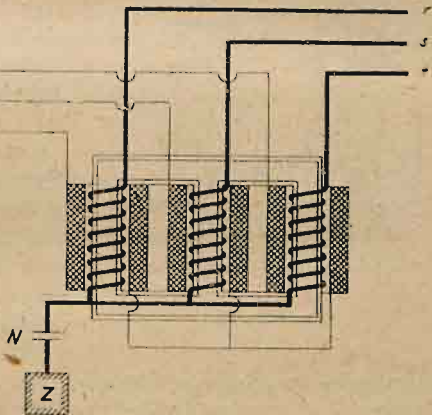
$$62\,280 : 0,97 = 64\,206 \text{ W};$$

$$(64\,206 : 5000) : 1,73 = 7,4 \text{ A.}$$

f Uzwojenie pierwotne 7,4 A 5000 V
 l „ wtórne 300 A 120 V.

Rys. 72 przedstawia transformator trójfazowy w wykonaniu praktycznym. Układ uzwojenia jest nieco odmienny, niż na rys. 71, cewki bowiem pierwotne i wtórne umieszczone są nie obok siebie, lecz jedna w drugiej. Uzwojenie, przeznaczone do wyższego napięcia, otacza wokół cewkę, przeznaczoną do niższego napięcia, a ta ostatnia obejmuje rdzeń bezpośrednio. Oba uzwojenia muszą być zaizolowane od siebie i rdzenia. Na rys. 72 fazy

uzwojenia przy wysokim napięciu R, S, T , jak i przy niskim napięciu r, s, t , powiązane w gwiazdę, a punkt zerowy przy niskim napięciu zaopatrzone w bezpiecznik napięciowy N (§ 54). W razie uszkodzenia izolacji między uzwojeniem pierwotnym a wtórnym, bezpiecznik napięciowy ulega przebicciu, a przez to łączy uzwojenie z płytą ziem-



Rys. 72.

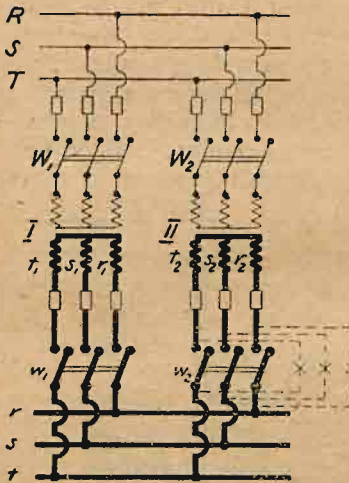
ną Z i niedopuszcza napięcia wysokiego do sieci o napięciu niskim. Z tego samego względu łączymy z ziemią na stałe czyli uziemiamy uzwojenia wtórne w transformatorach miernikowych, za pośrednictwem których wszelkie mierniki (§§ 46, 47, 49, 50) oddzielone są od sieci wysokiego napięcia.

Transformatory przewietrzane są powietrzem lub dla lepszego studzenia zanurzone w oliwie (transformatory olejowe). Pudło transformatora olejowego nazywamy kadłubem.

Rys. 73 przedstawia układ równoległego połączenia dwóch transformatorów trójfazowych I i II. W ten sposób mogą być połączone tylko transformatory, które się z sobą zgadzają. Pierwszym warunkiem zgodności jest równy stosunek przekładni. Poza tem są jeszcze inne warunki i dlatego, chcąc łączyć transformatory, należy przedtem porozumieć się z fabryką.

W przykładzie naszym oba transformatory są jednakowe i oba powiązane w gwiazdę, zarówno w uzwojeniu pierwotnym, jak wtórnym.

W czasie montażu, przed ostatecznym połączeniem transformatorów, należy sprawdzić zgodność biegunów w uzwojeniach wtórnych, czy r_1 łączy się z r_2 , s_1 — z s_2 , t_1 — z t_2 . Sprawdzenie odbywa się w podobny sposób, jak przy równoległym łączeniu prądnic (§ 14), przez włączenie żarówek między każdy biegun badanego transformatora i odpowiedni biegun szyn zbiorczych. Naj-



Rys 73.

dogodniej wykonywać połączenie między przeciwległymi zaciskami wyłącznika trójbiegunowego w po stronie uzwojenia wtórnego, jak na rys. 73 przy transformatorze II (połączenie liniami przerywanymi). Po zamknięciu wyłączników trójbiegunowych W po stronie uzwojenia pierwotnego, żarówki nie powinny świecić. Palenie się dwóch lub trzech żarówek dowodziłoby błędnego połączenia. Co się tyczy żarówek, to muszą one przy trasformatorach być ściśle przystosowane do napięcia wtórnego, a nie do napięcia zwiększonego, jak przy

prądnicach. W transformatorach bowiem oba prądy pochodzą z jednego źródła i mają przebieg synchroniczny, w prądnicach zaś prądy są od siebie niezależne i zmieniają się niesynchronicznie.

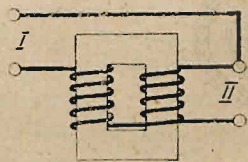
Przy odłączaniu transformatora należy pamiętać, iż dla uniknięcia szkodliwych prądów samoindukcyjnych (§ 3) najpierw otwiera się wyłącznik *W* po stronie napięcia wysokiego, a następnie wyłącznik *w* po stronie napięcia niskiego. Po otworzeniu pierwszego z nich, transformator odłączony jest od sieci wysokonapiętej, lecz, będąc jeszcze przyłączony do sieci niskiego napięcia (rys. 73), sam wytwarza napięcie wysokie. Transformator w tym stanie przedstawia niebezpieczeństwo narówni z pracującym. Dopiero po otworzeniu obu wyłączników, czyli po odcięciu prądu z obu stron, przyrząd pozostaje bez napięcia. Jeszcze jedna przestroga. Nie wolno wyłączać biegunów wysokiego napięcia pojedynczo (np. przez wyjmowanie bezpieczników), gdyż w tych warunkach mogą powstać pewne zjawiska (nagle podskoki napięcia § 54), w swych następstwach bardzo szkodliwe.

Oprócz transformatorów:

1. podwójnie uzwojonych, opisanych powyżej, używane są w niektórych wypadkach przy napięciu niskim transformatory

2. pojedynczo uzwojone (autotransformatory — rys. 74).

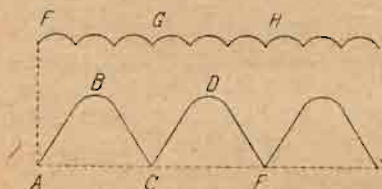
Jak widzimy, w transformatorach pojedynczo uzwojonych część uzwojenia pierwotnego zastępuje w nich uzwojenie wtórne. Stosunek napięcia pierwotnego do wtórnego równa się stosunkowi liczby wszystkich zwojów do liczby zwojów, użytych jako wtórne. Transformatory pojedynczo uzwojone w zastosowaniu do silników kolektorowych podają rys. 66 i 68, a do lamp łukowych — rys. 221.



Rys. 74.

§ 26. Prostowniki.

Zapomocą przyrządów, zwanych prostownikami, można prąd zmienny przetworzyć na prąd o kierunku stałym, czyli na prąd jednokierunkowy. Jeżeli linja falista (rys. 3) wyobraża jednofazowy prąd zmienny, to odpowiedni prąd jednokierunkowy można przedstawić zapomocą wykresu $A B C D E$ na rys. 75. Prąd wzrasta od zera (punkt A) do wielkości najwyższej (punkt B), spada do zera (punkt C) i, nie zmieniając



Rys. 75.

kierunku, wzrasta ponownie do wielkości najwyższej (punkt D), spada do zera (punkt E) i t. d. Prąd jednokierunkowy nazywamy inaczej prądem tętniącym. Prostowniki trójfazowe wydają również prąd tętniący, który jednak w tym wypadku nigdy nie spada do zera (wykres $F G H$ na rys. 75). Tak czy owak, jednokierunkowy prąd tętniący jest bardzo zbliżony do prądu stałego i narówni z nim nadaje się do elektrolizy, do ładowania akumulatorów, do zasilania lamp i silników prądu stałego.

Prąd zmienny można przetworzyć na prąd jednokierunkowy sposobem:

1. mechanicznym — przy pomocy wirującego komutatora, przełączającego prąd;
2. chemicznym — przy pomocy ogniw glinowych (aluminjowych) i
3. elektrycznym — przy pomocy prostownika rtęciowego.

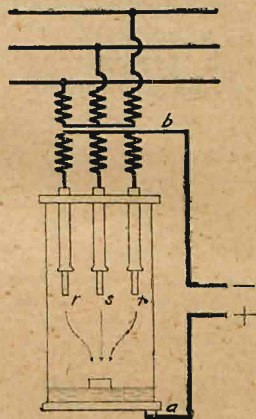
Ogniwo glinowe składa się z dwóch płyt, zanurzonych w roztworze soli. Wskutek elektrolizy (§ 3) płyta glinowa pokrywa się cienką warstwą pewnego związku chemicznego, który nie przepuszcza prądu, płynącego w kierunku płyty drugiej. Natomiast prąd o kierunku przeciwnym płynie bez przeszkody. Przy odpowiednim połączeniu kilku ogniw

można przetworzyć zarówno prąd jednofazowy, jak trójfazowy, na tętniący prąd jednokierunkowy.

Najwięcej jednak rozpowszechnione są prostowniki rtęciowe. Są to naczynia szklane lub żelazne z wypompowanym powietrzem i z pewną zawartością rtęci. Pod wpływem prądu rtęć paruje i tworzy łuk świetlny tak, jak w lampach rtęciowych (§ 81). Otóż łuk pary rtęciowej ma tę własność, iż przepuszcza prąd tylko w jednym kierunku, gdy dla prądu w kierunku przeciwnym ma opór nie do przewyciężenia.

Rys. 76 przedstawia prostownik rtęciowy do prądu trójfazowego. Prąd przechodzi przez transformator do trzech prętów *r*, *s*, *t*, zapuszczonych do wnętrza naczynia. Chcąc pobudzić prostownik do pracy, trzeba przedewszystkiem wytworzyć łuk świetlny. Do tego celu służy urządzenie dodatkowe (na rys. pominięte), które działa za pomocą prądu stałego. Z chwilą utworzenia łuku świetlnego, prostownik zaczyna prostować, przyczem punkt zerowy *b* wtórnego uzwojenia transformatorowego jest biegunem ujemnym, a punkt *a* na dnie naczynia — biegunem dodatnim.

Do prądu o niewielkiej mocy (do 10 kW) używane są prostowniki o naczyniach szklanych. Po upływie pewnego czasu prostowniki szklane tak, jak palniki w lampach rtęciowych, przestają działać. Trwałość ich dochodzi do 1000 godzin pracy. Większe prostowniki rtęciowe otrzymują naczynia żelazne, wymagają sztucznego chłodzenia i częstego a nawet ciągłego wypompowywania powietrza. Sprawność prostownika rtęciowego wynosi 0,80 do 0,90, zależnie od wielkości.



Rys. 76.

Montaż i obsługa maszyn.

§ 27. Składanie i ustawianie.

Przystępując do montażu, rozpakowujemy maszynę, żelazne części oczyszczamy ze rdzy i tłuszczu, przygotowujemy potrzebne do montażu narzędzia i przybory, sprawdzamy, czy są w należyтым stanie, a także sprawdzamy wytrzymałość liniek, przeznaczonych do podnoszenia ciężarów. Linka kopna o średnicy

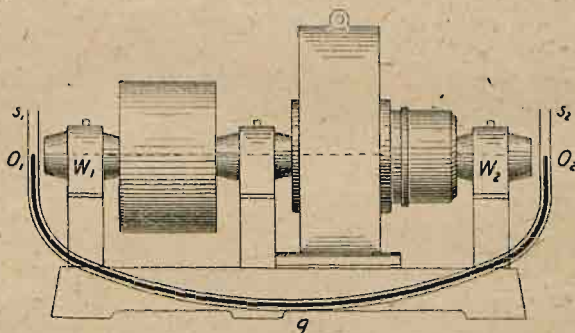
10 mm	wytrzymuje ciężar	75 kg
15	"	175 "
20	"	300 "
30	"	700 "
40	"	1250 "
50	"	1960 "
60	"	2830 "
70	"	3900 "
80	"	5000 "
90	"	6360 "
100	"	7850 "

Maszyny ustawiamy bądź na fundamentach, wpuszczonych w ziemię (§ 8), bądź na wmurowanych wspornikach (konsolach) żelaznych, bądź wreszcie na podkładkach drewnianych dla zaizolowania szkieletu maszyny od ziemi. Dwa ostatnie sposoby stosują się tylko do maszyn niewielkich. Żelazna płyta podstawowa powinna szczelnie przylegać do fundamentu i w tym celu podlewany ją płynną zaprawą cementową. Śruby fundamentowe można przykręcać dopiero po zupełnem skrzepnięciu zaprawy, co następuje mniej więcej po upływie 8 dni. Przy wysokiem napięciu żelazny szkielet maszyny powinien być albo

1. zaizolowany od ziemi i otoczony wokoło chodnikiem izolacyjnym (drewnianym lub gumowym), albo przeciwnie,
2. uziemiony czyli dokładnie połączony z ziemią.

Oba zarządzenia zmierzają do jednego celu, a mianowicie, zabezpieczają dozującego od porażenia prądem na wypadek uszkodzenia izolacji między uzwojeniem a szkieletem. Pierwszy sposób czyni napięcie nieszkodliwym, drugi nie dopuszcza napięcia wysokiego do szkieletu. Zaizolowanie nadaje się tylko do maszyn niewielkich i wykonywa, jak wspominaliśmy wyżej, zapomocą podkładów. Podkłady i chodniki drewniane nasycamy gorącym olejem lnianym, parafiną lub karboliną. Co się tyczy uziemienia, to można je z łatwością zastosować do każdej maszyny bez wyjątku, wystarczy tylko połączyć szkielet z płytą ziemną przewodnikiem miedzianym (§ 54, uziemienie). Maszyny uziemione łatwo ulegają uszkodzeniom od wyładowań atmosferycznych i koniecznie wymagają zabezpieczenia w postaci odgromników (§ 54).

Większe maszyny elektryczne przychodzą z fabryki w kilku częściach i składane są na miejscu. Po ustawieniu dolnej części kadłuba wkładamy wirnik i nakrywamy wierzchnią połowę kadłuba. Podczas montażu należy bardzo ostrożnie obchodzić się z uzwojeniem maszyny i z kolektorem. Nie wolno podpierać wirnika gołymi deskami, ani opasywać

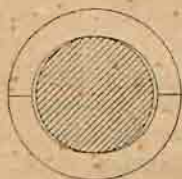


Rys. 77.

kolektora linką. Deski owijamy płótnem, a linkę zaczepiamy na obu końcach wału.

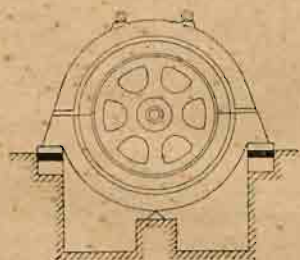
Ułożenie wału wymaga dużej staranności. Zapomocą poziomnicy, pionu i sznurka możemy dokładnie sprawdzić,

czy wał leży poziomo i zgodnie z wałem maszyny zespolonej. W razie sprzężenia oba wały muszą leżeć w jednej linii prostej, w razie napędu pasowego — w liniach ściśle równoległych. Przy sprawdzaniu wału maszyn większych posługujemy się dwiema rurkami szklanymi s_1 i s_2 (rys. 77), połączonymi rurką gumową g i napełnionymi do pewnego poziomu wodą. Przyłożwszy jedną rurkę szklaną do jednego końca wału, a drugą — do drugiego końca, porównujemy linię środkową wału $W_1 W_2$ z poziomem wody $O_1 O_2$. Jeżeli punkt środkowy W_1 leży w poziomie wody O_1 , to i punkt środkowy na drugim końcu wału W_2 powinien znaleźć się w poziomie wody O_2 . Doświadczenie powyższe powtarzamy kilkakrotnie, przekręcając wał w różne położenia.



Rys. 78.

Wał powinien obracać się w łożyskach lekko i z pewnym luzem w kierunku wzdłużnym. Panewki dostosowuje się ściśle do wału z pozostawieniem niewielkiego luzu po bokach (rys. 78). Chcąc sprawdzić przyleganie, nacieramy kredą wewnętrzną powierzchnię panewek. Po kilku obrotach wału kreda zetrze się, pozostając tylko w punktach wklęsłych.



Rys. 79.

Odstęp między nieruchomą częścią maszyny a wirnikiem powinien być na całym obwodzie jednakowy. Do mierzenia szczeliny nadają się kliniki żelazne lub specjalna miarka w kształcie szczyryka, zawierająca pewną liczbę blaszek różnej grubości. Pomiar powtarzamy kilkakrotnie, przekręcając twornik w różne położenia.

Panewki z biegiem czasu ściągają się, a wirnik wskutek tego opuszcza się ku dołowi. Chcąc zachować równomierność szczeliny, zmuszeni jesteśmy albo podnosić łożyska do góry, albo cały kadłub opuszczać. Mając to na widoku, możemy przy ustawianiu maszyny podłożyć pod nogi kadłuba (rys. 79) kilka

cienkich blaszek dla stopniowego usuwania ich w miarę zużycia panewek.

Ustawwszy maszynę, zakładamy trzymadło szczotkowe i przyłączamy przewodniki. Wszystkie płaszczyzny styku, przez które przepływa prąd, muszą być podczas montażu należycie oczyszczone. Przewodniki prowadzimy możliwie zdala od szkieletu maszyny, izolujemy odpowiednio i zabezpieczamy od uszkodzeń mechanicznych. Przy prądzie zmiennym i przy zastosowaniu rurek i rur metalowych, wszystkie przewodniki, odprowadzające lub doprowadzające prąd, powinny być ułożone (§ 63) w rurce wspólnej. Zaciski maszynowe osłaniamy ochronną pokrywką izolacyjną.

§ 28. Wzbudzanie magnetyzmu.

Prądnice samowzbudne wysyłane są z fabryki w stanie namagnesowanym. Wystarczy maszynę puścić w ruch, by wytworzył w niej prąd i wzmocnić magnetyzm. Nawet przy biegu odwrotnym możemy prądnicę wzbudzić, zmieniając tylko kierunek prądu w tworniku (§ 11), a zachowując biegunowość pierwotnego magnetyzmu.

Bywają jednak wypadki zaniku magnetyzmu szczotkowego. Najczęściej zdarza się to podczas montażu, wskutek niewłaściwego połączenia. Chcąc maszynę rozmagnesowaną wzbudzić ponownie, trzeba użyć pomocy innego źródła prądu, np. prądnicy lub baterji akumulatorowej czy galwanicznej. Prąd przepuszczamy jedynie przez uzwojenie magesowe, a dla stopniowego zwiększania prądu włączamy do obwodu opornik regulacyjny. Namagnesowanie maszyny wymaga bardzo krótkiego czasu. Zwykle przerywamy obwód po upływie minuty. Gdy napięcie obcego źródła prądu jest wyższe od napięcia prądnicy, wówczas włączamy w obwód, oprócz opornika regulacyjnego, opory dodatkowe i amperomierz. Prąd powinien być utrzymany w granicach nieszkodliwych dla uzwojenia magesowego, czyli nie przekraczać 1,5 A na każdy mm^2 przekroju przewodnika:

prąd dopuszczalny w magnesach $= 1,5 \times$ przekrój drutu uzwojenia magnesowego w mm^2 .

Przykład. Pieńki magnesowe są omotane drutem o średnicy 1 mm. Obliczyć największy prąd dopuszczalny.

Drut o średnicy 1 mm ma przekrój 0,78 mm^2

$$1,5 \times 0,78 = 1,2 \text{ A.}$$

Prądnicą z powyższym uzwojeniem magnesowem ma napięcia 110 V. Z powodu zaniku magnetyzmu, prądnicą ma być wzbudzone z obcego źródła prądu o napięciu 230 V. Obliczyć opór dodatkowy.

Opór musi zniweczyć

$$230 - 110 = 120 \text{ V,}$$

a więc wielkość oporu według prawa Ohma wynosi

$$\frac{120}{1,2} = 100 \ \Omega.$$

Powyższy opór można wykonać z lampek żarowych 16 św. dla 120 V, połączonych równolegle. Pojedyncza lampka zużywa 0,133 A, a więc ma opór

$$\frac{120}{0,133} = 900 \ \Omega.$$

Dziewięć lampek, połączonych równolegle, przedstawia opór

$$\frac{900}{9} = 100 \ \Omega$$

i może znieść prąd o wielkości

$$1,33 \times 9 = 1,2 \text{ A.}$$

Przed oddaniem prądnicą szeregowo-bocznikowej do użytku, należy upewnić się, czy oba uzwojenia magnesowe wzbudzają magnetyzm jednakowej biegunowości. Przy błędnem bowiem połączeniu uzwojenie szeregowe, zamiast wzmacniać, osłabia magnetyzm. Połączenie sprawdzamy w sposób następujący. Puściwszy maszynę na próbę, obciążamy ją pewną liczbą amperów i uważamy, jaki jest spadek napięcia. Następnie łączymy oba końce uzwojenia szeregowego kawałkiem grubego przewodnika i w tym układzie obciążamy maszynę powtórnie. Prądnicą pracuje jak bocznikowa. Jeżeli przy rów-

nej liczbie amperów otrzymaliśmy większy spadek napięcia w pierwszym wypadku (w układzie szeregowo-bocznikowym), niż w drugim (w układzie bocznikowym), to mamy dowód, iż połączenie jest błędne. Wystarczy jednak zmienić kierunek prądu w uzwojeniu szeregowem, czyli przełożyć oba końce tego uzwojenia, by doprowadzić połączenie do porządku.

Silniki szeregowo-bocznikowe próbujemy najpierw w układzie szeregowym, tj. przy przerwanem uzwojeniu bocznikowym, a następnie w układzie bocznikowym, t. j. przy zwartem uzwojeniu szeregowem (jak wyżej, przy prądniczy). W jednym i drugim wypadku puszcza silnik tylko na chwilę dla przekonania się, w którą stronę biegnie. Przeciwnie kierunki biegu dowodziłyby połączenia błędnego.

§ 29. Puszczenie w ruch.

Przed puszczeniem maszyny w ruch dokręcamy śruby fundamentowe, łożyska przemywamy naftą, napełniamy je świeżą oliwą, czyścimy kontakty, sprawdzamy połączenia i dopasowujemy szczotki. Początkowo puszcza maszynę bez obciążenia (biegiem jałowym), tylko dla sprawdzenia, czy wirnik obraca się lekko, czy łożyska nie grzeją się, czy pierścienie smarownicze działają prawidłowo.

Nim przystąpimy do obciążenia, musimy zmierzyć opór izolacji uzwojenia twornikowego i magnesowego względem żelaznego szkieletu maszyny. Sposób mierzenia podajemy niżej (§ 48). Opór izolacji nie jest wielkością stałą, lecz zmienia się w zależności od temperatury, a mianowicie przy niskiej temperaturze jest znacznie większy (np. 10-krotnie), niż przy wysokiej. Poza tem w maszynach nowych warstwa izolacyjna jest zwykle nieco wilgotna i mniejszy ma opór, niż wysuszona w maszynach pracujących. Maszyny nowe, niedostatecznie osłonięte podczas drogi, lub dłuższy czas przechowywane w miejscach wilgotnych, wykazują zbyt niską izolację i wymagają sztucznego osuszenia. Natomiast maszyny o izolacji, przekraczającej 1 000 000 Ω , mogą być odrazu oddane do użytku.

Chcąc maszynę osuszyć, możemy ją trzymać przez pewien czas w pomieszczeniu należycie ogrzanem, lub też ogrzać prądem elektrycznym w sposób następujący. Oddzielwszy uzwojenie magnesowe, zwieramy oba bieguny twornikowe (+ z —) zapomocą amperomierza i kawałków grubego przewodnika. W prądnicy trójfazowej amperomierz wprowadzamy do jednej fazy i również łączymy wszystkie trzy bieguny z sobą. Puściwszy maszynę w ruch, wzbudzamy ją prądem obcym o możliwie małym napięciu (z kilku ogniw akumulatorowych, z prądnicy słabowzbudzonej lub z odgałęzienia, zaopatrzonego w opory dodatkowe). Wskutek tego wznieca się w zwartym tworniku dość znaczny prąd, lecz nisko napięty, doskonale nadający się do suszenia zwojów twornikowych. Przy wyższem bowiem napięciu byłaby obawa przebicia izolacji. Magnetyzm wzbudzamy stopniowo (przez wyłączanie opornika regulacyjnego), nie spuszczać z oczu amperomierza, włączonego w uzwojenie twornikowe. Prąd w tworniku zwartym powinien powoli wzrastać i nigdy nie przekraczać wielkości normalnej, która podana jest na tabliczce, unieszczonej na maszynie. Wogóle suszenie maszyny wymaga dużej ostrożności. Zwykle suszymy maszynę w ciągu kilku godzin prądem, wynoszącym $\frac{1}{4}$ prądu normalnego, po pewnej przerwie — $\frac{1}{2}$, następnie — $\frac{3}{4}$ i w końcu — całkowitym prądem normalnym. Gdy temperatura podniesie się do 65° C, lub gdy izolacja wskutek wysokiej temperatury spadnie poniżej $100\ 000\ \Omega$, suszenie na pewien czas przerywamy, dopóki maszyna nie ostygnie. Suszenie twornika wilgotnego może przeciągnąć się dni kilka.

Po skończonem suszeniu, doprowadzamy połączenia do porządku i pędzimy maszynę przez pewien czas na próbę ze wzbudzonemi magnesami przy normalnem napięciu.

§ 30. Obsługa.

Za każdym razem przy puszczeniu w ruch, należy maszynę dokładnie oczyścić, z wnętrza pył wydmuchać (miechem, szprycą lub kompresorem), z powierzchni pościierać

resztki smaru i poprzykręcać śrubki kontaktowe, które często rozluźniają się od wstrząśnień.

Maszyna powinna pracować w warunkach, do jakich była zbudowana, z normalną prędkością, przy zwykłym woltażu,

Największe nagrzewanie dopuszczalne.

CZĘŚCI MASZYN	Najwyższa temperatura dopuszczalna w ° C przy temperaturze otoczenia	
	poniżej 40° C	powyżej 40° C
Uzwojenia: 1) izol. bawełną, papierem, jedwabiem nienasyconym	40° + temp. otocz. *)	80° *)
2) izol. bawełną, papierem, jedwabiem nasyconym	55° + temp. otocz. *)	95° *)
3) izol. bawełną, papierem, jedwabiem, zanurzone w oleju	55° + temp. otocz.	95°
4) izol. emalją	55° + temp. otocz. *)	95° *)
5) izolowane, zwarte na stałe	60° + temp. otocz.	100°
6) niezolowane, zwarte na stałe	70° + temp. otocz.	110°
Części szkieletu żelaznego		
1) stykające się z uzwojeniem lub niestykające się, lecz nie zanurzone w oleju — jak uzwojenia, a najwyżej	70° + temp. otocz.	110°
2) zanurzone w oleju	55° + temp. otocz.	95°
Łożyska	40° + temp. otocz.	80°
Kolektory, pierścienie	50° + temp. otocz.	90°
Mika, azbest, szkło, porcelana, mikanit i t. p.	75° + temp. otocz.	115°
Olej na powierzchni	(55° + temp. otocz.)	(95°)

UWAGA: Liczby oznaczone gwiazdką * mogą być podniesione o 5°C, gdy izolacja składa się z jednej tylko warstwy, nie zanurzonej w oleju.

Przykład. Do jakiej temperatury może nagrzać się magnetyczna uzwojenia drutem o jednej warstwie bawełnianej nasyconej:

a) przy temperaturze otoczenia 28° C ?

$$55 + 5 + 28 = 88^{\circ} \text{ C}$$

b) przy temperaturze otoczenia 42° C ?

$$95 + 5 = 100^{\circ} \text{ C}$$

z obciążeniem, nie przekraczającym mocy normalnej. Należy pamiętać, iż silnik do pracy dorywczej (np. przy dźwigach, żórawiach) może być całkowicie obciążony tylko przy zachowaniu dostatecznie długich przerw czyli postojów. Chcąc użyć go do pracy ciągłej, musimy zmniejszyć obciążenie. To samo dotyczy maszyn otwartych, które, przerobione na półzamknięte lub szczelnie zamknięte (okapturzone), wskutek wzrostu temperatury nie mogą znosić całkowitego obciążenia.

Pod żadnym pozorem nie możemy dopuścić temperatury, która przekracza powyższe normy. Nagrzanie się części nieruchomych (np. magneśnicy) sprawdzamy w biegu maszyny, części zaś ruchomych (np. twornika, kolektora) — natychmiast po zatrzymaniu. Posiłkujemy się przytem celsjuszowskim termometrem rtęciowym, zapuszczając go możliwie najgłębiej w uzwojenie lub przykładając do powierzchni kolektora. Dolną gałkę termometru owijamy cynfolją, by dokładnie przylegała do powierzchni, a następnie okrywamy termometr i miejsce przyłożenia czyściwem lub bawełną.

Nagrzanie łożysk sprawdzamy przez przykładanie dłoni. Od czasu do czasu rewidujemy panewki i przyemywamy naftą. W razie częściowego zużycia panewek, stosujemy środki, zmierzające do zachowania równomiernej szczeliny (§ 27), bądź też zmieniamy panewki na nowe. Do łożysk maszyn elektrycznych, używamy specjalną oliwę do maszyn elektrycznych, dolewamy ją raz na tydzień, a co miesiąc zmieniamy zupełnie. Gdy oliwa wycieka nazewnątrz, musimy zło usunąć, a do tego czasu pozakładać osłony blaszane, któreby nie dopuszczały smaru do kolektora i uzwojeń. Łożysko kulkowe od czasu do czasu rewidujemy i w razie złego stanu kulek zmieniamy całe łożysko na nowe; zamiana pojedynczych kulek zwykle nie osiąga celu.

Przy maszynach, chłodzonych sztucznie, należy baczyć, aby kurz lub brud nie przedostawał się do kanałów wentylacyjnych.

Podczas ruchu, gdy maszyna jest połączona i wzbudzona, unikamy dotykania wszelkich części, będących pod napięciem. Gdy zachodzi konieczność jakiegokolwiek naprawy, związanej z niebezpieczeństwem porażenia, wykonywamy ją z wiel-

ką ostrożnością, stojąc na suchej desce lub w izolujących kałozkach gumowych i posiłkując się jedną tylko ręką. Prąd bowiem elektryczny najniebezpieczniejszy jest dla człowieka, gdy przechodzi od jednej ręki do drugiej (przez serce).

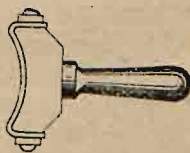
Co się tyczy rozruszników, to do olejowych używamy oliwę „transformatorową“ (§ 32), a do płynowych — wodę z domieszką sody, przyczem w tych ostatnich krawędź naczynia smarujemy wokoło waseliną.

§ 31. Pielęgnowanie kolektora i szczotek.

Kolektory i pierścienie. Specjalnego pielęgnowania wymagają kolektory i pierścienie ślizgowe. Podczas ruchu należy je dość często wycierać czystą suchą ścierką, nawiniętą na deseczkę w kształcie linijki. Iskrenie lub skrzywienie ślizgających się szczotek wynika po większej części z niedostatecznej czystości kolektora. Przy niektórych gatunkach szczotek, kolektor wymaga pewnego, zresztą bardzo skąpego, smarowania. W tym celu pocieramy od czasu do czasu powierzchnię kolektora gałgankiem, nasmarowanym czystą waseliną (przy szczotkach węglowych) lub oliwą w najlepszym gatunku (przy szczotkach metalowych). Zbyt obfite smarowanie nie zmniejsza, lecz wzmacnia iskrenie. Przy szczotkach dość miękkich i tłustych można zupełnie zaniechać smarowania. Za każdym razem, po zatrzymaniu maszyny, przemywamy kolektor gałgankiem, zwilżonym benzyną.

Powierzchnia kolektorów i pierścieni powinna być ściśle walcowa (cylindryczna), równa i gładka (jak polerowana), o barwie jednolitej. Wskutek tarcia tworzą się na powierzchni nierówności, które możemy usunąć przez szlifowanie i obtaczanie. Jedno i drugie wykonujemy po dłuższym postoju maszyny, gdy kolektor zupełnie ostygnie. Nie wolno wygładzać kolektora pilnikiem lub szlifować i obtaczać w stanie gorącym.

Niewielkie nierówności usuwamy przez szlifowanie, posiłkując się specjalnym klockiem drewnianym (rys. 80) o po-



Rys. 80.

wierzni wklęsłej i dopasowanej ściśle do krzywizny kolektora. Obracając twornik, przykładamy do kolektora klocek z kawałkiem płótna szmerglowego lub płótna karborundowego, dość miałkiego i tej samej szerokości, co klocek. Płótno powinno być przymocowane i przylegać bezpośrednio do wklęsłej powierzchni klocka, bez żadnych podkładek.

Do obtaczania uciekamy się dopiero wówczas, gdy szlifowanie nie doprowadza do celu. Kolektor obtaczamy bądź na tokarce, bądź w samej maszynie zapomocą tarczy szmerglowej czyli toczka, pędzonego małym silnikiem elektrycznym. Toczek umieszczamy w ten sposób, by wiórki miedziane spadały na dół, przyczem kierunek biegu toczka powinien zgaadzać się z kierunkiem biegu twornika. Podczas toczenia kolektor powinien wirować z prędkością normalną. Obtoczywszy kolektor, szlifujemy go jeszcze klockiem dla wygładzenia. Po ukończonej robocie, zmiatamy skrzętnie wiórki miedziane, a pył wydmuchujemy.

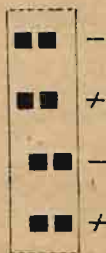
Mika, izolująca wycinki kolektora, jako twardsza od miedzi, ściera się znacznie wolniej i, gdybyśmy jej nie usuwali od czasu do czasu, wystawałaby ponad powierzchnię kolektora, wywołując iskrzenie. Mikę wyskrobujemy na głębokości od 1 do 2 mm, posługując się bądź zwyczajnem ostrzem, bądź specjalną frezarką, pędzoną małym silnikiem elektrycznym.

W warunkach niezbyt korzystnych wypada szlifować kolektory co miesiąc, frezować — co 4 miesiące, obtaczać — rok rocznie.

Zamiana kolektora na nowy wymaga dużej staranności. Aby nie pomylić się w połączeniach, druty twornikowe numerujemy, a końce, zbiegające się do jednych wycinków, wiążemy z sobą. Pozatem jeden z drutów dla odróżnienia obwiązujemy sznurkiem, a położenie odpowiedniego wycinka oznaczamy na wale wybitym punktem. Dzięki temu, możemy przy nowym kolektorze połączyć druty z wycinkami, leżącemi w tem samem miejscu, jak przy kolektorze poprzednim. Rowki w nowem kolektorze, a także wszystkie końce drutów przed wlutowaniem, cynujemy ponownie.

Szczotki. Pierwszym warunkiem spokojnej komutacji jest właściwe rozstawienie szczotek. Odstęp między rzędami powinny być jednakowe (z wyjątkiem układu na rys. 35), a najmniejsze uchybienie pod tym względem pociąga za sobą iskrzenie. Chcąc sprawdzić rozstawienie szczotek, liczymy wycinki, zawarte między rzędami, lub, przyłożwszy do powierzchni kolektora pasek papieru, mierzymy odległości.

Tarcie szczotek rozkładamy możliwie równomiernie na całą powierzchnię kolektora. Szczotki jednego rzędu powinny mijać się ze szczotkami rzędu drugiego, aby nie zostawały na powierzchni kolektora pasy, wolne od tarcia. W maszynach wielobiegunowych pierwsze dwa rzędy otrzymują jeden układ szczotek (rys. 81), druga para rzędów — drugi układ i tak naprzemian.



Rys. 81.

Przed założeniem szczotek sprawdzamy izolację (§ 48) między sworzniami a trzymadłem, zanieczyszczone obsadki i szczotki miedziane obmywamy benzyną, a powierzchnie styku na obsadkach i sworzniach czyścimy papierem szmerglowym. Szczotki muszą szczerze przystawać do powierzchni kolektora. Wystające, zadarte i postrzępione druciki lub blaszki szczotek metalowych usuwamy zapomocą pilnika i nożyczek. W szczotkach węglowych szlifujemy powierzchnię styku według krzywizny kolektora i w tym celu przeciągamy płótno szmerglowe ss (rys. 82) naprzemian naprzód, to wstecz — między kolektorem a naciśniętymi szczotkami. W szczotkach kruchych krawędzie usuwamy pilnikiem, aby się nie szczybiły. Po założeniu nowych szczotek pędzimy przez pewien czas maszynę bez obciążenia i wzbudzenia, jedynie dla dotarcia szczotek.



Rys. 82.

Nacisk szczotek na kolektor powinien być utrzymany w pewnej normie (1,5 grama na mm^2); zbyt słaby nie daje dostatecznego kontaktu, zbyt silny niepotrzebnie wzmaga tarcie, zwiększa zużycie szczotek i podnosi temperaturę kolektora.

Przy większych maszynach nacisk szczotek mierzymy zapo-
mocą małego siłomierza sprężynowego (dynamometru).

Chcąc zmienić materiał lub gatunek szczotek, należy porozumieć się z fabryką, gdzie wykonano maszynę. Gdy za-
chodzi potrzeba odjęcia szczotek, numerujemy je, aby ustawić
na tem samym miejscu; szczotka bowiem nieodpowiednio prze-
stawiona zwykle przystaje niedokładnie. Maszyna przy zatrzy-
maniu dostaje chwilowego ruchu wstecznego, przy którym
szczotki metalowe, ustawione ukośnie, mogą być uszkodzone.
Unikamy tego, podnosząc je zawczasu do góry.

Co się tyczy prądu, to na każdy mm^2 powierzchni styku
dopuszczamy około 0,07 A — dla szczotek węglowych i około
0,15 A — dla szczotek metalowych.

Przykład: Maszyna czterobiegunowa o 4 prętach szczotkowych
wytwarza 25 A. Wymiar szczotek węglowych $12 \times 8 mm$. Ile szczotek
należy założyć na każdym pręcie?

Na jeden pręt wypada

$$25 : 2 = 12,5 \text{ A.}$$

Szczotki węglowe mogą prowadzić prąd 0,07 A na mm^2 , a więc dla
12,5 A wystarczy

$$12,5 : 0,07 = 178 \text{ } mm^2.$$

Jedna szczotka ma powierzchnię

$$12 \times 8 = 96 \text{ } mm^2,$$

czyli na każdy pręt wypada

$$178 : 96 = \text{niepełna } 2 \text{ szczotki.}$$

Z jaką siłą powinna szczotka naciskać na kolektor?

$$96 \times 1,5 = 144 \text{ g.}$$

§ 32. Montaż transformatorów.

Szkielet żelazny w transformatorze wysokiego napięcia
powinien być tak, jak i w maszynach elektrycznych (§ 27):

1. zaizolowany od ziemi i otoczony wokół chodnikiem
izolacyjnym (drewnianym lub gumowym), albo przeciwnie
2. uziemiony, czyli dokładnie połączony z ziemią.

W pierwszym wypadku ustawiamy transformator na odpowiednich nóżkach porcelanowych lub podkładach drewnianych, w drugim — wprost na posadzce. Dla uziemienia łączymy szkielet z płytą ziemną za pośrednictwem przewodnika miedzianego (§ 54 uziemienie). Większe transformatory ustawiamy na fundamentach murowanych.

Sruby, ściągające jarzmo z rdzeniami, dokręcamy możliwie silnie, aby transformator nie brzęczał.

Przed przyłączeniem transformatora mierzymy izolację między pierwotnem a wtórnem uzwojeniem i między uzwojeniami a szkieletem. Transformatory nowe, niedostatecznie osłonięte podczas drogi lub dłuższy czas przechowywane w miejscach wilgotnych, wykazują zbyt małą izolację i wymagają sztucznego osuszenia. Zwykle suszymy transformatory prądem elektrycznym, przyłączając uzwojenie wyżej napięte do sieci o napięciu niskim i zwierając końce uzwojenia niżej napiętego zapomocą amperomierza i kawałków grubego przewodnika. Napięcie pierwotne podnosimy stopniowo przez regulowanie wzbudzenia prądnicy, wytwarzającej prąd, nie spuszczać z oczu amperomierza, włączonego w uzwojenie wtórne. Prąd w zwartem uzwojeniu wtórnem powinien wzrastać powoli i nigdy nie przekraczać półtorakrotnej wielkości normalnej, podanej na tabliczce. Wogóle suszenie wymaga dużej ostrożności. Zwykle suszymy transformator w ciągu kilku godzin prądem, wynoszącym $\frac{1}{2}$, następnie 1, a w końcu $1\frac{1}{2}$ -krotną wielkość prądu normalnego. Gdy temperatura podniesie się do 95° C, suszenie na pewien czas przerywamy, dopóki transformator nie ostygnie.

Do transformatorów olejowych używamy specjalną oliwę transformatorową, poleconą przez dostawcę transformatorów. Szczególnie wystrzegamy się zawartej w oliwie wody. Przed napełnieniem pozostawiamy oliwę w spokoju, żeby się ustała. Woda zbiera się na dnie naczynia, skąd ją zlewamy wraz z pewną ilością oliwy. Chcąc jednak pozbyć się wody doszczętnie, musimy ją odparować, rozgrzewając oliwę do 110° C bądź w specjalnym podgrzewaczu, bądź zapomocą prądu elektrycznego (jak przy suszeniu) w samym transformatorze. W tym celu prąd można podnieść nawet do dwukrotnej wielkości nor-

malnej. Kadłub transformatora owijamy na ten czas ścierkami lub czyściwem, żeby ciepło nie uchodziło. Osiągnąwszy pożądaną temperaturę, należy pewien czas przeczekać, dopóki na powierzchni oliwy ukazywać się będą bąbelki.

Co się tyczy dozwolonej temperatury zagrzania przy właściwym połączeniu transformatora i przy obciążeniu, to pod tym względem obowiązują przepisy podane wyżej (§ 30). W transformatorach olejowych mierzymy temperaturę górnej warstwy oliwy.

Zaciski transformatorowe, szyny i kable łączące znaczymy lub pociągamy odmiennymi barwami, aby odróżnić wysokie napięcie od niskiego i rozpoznać przewody, należące do jednej fazy. Niższe napięcie oznaczamy zwykle literami *r, s, t*, a napięcie wyższe literami *R, S, T*.

Transformatornia powinna być zabezpieczona od deszczu i śniegu, przewietrzana prądem powietrza w kierunku od podłogi do sufitu i niedostępna dla osób postronnych (zamykana na klucz). Chcąc podejść do transformatora, należy odłączyć go zarówno od strony wysokiego napięcia, jak niskiego (§ 25).

Niedokładności w maszynach.

§ 33. Zagrzenie się łożysk.

Przyczyny: niedostateczne smarowanie, nieodpowiedni gatunek oliwy, za ciasne panewki, nierówne ustawienie maszyny, zbytne wyprężenie pasa.

Łożyska mogą zagrzać się nadmiernie wskutek wadliwego działania pierścieni smarowniczych, a więc sprawdzamy, czy pierścienie nie wykrzywiły się, czy wirują z wałem, czy są we właściwym miejscu i czy są dostatecznie zanurzone w oliwie. W wypadkach wyjątkowych możemy polepszyć smarowanie, zmieniając pierścienie na większe. Usunąwszy starą oliwę, panewki wyskrobujemy, dostosowujemy do wału (§ 27).