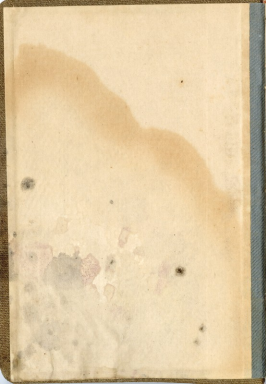
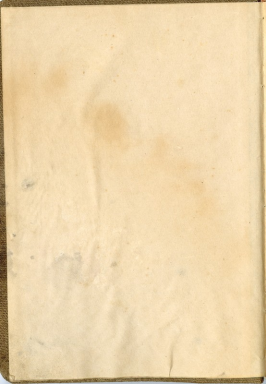


BIBLIOTEKA

Państw. Szkoły Mech.

w Suwałkach





or40

Księga	Dział <u>II</u>
inwentarz	Nr <u>40</u>
	Str. <u>12.</u>

509

**USZKODZENIA I NIEDOKŁADNOŚCI
W MASZYNACH**

155

B. GIMBUT

USZKODZENIA I NIEDORZĄDNOŚCI
W MASZYNACH ELEKTRYCZNYCH

PRĄDU STAŁEGO I ZMIENNEGO,

OCZYNIŁ, PRZYCZYNY, SPOSOBY NAPRAWY I ZAPOBIEGANIA.

ze 115 rysunkami w tekście.



WARSZAWA
WYDAWNICTWO KSIĘGARNI J. LISOWSKIEJ

1922



28.742



621

621, 313, 21

Przedmowa.

Przystępując do napisania dziełka niniejszego, miałem na celu wypełnienie luki w naszej literaturze elektrotechnicznej, wśród szeregu bowiem podręczników z zakresu elektrotechniki, jakie w ostatnich czasach ukazały się, nie było żadnego, omawiającego więcej szczegółowo t. zw. choroby maszyn elektrycznych.

Potrzebę takiego podręcznika odczuwa niejedyn elektrotechnik, mający do czynienia z ruchem urządzeń elektrycznych. Sądy więc, że książka będzie pożyteczną nie tylko dla mentera, lecz i dla technika.

Niech mi wolno będzie w tym miejscu wyrazić podziękowanie p. profesorowi M. Pełarskiemu za przyjęcie mi z życzliwością przy wydaniu mojej pracy w trudnych warunkach wydawniczych, jako też za przejrzanie rękopisu i dokonanie poprawek.

Luty, 1922.



Uwagi wstępne.

Maszyny elektryczne ulegają uszkodzeniom z powodów następujących:

- 1) wadliwa konstrukcja lub nieodpowiedni materiał, użyty do budowy maszyny.
- 2) niestaranna lub nieumiejętna obsługa.
- 3) przeciążenie maszyny nadmierną pracą.
- 4) naturalne zużycie się poszczególnych części maszyny.

Każde uszkodzenie da się objaśnić jedną z powyższych przyczyn lub wspólnem działaniem kilku.

Wogóle, maszyny elektryczne z powodu nader prostej budowy i niewielkiej ilości części ruchomych, przy dobrej obsłudze lata całe mogą pracować, nie ulegając uszkodzeniom. Wszelkie, wszelkie, zauważone, choćby najdrobniejsze, niedokładności należy usuwać w zarodku, nie dopuszczając, aby rozwinęły się w poważne uszkodzenia.

Na podstawie zawartych w dziale niniejszem wskazówek, wieść z takich niedokładności usunąć jest w stanie elektrykament, zatrudniony w ruchu danego urządzenia elektrycznego. Przewijanie ról maszyn, czyli naprawę ich uszeregowania, jako czynność wymagającą pewnego wykształcenia, najlepiej jest powierzać wyspecjalizowanemu w tym kierunku fachowcowi.

Mając do czynienia z jakiegokolwiek uszkodzeniem w maszynie, nie należy ograniczać się tylko do jego na-

prawy, lecz bezwarunkowo trzeba dobrać przyczyny uszkodzenia i usunąć je. Inaczej bowiem po naprawieniu maszyny uszkodzenia mogłyby się powtórzyć. Przyczyna uszkodzenia maszyny elektrycznej niekiedy tkwić może w wadliwym działaniu związanej z nią maszyny mechanicznej lub też w przewodach elektrycznych. Nie należy więc nigdy zanosić czasu i zabodu, aby wszelkimi sposobami zbadać przyczynę uszkodzenia.

W książce niniejszej opisane są najczęściej przytrafiające się niedokładności. Została ona podzielona na szereg rozdziałów, w których nagłówkach podane są zwięzłe oznaki niedokładności czyli oznaki najpierw rzucające się w oczy (jak np. grzanie się przetok, iskrenie się szczotek i t. p.). Zauważamy jedną z tych niedokładności, szukamy przyczyn, które mogły je spowodować. Przyczyny te podane są pod kolejnymi numerami. W tekście wreszcie, zawartym pod przytoczeniem przyczyn, wyliczono oznaki drugorzędne, względnie sposoby rozpoznania niedokładności, jako też środki zaradcze i, gdzie rzecz nie tłumaczy się sama przez się, sposoby zapobiegawcze.

Posiadając się spsem treści, umieszczonym na końcu książki, w którym zestawiono są przyczyny niedokładności, można szybko orjentować się w poszczególnych wypadkach.

Wadliwości w częściach mechanicznych.

Opiętywane tu wypadki obejmują wadliwości w częściach, wspólnych wszelkiego rodzaju maszynom elektrycznym, a więc prądnicom i silnikom zarówno prądu stałego, jak też i zmiennego.

A. Nadmierne grzanie się panewek łożyskowych.

Współczesne maszyny elektryczne budowane są zazwyczaj z łożyskami, zapożyczonemi w pierścieniu smarowczynie je smarujące. Łożyśka takie nie wymagają prawie żadnej obsługi, niedokładność jednak, w porę nie usunięta, spowodować może nadmierne rozgrzanie się panewek (dopuszczalne rozgrzanie 70° C.), zatarcie się wału, a w następstwie nawet wytopienie białego metalu z panewki, co zwykle powoduje dłuższą przerwę w pracy maszyny.

Gdy panewki zbyt szybko się grzeją i już się zatarty, to oprócz takich oznak, jak podwyższona temperatura łożyska i zapach spalonego oleju, zauważyć się nieraz daje u prądnic — obniżenie się napięcia, a u silników — wzrost wielkości prądu (przebiegnięcie), a to z powodu hamowania biegu maszyny przez zatarcie panewki.

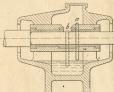
Przyczyną nadmiernego grzania się panewek bywają następujące:

1. NIEOBROTACIE SIĘ PIERŚCIEŃIA SMA-
ROWNICZEGO, z powodu:

a) niekrytyczności (np. wskutek zgięcia); — pierścień wyjąć i wyrównać lub lepiej zmieścić na inny;

b) zabrudzenie się osadami oleju; — przemyć naftą;

c) przepołowienie zbiornika olejowego przez zbytnią gęstość masywności ponad normalny poziom, wskutek czego bieg pierścienia zanurzonego za głęboko jest utrudniony; — odetknąć rozmyślnie zatłoczony otwór prze-



Rys. 1.

worów. Niekiedy przyczyną zbytniego zanurzania się pierścienia, a tem samym nieobrotowania się, bywa za duża jego średnica.

d) pozostawienia, przez zapomnienie, pierścienia na panewce (a), zamiast w jej wykroju (b) (rys. 1).

2. PIERŚCIEŃ SMAROWNICZY ZA WĄZKI

przez co olej padawany jest na wał w skąpej ilości; — pierścień należy zmieścić na szerszy.



3. BRAK OLEJU W ŁOŻYSKU, z powodu:

a) niedolewania oleju do łożyska w miejsce straconego przez rozpryskiwanie się (p. 5 13 — 17);

b) wyciekania oleju przez jakąś szczelinę (np. w odlewie); — należy ją odszukać i zatkać młotką, rozrobioną z pokostem. Zdarzyć się może wyciekanie oleju przez zlizywanie, wskutek drżenia maszyny, uszczelnik olejowy. Należy go mocniej przytrzymać, podkładając obwinięty krążek uszczelniający.

4. NIEODPOWIEDNI GATUNEK OLEJU, to znaczy za gęsty lub za rzadki lub też niewłaściwy w sobie składnik chemiczny. — Ponadto należy wypłukać naftą lub benzyną i używać nadal oleju odpowiedniego dla maszyn elektrycznych, znajdującego się w sprzedaży pod nazwą „olej-ślusarski”. Jest to olej mineralny o lepkości 8 do 13° Englera przy 20° C i o punkcie zapłonicenia nie niższym od 180° C.

5. ZABRUDZENIE SIĘ OLEJU.

a) wskutek niewypłukania naftą łożysk nowej maszyny, co winno się zawsze robić przed pierwszym malaniem do nich oleju, w łożyskach bowiem maszyn, stojących długo na składzie, nagromadzi się nieraz dużo kurzu;

b) wskutek pracy maszyny w pomieszczeniu zakurczonym, np. w tartakach, młynach i t. p. — Ponadto w takich razach zabezpieczyć należy od przeniesienia do nich kurzu odpowiedzialność osobami z blachy i, w miarę potrzeby, częściej zmieniać olej. Celem jest bywało umieszczenie maszyny w specjalnie do tego postawionej komórce. Jak często olej w łożyskach danej maszyny winien być zmieniany, zależy jest od miejscowych warunków, w jakich maszyna pracuje. W zwy-

tych warunkach zmienia się go co 6—8 tygodni. Olej, należycie przefiltrowany, może być użyty powtórnie; przesądna oszczędność, pod względem zużycia oleju, daje nieraz opłakane wyniki.

6. ZATRACIE SIĘ OSADAMI OLEJU ROWKÓW OLEJOWYCH W PANEWCE (panewki wyjąć i przemyć), NIEPRAWIDŁOWE WYCIECIE ROWKÓW



Rys. 2.



Rys. 3.

LUB ZUPEŁNY ICH BRAK. Panewki z prawidłowo wyciętymi rowkami przedstawione są na rys. 2 i 3. Rowki nie powinny być doprowadzone aż do samych kanałków a, gdyż inaczej olej wypływałby z panewki.

7. TRĄCIE SIĘ POWIERZCHNIĘ WALU I PANEWKI NIEBÓWNE (PORYSOWANE). Rzeczne obracanie wirnika jest wówczas najbardziej utrudnione. Czas walu należy wygładzić piłnikiem i płótnem szmerglowem na miejscu lub, w poważniejszych wypadkach, po przeniesieniu wirnika na tokarkę. Panewkę wygładzić skrobnikiem, o ile, oczywiście, nie zajdzie potrzeba wykonać jej na nowo białym metalem.

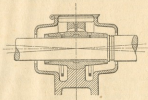
8. PANEWKA ZA CIASNO PRZYLEGA DO WALU. Jeżeli panewka jest całkowicie, to trzeba ją roztoczyć lub podstrobić skrobnikiem, jeżeli zaś — dzieleną, to śruby łączące dźwonić i wstawić odpowiedniej grubości przedkładki z blachy mosiężnej. Niezbędny również jest pewien luz walu w panewkach w kierunku podłużnym.

8. BIAŁY METAL, UŻYTY DO WYLANIA PANEWKI, NIEODPOWIEDNI.

Fabryki, wyrabiające biały metal, wykonywują go, jak wiadomo, w kilku gatunkach, odpowiadających różnym obciążeniom i prędkościom. Przy każdorazowym więc wyborze należy opierać się na danych, udzielanych przez solidną fabrykę, a nie używać lżejszych fabrykatów, zawierających duży procent ołowiu, nieodpowiedni bowiem biały metal sprężył może grzanie się panewek. Metal biały na panewki łożyskowe składać się winien z 83% cyny, 10% antymonu i 5% miedzi, lub też 90% cyny, 7% antymonu i 3% miedzi.

10. ŁOŻYSKA LUB ICH PANEWKI WADLIWIE USTAWIONE, ich linje osowe nie, leżą na jednej prostej.

Niedokładność poznaje się po tem, że różne obrotowe



Rys. 4.

wirnika staje się łatwiejszem po złuszczeniu śrub utwierdzających łożyska na podstawie maszyny, przy czemm spostrzeżać się powinno odchylenie złuszczonego łożyska. Łożyska należy prawidłowo zmontować, do czego przedewszyst-

ktem ustawiamy wirnik*) dokładnie w środku kadłuba czyli tak, aby szczelina pomiędzy twornikiem a nasadkami magnesów była wszędzie jednakową (p. § 31), a podług tego dopiero zamocowujemy łożyska i panewki.

W maszynach, zaopatrzonych w łożyska z pasowalności wałkownicy (rys. 4), niedokładność powyższa nie może się zdarzyć, panewki także bowiem samoczynnie ustawiają się w położeniu, odpowiadającem walowi.

Przy ustawianiu maszyn, połączonych przy pomocy sprzęgła, bardzo należy zwrócić uwagę, aby linje osiowa panewek leżały w jednej prostej linii, gdyż w razie nie zachowania tego warunku, panewki będą się grzały.

11. WAŁ WIERNIKOWY SKRZYWIONY.

Skrzywienie wału niekiedy zdarzyć się może wskutek nadmiernego wyprężenia pasa (p. Nr. 12), lecz częściej wskutek jakiegoś uderzenia. W celu sprawdzenia, wirnik umieszcza się na tokarce. Najczęściej w tych wypadkach wał wypada zmienić na nowy, gdyż dokładne jego wyprostowanie bywa bardzo trudne.

12. PAS NAPĘDNY, ZBYT WYPRĘŻONY, powoduje częstokroć grzanie się i szybkie zużycie panewek. Szczególnie silnie zagrożona się wówczas panewka łożyska, znajdującego się po stronie koła pasowego. W tym wypadku pas:

a) albo wypręża się samodzielnie wskutek nadmiernej pracy maszyny (przebiegu), co wskazuje: wyprężona ciągnąca połowa pasa przy równoczesnym nadmiernym zwiększeniu poboru energii oraz zbyt wysokie wskazania amperomierza, względnie woltomierz

*) W maszynach prądu stałego wirnikiem jest twornik, a kadłubem magnetyka, w prądach zaś prądu zmiennego odpowiednio wirnikiem są magnesy, kadłubem nieruchomy twornik.

Oczywiście, obciążenie maszyny należy zredukować do właściwej normy (p. także § 36).

b) albo też wyprężony jest rozrywalnie, aby zapobiegać ślizganiu się pasa. Takie nadmierne ślizganie się zachodzi, gdy napęd pasowy urządzony jest wadliwie, mianowicie, gdy wały leżą za blisko siebie (mniej niż 4 m.), stosunek przekładni jest za duży (większy niż 6:1), lub wały znajdują się jeden nad drugim. Zaradzić temu można, dodając jeszcze jedną przekładnię, czyli dostawiając przystawkę, składającą się z wałka i dwóch kół pasowych. Jeżeli wzniknie brak miejsca na taką zmianę nie pozwala, to bardzo korzystnym jest zastosowanie



Rys. 5.

rolki naciskowej, przy której odległość pomiędzy środkami kół pasowych może być jaknajmniejszą, a stosunek przekładni może dochodzić do 20:1 i dopuszczalne jest przeniesienie ruchu w kierunku pionowym.

Na rys. 5 widzimy rolę naciskową *a*, w zastosowaniu do ślizka. Jest ona równomiernie dociskana do ciągniętej połowy pasa przez ciężarek *b*, zawieszony na drzwiku.

O ile nie zaradzi się odrazu zbyt silnemu naciskowi pasa na pasówkę, to może nastąpić zagrzanie się wała i wytopienie białego metalu z panewki.

B. Rozpryskiwanie się oleju z łożysk.

Zdarza się niekiedy, że olej przy ruchu maszyny wydobywa się z panewki i następnie przez wirujące części bywa rozpryskiwany. Jest to szkodliwe, gdyż może spowodować opróżnienie się łożyska i w następstwie zagrożenie wału. Nadto, jeżeli rozpryskiwanie zachodzi po stronie kolektora, to olej, pokrywając powierzchnię jego, sprządza iskrenie się szczotek i, w połączeniu z kurzem i pyłem miedzianym, startym z kolektora, utworzyć może krótkie połączenie (p. § 48 i 57). Prócz tego, izolacja uzwojenia twornika niszczy się pod wpływem oleju na niej osiadającego. Olej, wydobywający się z łożyska po stronie koła pasowego, zwilżając pas, powoduje jego ślizganie się.

Przyczyny rozpryskiwania się oleja:

13. NIEODPOWIEDNI PIERŚCIEŃ SMAROWNICZY. Olej w tym wypadku wydobywa się z pod przykrywką otworu do nalewania oleja.

Rozróżniamy wypadki takie:

a) pierścień jest za wąski — Za duży luz pomiędzy pierścieniem a wykresem panewki przyczynia się wówczas do wyrzucenia oleju ku górze, — pierścień należy wymienić na szerszy tak, aby luz był nie większy od 1 mm.

b) pierścień za lekki a stąd za duża przylność jego obojtu; — pierścień wymienić na cięższy z luzem pomiędzy nim a wykresem panewki 1 mm; — przykrywkę otwo-

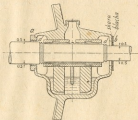
ra do nalewania oleju uszczelnić przy pomocy paska gumowego, lub umieścić w otworze nad pierścieniem wyjmowaną zaślonkę *a*) z cienkiej blachy żelaznej (rys. 6).



Rys. 6.

14. PRĄD POWIETRZA, WYTWARZANY PRZEZ WIRUJĄCE CZĘŚCI, JAK: TWRNIK, KOLEKTOR, KOŁO PASOWE LUB TARCZA SPRĘGŁOWA, PRZECISKAJĄC SIĘ PRZEZ PANEWKĘ, WYSTĘPA Z NIEJ OLEJ WZDŁUŻ WALU.

Aby temu zapobiec, bardzo często na wale twornikowym zastosowane są pierścienie *d* z ostrymi kantami (rys. 7).



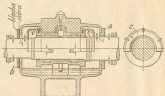
Rys. 7.

których zadaniem jest zrzucić z wału, wydostający się z panewki olej i tym sposobem z powrotem skierować go do zbiornika.

Gdy mimo to olej z łożyska wydostaje się, to należy

wewnątrz panewki przy jej obu końcach wytoczyć rowki *a* i wysierzeć otwory *b* u dołu (rys. 2 i 3), przez które olej spływać będzie do zbiornika w łazysku, nie wychodząc na zewnątrz. O ile sposób ten wadliwość całkowitą nie usunie, to:

a) przy panewkach całkowitych od strony twornika należy założyć pierścienie *a* z tak zwanym szerszeństwem łazyskowca (rys. 7), a od strony koła pasowego do lo-



Rys. 8.

żyska przysrubować krążek *b* z blachy 1 mm. grubości, podkładając podąż krążek skórzany, szczelnie obchwytyjący wał.

b) przy panewkach dwudzielnych, oprócz powyższej wspomnianych pierścienia i krążka, przymocowuje się nad panewkami osłony *c* z blachy (rys. 8).

15. ZA WYSOKI POZIOM OLEJU W ZBIORNIKU OLEJOWYM. Normalny poziom oleju był oznaczony przez fabrykę kreską na wskaźniku olejowym i na tej wysokości olej winien być zawsze utrzymywany.

16. WAŁ BIJE W KIERUNKU PODŁOŻNYM, wskutek czego olej wycieka z panewki. Zdarza się to,

Uwaga: w masie elektrycznej.



gdy pas z powodu nierównomiernego wysięgania się (wadliwość materiału) stał się krzywym, lub gdy jedno z kół pasowych ustawione jest wadliwie, mianowicie nie leży w płaszczyźnie dokładnie prostopadłej do osi wału i z tego powodu bije na boki — Pas należy zmienić na lepszy; pednięć — zmontować prawidłowo.

17. PANEWKI ZA LUŻNE. Gdy panewki z biegiem czasu ulegną naturalnemu zużyciu, to często-króć, wskutek utworzenia się zbyt dużej szczeliny pomiędzy wałem, a panewką, masywna z łożyska wypływać olej po wale. Należy wówczas panewkę na nowo wylać białym metalem, lepiej jest jednak mieć zawsze panewki zapasowe (p. także § 21 i 27 d.).



C. Drżenie maszyny

Drżenie wyoczyna się dokładnie, jeżeli dotknąć ręką do kadłuba lub łożyska maszyny. Słychać przytem brzęczenie lub turkotanie, wzmagające się ze wzrostem prędkości biegu maszyny^{*)}. Szczotki również drżą i kołują się. Światła żarówek, otrzymujących prąd z maszyny, migoczą.

Drżenie maszyny powodować mogą przyczyny następujące:

18. NIERÓWNOWAŻENIE WIERNIKA lub też, koła pasowego, osadzonego na wspólnym z nim wału, względnie tarczy sprzęgłowej.

Wyważanie wirnika uskutecznia się przez wyjęcie go z maszyny, położenie osopami wału na dwóch dokładnie poziomio ubiżonych belkach żelaznych (najlepiej na szynach kolejowych a. najlepszych powierzchni główek równo szlifowan., rys. 9) i tożeniem go naprzód i w tył. W razie nierównowagi wirnika, cięższym jego strona dąży zawsze na dół. Stosownie do tego, dodając lub ujmując ciężar z jednej strony wirnika, bądź przez przynależanie lub przyłutowanie ciężarka, bądź przez wywiercenie dziury w ciężarkach żelaznych, osiągnamy jego zrównoważenie.

^{*)} Niektóre maszyny ujawniają drżenie tylko przy pewnej określonej prędkości. Maszyna taka poruszona w ruch z początku biegu nie spowoduje, po dojściu zaś do pewnej prędkości silnie drżać i turkotać, przy dalszym jednak wzroście prędkości zupełnie lub znacznie się uspokaja.

Niektóre fabryki zaspatrują wirniki większe w specjalne tarcze z rowkami, w których umieszcza się takie ościerki.

W taki sam sposób, po odłączeniu wałki od wirnika i założeniu tymczasowo na inny wałek, wyważa się koło pasowe lub tarczę sprzęgłową.

Jeżeli czopy, któremi wirnik opiera się na belkach, są nierównomiernie grubości, to w czasie wyważania na czop osiary należy się pochwę odpowiedniej średnicy.

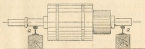


Fig. 9.

19. WIRNIK ZAWADZA O KADŁUB. Niedokładność ta zdarzyć się może w razie opuszczenia się wirnika ku dołowi spowodowanego zsunieniem się pańcerek (p. § 31), lub w razie wystawiania uszczerbienia ponad wirnik, np. wskutek złusowania się opasek^{*)}, lub wreszcie w razie zgięcia się wału wirnikowego (p. § 11).

20. ZŁUSOWANIE SIĘ PRZYTWIERDZEŃ.

Wszelkie połączenia śrubowe, a szczególnie przytwierdzenie maszyny do fundamenta, należy od czasu do czasu sprawdzać i w miarę potrzeby dokręcać, przez co uniknie się w zarodku mogących powstać powolniejsza uszkodzenia.

*) Przynięcie opasek wirnika w czasie biegu maszyny polega na sobie zwykle większe uszkodzenia maszyny, jak np. spalanie się uszczerbienia wirnika lub części magnetycznych. Opaski więc załotowane być winny bardzo starannie i pewnie.

21. WAŁ ZA LUŻNY W PANEWKACH. Słychać turkotanie, zwłaszcza przy puszczeniu maszyny w bieg. Zarządzenie p. § 27, d. Podobne turkotanie daje się słyszeć i wyczuć, gdy panewki są za luźno obciążone w łożysku.

22. WAŁ GNIE SIĘ wskutek nadmiernego wyprężenia pasa. Zarządzenie p. § 12.

23. UDERZENIA W SILNIKU NAPĘDZAJĄCYM UDZIELAJĄ SIĘ PRĄDNICY. Dotyczy to silników parowych tłokowych lub silników spalinowych. Zauważyć się wówczas daje, że drgania prądnicy jako że migotanie światła żarówek odpowiadają skokom maszyny. Przyczyną: za lekkie koło zamachowe. Silniki używane do napędu prądnic dla oświetlenia, winny mieć cięższe, niż zwykle, koło zamachowe. Drgnięcia maszyny za każdym skokiem szczególnie się uwydatniają w razie nadmiernego luzu w panewkach wału głównego i korbowość.

24. ZA GRUBY LUB ZA SZTYWNY SZEW PASA. Słychać uderzenia za każdym razem, gdy szew wchodzi na koło; w tańt tego żarówka migocze. — Końce pasa winny być, o ile ma to być, zupełnie gładko spojeny, tak, aby miejsce połączenia było nie grubsze od reszty pasa. W tym celu, łącząc pas skórzany, należy odywdwa końce jego starannie ścisnąć ukośnie (kolbami, a potem ruszając), i skłócić, wrywając do tego spoiwa, składającego się z jednokrotnych części zwykłego kleju stolarskiego i kleju rybnego z dodaniem w czasie gotowania tężyny aż do otrzymania masywniny o gęstości białka. Po skłóceniu, miejsce złączenia zaciska się mocno na kilka godzin w prasie, potem niekiedy zmywa się jeszcze oprócz tego cienkimi trokami.

Końce pasa przy ich łączeniu winny być tak zaob-

ne na siebie, aby wewnętrzny koniec *a* (ryc. 10) zwrócony był przeciwko kierunkowi biegu pasa.



Ryc. 10

23. ŚLIZGANIE SIĘ PASA.

Wskutek nadmiernego ślizgania się pasa, bieg maszyny napędzanej staje się wolniejszym i nierównomiernym. Nadto pas, ślizgający się po powierzchni kół pasowych, rozgrzewa się i przedwcześnie się zużywa.

W tym wypadku należy maszynę elektryczną odłączyć od saniech. Jeżeli wszakże z jakiegokolwiek powodów uczynić tego nie można, to w celu zwiększenia tarcia nie należy używać kałafenji, ani smarów żywicznych, gdyż od nich skóra twardnieje i staje się łamliwą, lecz tylko wewnętrzną powierzchnię pasa powlec ciepłym



UKŁAD ŚCIGNY

Ryc. 11.



UKŁAD POPRAWNY

Ryc. 12.

olejem wolowym, od czego pas po niejakim czasie sam się skręci.

Układ połączenia maszyny elektrycznej z mechaniczną jest właściwy, gdy ciągnąca (wyprężona) połowa pasa znajduje się na dole, a ciągnięta (zwisająca) — na górze (ryc. 12), w tym bowiem razie pas obejmuje większą część obwodu kół, mniej się ślizga.

II.

Maszyny prądu stałego.

Ponieważ prądnice i silniki prądu stałego w swojej budowie, niezem od siebie nie różnią się, przeto i niedokładności w nich zachodzące są podobne. Opisywane, zatem przypadki dotyczyły będą tak prądnic, jak i silników, o ile, w razie szczególniejszych różnic, w poszczególnych wypadkach nie będzie o tem osobnej wzmianki.

A. Iskrzenie się szczotek.

Jest to wadliwość bardzo często występująca przy biegu prądnic i silników, a polegająca na tworzeniu się łuków w miejscu przylegania szczotek do kolektora. Iskry te wypalają brzozy na powierzchni kolektora i szybko niszczą same szczotki. Umiejętną obsługą, t. j. wzrastaniem uszczelnienia przyczyna, można iskrzenie się szczotek prawie unajmniej i tym sposobem zapobiedz przedwczesnemu zużyciu się kolektora i szczotek.

Przyczyny iskrzenia się szczotek bywają następujące:

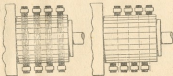
25. ZŁY STAN POWIERZCHNI KOLEKTORA.

Obsługa kolektora, tej najważniejszej części maszyn prądu stałego, należy do rzeczy nadzwyczaj ważnych i, o ile nie spoczywa w rękach starannego maszynisty, to kolek-

tor w przeciągu krótkiego czasu może się stać nieodlatnym do dalszej pracy.

Nieumiejętna lub niedbala obsługa maszyny powodzenia się przedwczesnym na powierzchni kolektora.

a) Kolektor ma na sobie faliste brzozy, powstałe z niewłaściwego rozstawienia szczotek na sworzniach (rys. 13). Szczotki zawsze winny być tak rozmieszczone, aby ścierały całą długość kolektora, t. j. aby na przodku pomiędzy szczotkami jednego szeregu trafiły szczotki drugiego szeregu (rys. 14), w przeciwnym



WADLIWIE

Rys. 13.

POPRAWNIE

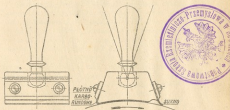
Rys. 14.

bowiem w razie pozostały wyłobienia, na których szczotki podskakują i dają iskry. Praktyka wykazała, że w maszynach wielobiegunowych najlepiej jest szczotki tak rozmieszczać, aby każda para obok siebie leżących szeregów szczotek ścierała te same pory na kolektorze i miało się z następną parą szeregów szczotek.

Gdy wyłobienia na kolektorze, wskutek wadliwego rozstawienia szczotek, już się potwierdziły, to pomóż je tylko obrotami, które uskutecznią się po umieszczeniu twarznika z kolektorem na tokarze. Czynność ta, jako wymagająca szczególnej uwagi, powinna być

winna tylko ramięślnikowi dobrze z nią obeznanemu. Prędkość obrotowa tożsamej powierzchni powinna być bardzo mała i nie może przewyższać 12 cm. na sek. Nóż powinien być ostry, a przy ostatnim wódrze ruch jego postępowy nie ma przekraczać $\frac{1}{10}$ mm. na jeden obrót kolektora.

Po skończeniu toższenia, kolektor wygląda się drewnem płótnem karborundowem (nie papierem szklanym albo szmerglowym!), przytwierdzonem do drewnianego

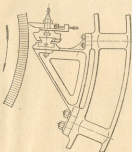


Rys. 15.

bloku, którego wyłobienie odpowiada ściśle krzywiznie kolektora. Ulepszone bloki posiadają rękawicę na przegubie i na przedniej krawędzi pasek sukna dla zbierania pyłu miedzianego (rys. 15). Przyściśnięcie płótna do kolektora bezpośrednio ręką jest szkodliwe. Po skończeniu roboty wydymkuje się z wnętrza tworznika, mieszkiem lub dmuchawką miedziane owoce, które tam mogły się dostać, i sprawdza się, czy nie tkwią one w izolacji pomiędzy działkami kolektora, gdyż tym sposobem mogłyby utworzyć krótkie połączenie (p. o tem § 48 i 57).

Wkroścu zakładają się szczotki, dopasowując je sposobem wskazanym w § 28.

Toczenie kolektorów dużych maszyn odbywa się na miejscu po przytwierdzeniu do ramy maszyny lub do odpowiednio umocowanej belki specjalnego oszafa, (szperu) zapatroszonego w żół (ryc. 16), lub w tarczę



Ryc. 16.

zsmęgloną, poruszaną małym silnikiem elektrycznym. Oczywiście, wszystkie szczotki na ten czas winny być usunięte. Panele w czasie toczenia muszą możliwie szczelnie przylegać do wału, żeby kolektor nie był.

Toczenie może się odbywać, gdy kolektor jest dostatecznie ochłodzony, gdyż inaczej izolacja wystawałaby później z pomiędzy żyłek.

Szlifowanie kolektora klockiem, powtarzane od sta-

su do czasu, utrzymuje go przez długi czas w dobrym stanie bez potrzeby obtaczania.

b) Powierzchnia kolektora jest zanieczyszczoną, a to z winy zbyt miękkich szczotek węglowych, które, ścierając się za prędko i pozostawiając na powierzchni kolektora warstwę węgla, czynią ją szorstką. Wznaga się przez to tarcie pomiędzy kolektorem a szczotkami, od czego te zaczynają drżeć i skrzyć się. Przez tego powiększony w ten sposób opór stykowy powoduje grzanie się kolektora i szczotek.

Czyszczenie kolektora skutoczniła się w czasie postawia maszyny galgankiem, smoczonym w benzynie. Może się okazać przytem także potrzeba zamiany szczotek na bardziej twarde. Oprócz tego przyczyną zabrudzenia się kolektora bywają różne „pasty” i „balsamy”, których używa stanowczo należy unikać. Do utrzymania kolektora w dobrym stanie wystarczy wycierać go od czasu do czasu w biegu maszyny suchym fanelowym galgankiem. Niekiedy tylko, jak np. przy skrzypieniu szczotek, bywa wskazaniem wytrzeć kolektor galgankiem, nasyconym odrobiną czystej szwelling.

c) Płytki izolujące wystają z pomiędzy

działek kolektora ponad ich powierzchnię. Zdara się to w tym razie, gdy przy budowie maszyny na płytki izolujące użyte materiału twardszego od miedzianych działek, miedzianych, niki o zbyt wysokiej twardości, która, zużywając się wolniej od miedzi, z czasem zaczyna wystawać ponad nią. Wysokość tego wystawania bywa nieraz znacząca i widoczna dopiero przy bliższym zbadaniu, jednakże wystarcza do tego, aby



Fig. 11. 7)

bywa nieraz znacząca i widoczna dopiero przy bliższym zbadaniu, jednakże wystarcza do tego, aby

szczotki skrzyły się, gdyż styk pomiędzy nimi a między działek jest niedostateczny (ryc. 17).

Znaczne wystawanie miki może być także przeszkodą do wzbudzenia się prądu (p. § 69).

Selekcje kolektora papierem szlistem nie na wiele się w takich rzeczach przyda, mika bowiem, jako twardeca, nie podda się jego działaniu, a działki miedziane jeszcze więcej się pogłębia. Może tu tylko pomiędzy płytą karborundową, którego, jako materiału bardzo twardego, należy wyjątkowo używać do czyszczenia kolektorów. W ostrożności, gdy od iskier potwierdziły się na kolektorze zagłębienia, a co gorsza, gdy kolektor zaczął „bić“ (§ 27), niezbędna jest obrotownia.

Bardzo korzystnym bywa wyskrobanie miki z pomiędzy działek kolektora na głębokość 2 — 3 mm. Sposób ten na dłuższy czas zapobiega mogącemu ponawiać się wystawaniu miki i przez niektóre fabryki stosowany bywa do nowych maszyn.

d) Na powierzchni kolektora potworzyły się w niektórych miejscach cienie, głęboko powypalane, plamy, czystokreć nie szerze od stykowej powierzchni szczotek i wywołuje iskrenienie. Chociaż przyczyny powstania tych plam szuka się nieraz w niejednakowym materiale działek kolektora, rozdzielaniu się kł i t. p., najczęściej wazakże powodem tego bywa jakaś empyka, popełniona przy włączeniu lub wyłączeniu maszyny, np. w razie prądu; nieprawidłowe połączenie jednej maszyny z drugą lub z baterją akumulatorów (p. § 82), a w razie szlitów; zbyt nagłe wyłączenie oporu rozrusznika przy puszczeniu w bieg, jednym słowem, raptemny wzrost prądu w maszynie, który spowodował utworzenie się oparzelin na kolektorze, najczęściej niedających się usunąć maszyną, jak przez obrotownia (p. także § 48a).

27. KOLEKTOR JEST ÉKSCENTRYCZNY LUB NIEOKRĄGLY, czyli, jak się zwykło mówi, bije. Wadliwość tę poznaje się po tem, że przy powolnem obracaniu twornika trzymany w bliskości kolektora kawałek kredy, która odrysuje na nim kreśli w miejscach wypukłości. Iskrenienie się szczotek spowodowane tu bywa podskakiwaniem na wyniosłościach, przyczem szczotki węgłowe są w tych razach bardziej wrażliwe od metalowych, które, jako elastyczne, łatwiej się do nierówności kolektora przystosowują.

Przyczyny nieokrągłości albo niemiędzykości kolektora bywają następujące:

a) Rozluźnienie się działek kolektora. Niedokładność tę sprawdza się przez uderzenie młotkiem po kawałku drzewa, położonym na kolektorze w miejscu wypukłości. Zauważyć wówczas można zagłębienie się wystających działek. Powodem tego bywa rozkręcanie się pierścienia lub śrub łączących kolektor; (zaczynanie to należy od czasu do czasu kontrolować). Szczególniej skłonni do rozluźnienia są kolektory, przy których jako materiału izolującego, jak to bywało dawniej, użyto fibry wulkanizowanej, kurczącej się przy wielokrotnem rozgrzewaniu. Nowsze maszyny mają kolektory ułożone na śrubach lub mikanterach.

Naprawa wskazuje się przez dotknięcie śrub, względnie pierścienia, przyczem kolektor winien być w czasie tej czynności równomiernie rozgrzany zapaloną lampą spirytusową.

Gdy płytki izolujące zostały uszkodzone i działki walców tego stykają się ze sobą lub z tulejką, zachodzi potrzeba przebudowy kolektora i przy ponownem składaniu jego należy płytki fibrowe zastąpić mikanterem lub matą, dobierając ich twardość tak, aby odpowiadała one twardości miedzi, użytej na działki. Wkońcu ko-

lektor obtacza się i wygląda sposobem, wskazanym w § 26a.

b) Działki kolektora są wykonane z materiału niejednakowej twardości, wskutek czego działki bardziej miękkie zużywają się szybciej i kolektor traci przez to cylindryczną formę. Najczęściej zdarza się to wówczas, gdy jako materiału do wykonania działek użyto miedzi lub brązu, twardość których nawet w jednym pręcie bywa bardzo rozmaita.

Kolektor należy przoczyć, o ile niema możności zamienić go innym. U nowoczesnych maszyn kolektory robią się z ciągnionej miedzi i wadliwość ta prawie nigdy w nich nie zachodzi.

c) Kolektor jest ekscentrycznie osadzony na wale twornikowym. Pomiar nasłania (tastrom) wskazuje cylindryczną formę kolektora, próba natomiast kradą ujawnia jego ekscentryczność szeregiem kresów z jednej strony. — Kolektor trzeba obtoczyć.

d) Wał za luźny w panewkach, przez co „bije”, a kolektor wydaje się ekscentrycznym. Maszyna, przytem, wskutek drżenia wału, brzęczy lub turkotaje; szczotki iskrują się.

Jeżeli panewki są dzielone, to należy je dosięgnąć, a gdy całkowite — wymienić na szczelnie przylgające do czopa, lub w braku zapasowych — te same wylać białym metalem. Podobną wadliwość spowoduje zbyt luźne osadzenie panewek w łożyskach.

23. NIEDOSTATECZNY STYK (KONTAKT) POMIĘDZY SZCZOTKAMI A KOLEKTOREM:

a) wskutek niedopasowania stykowej powierzchni szczotek do powierzchni kolektora.

Szczotki wygięte, źle zakładane, winny być przed puszczeniem maszyny w bóg dokładnie dopasowane do krzywizny kolektora w sposób następujący: po-

między szczotki, a kolektor walczy się arkusz papieru szklatego, zwróconego szczotką powierzchnią do szczotek, i elektryczną naciskającą na szczotki zgóry, przesuwa się nim naprzód i wtyk, starając się, aby papier obejmował, o ile możności, większą powierzchnię kolektora (rys. 18 i 19). Czynność tę zakańczają się bardzo drobnym papierem szklatym (Nr. 00), postępując z nim w sposób poprzedni, dopóki robocza powierzchnia szczotek nie będzie zupełnie gładką. Po ręcznym dopasowaniu szczotek



WADLIWIE

Rys. 18.



POPRAWNIE

Rys. 19.

wskazaniem jest, w celu lepszego ich dotarcia się, pedał maszyny jałowo przez parę godzin, t. j. bez obciążenia i w stanie niewzbudzonem.

Dopasowywanie szczotek do kolektora winno się uskuteczniać przy kablorazowej zamianie szczotek, tudzież przy wszelkich przedstawieniach opравок szczotkowych wzdłuż szwami.

Szczotki wstawiane do kolektora dopasować można najdokładniej, przykładając uprzednio ich końce w specjalnym zamku drewnianym (rys. 20), którego skośny ścieżki wyłot odpowiada nachyleniu szczotek względem kolektora.

Szczotki te coraz więcej wychodzą z użycia i spotykają się tylko przy maszynach starszych typów, względnie

nie przy maszynach o niskim napięciu — do celów elektrochemicznych.

b) wskutek zanieczyszczenia stykowej powierzchni szczotek warstwą brudu, powstałą z tłuszczów, kurzu, łusek miedzi i miki — Po wyjęciu szczotek należy ich roboczą powierzchnię delikatnie oskrobać i wytrzeć gąbką, zmoczoną w benzynie, zwracając uwagę, aby przy powtarzaniu zakładania szczotki trafiły na dawne miejsca i zajęły to samo, co przedtem położenie, potem zleka się je dociera papierem szklanym sposobem wyżej wskazanym.

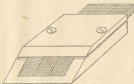


Fig. 30.

Przyczyną zabrudzenia się szczotek bywa smarowanie kolektora różnemi pastami, które najczęściej pogorszą stan rzeczy i prowadzi do szybkiego zużycia się zarówno szczotek, jak i kolektora.

c) wskutek zacieniania się szczotek w obsadkach z powodu nagromadzenia brudu w otworach obsadek. Szczotki należy wyjąć i wyczyścić. Pamiętaj należy, że niektóre gatunki szczotek przy nagrzewaniu dość znacznie się rozszerzają, aby więc nie zmieniły się, winny mieć dostateczny luz w oprawkach (0,5 — 0,8 mm.).

d) Wskutek zbyt słabego nacisku sprężyn szczotkowych, powstaje drżenie szczotek, jako też silne ich skrzeczenie. Drżenie wyrzuca się dotknięciem palca do szczotki. Sprężyny w miarę potrzeby należy mocniej naciągnąć (p. także § 45.).

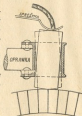
UWAGA. W celu zabezpieczenia się od porażenia lub, co najmniej, wstrząśnienia prądem przy tej czynności, jak również przy dotykaniu do wszelkich innych wiodących prąd, części maszyny, należy stać na suchej desce lub na płycie gumowej czy też w suchych kaloszkach, w razie bowiem, gdyby jeden z przewodów maszyny był swarty z ziemią (np. skutkiem uszkodzonej izolacji), a dotykający szczotek nie był od ziemi izolowany, to prąd miałby drogę przez jego ciało.

Należy, pomimo dokręcenia sprężyn, szczotki są za słabo przyciśnięte. Oznacza to, że sworzeń jest za luźno osadzony w trzymadle. Należy go lepiej przymocować.

Drżeniu szczotek sprzyjają niedopowiednie oprawy, w których zbyt obszernym otworem szczotki zmieniają ustawienie swoje położenie (rys. 21) i wskutek tego tylko częścią powierzchni stykowej przylegają do kolektora. Tyony się to zwłaszcza nieladnie ze zmianą kierunku obrotu.

21. NIEODPOWIEDNI RODZAJ LUB WYMIARY SZCZOTEK.

Tylko szczotki właściwie dobrane zapewniają bieg maszyny bez iskier i małe zużycie się kolektora. To też nie należy nigdy zmieniać



Rys. 21.

typu szczotek, zastosowanego przez fabrykę. Kłóra maszyny wykonana, konstruktorzy-spezjaliści bowiem najlepiej mogą określić najodpowiedniejszy rodzaj, materiał, wymiary, ilość i opór szczotek.

Wątpliwe należy mieć na uwadze, że opór szczotek węglowych bywa rozmaity i musi ściśle odpowiadać takim właściwościom maszyny, jak liczba działek kolektora, wymiary itp. Również duże znaczenie ma stopień twardości szczotek: szczotki za twarde odłupują się na krawędziach i iskry, za miękkie zaś zasmarowują kolektor i powiększają opór na styku (p. § 23 b).

Co do szczotek metalowych, to te bywają wyrobiane z cienkich blaszek lub tkaniny z miedzi, brązu aluminowego lub mosiądru. W ogólności mają one odpowiadać następującym warunkom: 1) powinny być wykonane z materiału większego od kolektora, aby go nie ścierały, 2) mieć mały opór, 3) posiadać zdolność dopasowywania się do powierzchni kolektora.

Powinno mieć szczotek węglowych, podających na tem, że maszyny w nie zaopatrzone są mniej wrażliwe na zmianę obciążenia, i że szczotki te mniej zcierają kolektor, nie do każdej maszyny daje się je zastosować zamiast szczotek metalowych, gdyż często stoi temu na przeszkodzie za mała długość kolektora.

30. ZNACZNE DRZWIENIE MASZINY. dające się wyznać dotknięciem ręki kądźba (magneśnicy), spowodować zwykle iskrenie się szczotek. Towarzyszy temu brzęczenie maszyny, zmieniające swą siłę ze zmianą prędkości biegu.

Należy odnależć przyczynę drżenia maszyny i usunąć ją (p. § 18-25), o to zaś uczynić tego na razie niema możności, to skrząc się szczotek tymczasowo można zapobiedz, przyskakując je mocniej do kolektora, czego je-

dnak, ze względu na szybkie zużywanie się i granie szczotek, nie należy się stosować na stałe.

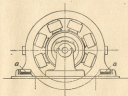
31. ODSTĘPY POMIĘDZY TWORNIKIEM A NASADAMI MAGNESÓW NIEJEDNAKOWE. Podczas gdy w maszynach z uzwojeniem twornika falistym (szeregowym) nierównomierna szczelina nie wywiera znaczącego wpływu na poprawny ich bież, w maszynach wielobiegunowych (czyli mających więcej, niż dwa bieguny magnetyczne) z uzwojeniem pierścieniowym lub pętlicowym (równoległym) wywołuje iskrenie się szczotek i silne, szczołwek równomiernie, zagrzewanie się twornika nawet przy biegu bez obciążenia^{*)}. Pochodzi to stąd, że w równoległych gałęziach uzwojenia twornikowego, — a przy uzwojeniu pętlicowym lub pierścieniowym jest ich tyle, że biegunów w maszynie — w zależności od mniejszego lub większego oddalenia od biegunów, powstają niejednakowe napięcia, wskutek czego tworzą się prądy wyrównawcze, przechodzące po uzwojeniu twornikowym. Silne zaś, lecz niejednakowe pod różnymi szeregami iskrenie szczotek przy obciążeniu maszyny następuje wskutek niejednakowego obciążenia poszczególnych gałęzi uzwojenia twornikowego.

Niedokładność ta może mieć swoje źródło w mimośrodowym (akscentrycznym) obsadzeniu twornika na stałe, np. wskutek zgięcia walu, lub w wadliwym ustawieniu płytek magnesowych albo też w wytarciu się panewek, powodującym opuszczenie się twornika ku dołowi. Wadliwość szczeliny sterżyny, wkladałcej pomiędzy nasady magnesowe a twornik w różnych jego położeniach odpowiednią miarę w kształcie klinika z podziałką na mm.

^{*)} Zagrzewanie się twornika nastąpiłoby nawet wówczas, gdyby od płytki szczotki odjąć i podzielić przy wzbudzeniu prądem ze źródła obrotowego.

Jeżeli wydrążenie magnetośnicy, w którym wiruje tworzik, nie jest ściśle cylindryczne, to należy bądź przypiłować pieńki biegunowe, bądź ustawić je właściwie. Panczewki wytarte wyszlifować należy na nowo. Dla maszynowania równomierniej szczytliny u dużych maszyn, mających panczewki dzielone, wkłada się przy montowaniu pod oparciem magnetośnicy podkładki *a*, z kilku cienkich blaszek (ryc. 22), które usuwa się w miarę zużywania się panczewek.

Ponieważ w praktyce trudno jest zachować dokładnie równomierną szczytlinę, przeto do maszyn wielobiegunowych

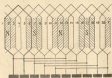


Ryc. 22.

nowych z uwzględnieniem półkowem fabryki dodają częstokroć łęczniki *Harley'a*, polegające na tem, że szeregi twornikowe, leżące przy jednorodnych biegunach, połączone są przewodami wyrównawczymi. A zatem, w maszynach czterobiegunowych szeregi, położone względem siebie o 180° , u sześciobiegunowych — o 120° , u ośmiobiegunowych — o 90° itd. są łączone ze sobą między innymi przewodami z przodu albo z tyłu twornika. Ponieważ prąd wyrównawczy płynie w tych przewodach, a nie przez szczotki, przeto iskrenienia nie ma.

Na rys. 23 przedstawiony jest rozwinięty na płaszczyźnie schemat takiego uwojenia maszyny 4-biegunowej. Widzimy tu przewody wyrównawcze, łączące ze sobą zawoje 1 z 11, 3 z 13 itd.

32. NIERÓWNOMIERNE POLE MAGNETYCZNE w maszynach wielobiegunowych ujawnia się skrzyżowaniem szczotek niejednakowym pod różnymi kąтами, a wskutek powstających wewnętrznych prądów wyrównawczych w uwojeniu twornika (p. § 34) — zagroźeniem się jego, nawet przy jałowym biegu maszyny. Nadto, gdy



Rys. 23.

maszyna jest prędką, rozwija zbyt słabe napięcie (p. § 73), a gdy jest wolną, to, przy słabym obciążeniu, prędkość jej biegu jest za duża (p. § 90).

Przyczyny nierównomiernego pola magnetycznego bywają następujące:

a) Błędne połączenie ze sobą cewek magnetycznych, wskutek czego prąd przez nie przechodzący wytwarza w dwóch sąsiednich pierścieniach jednostkowy biegunowość i przez to powstaje pole nierównomierne. Błąd ten rozpoznaje można zapomocą igły magnetycznej (kompasu), która za zbliżeniem jej do biegunów wskazuje nam, czy następują one po sobie w sposób właściwy, t. j.

północne za południowym na przesłanian (*N, S, N, S* itd.). Można również błęd rozpoznać, rozjeżdżawszy się uważnie w połączeniach końców cewek. Pamiętaj! należy przytem, że w nawoju biegunu południowego (*S*), prąd ma dążyć w kierunku wskazówki zegara, — jeżeli patrzeć na biegun od strony twornika, — w nawoju zaś biegunu północnego (*N*) — w kierunku odwrotnym^{*)} (rys. 24 i 25).

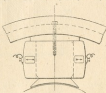


Rys. 24.



Rys. 25.

W wypadkach kiedy cewki na zewnątrz są owinięte taśmą i zwoje są niewidoczne, każda cewka winna być zapakowaną w trwałe zamki w postaci blaszek z wyciętymi strzałkami. Zamki te, umieszczone przy końcówkach, wskazują kierunek nawinięcia początku i końca drutu. (rys. 26).



Rys. 26.

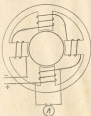
Im mniej biegunów posiada prądnicą, tem niższe otrzymamy napięcie w razie błędnego przyłączenia jednej z cewek magnesowych. Prądnicą dwubiegunową przy błędnym połączeniu cewkach magnesowych nie daje się zupełnie zahaczyć.

^{*)} Kierunek prądu w przewodach rozpoznajemy, przykładając końce drutów do zwilżonego punkta papieru błędnosłownego biegnąc ujemny (-) daje plamę czerwoną, biegnąc dodatni (+) papieru nie zabarwia.

Błędne połączenie cewek magnesowych w szlachech prowadzi nieraz do rozbiegania się, co kończy się zwykle poważnym uszkodzeniem twornika (p. § 88).

b) W maszynach głównikowo-boczniowych błędne połączenie cewek magnesowych, a to w ten sposób, że na jednakowym pieńku nawoje główkowy i boczniowy przecierają się sobie, powodując osłabienie pola przy odnośnych biegunach. Należy uważać poprawić, łącząc odpowiednio końcówki cewek (p. § 74 i 94).

c) Nierówna liczba zwojów w cewkach magnesowych, mogła powstać z tego, że przy naprawie uszkodzonej cewki usunięto drut z przepaloną izolacją, nie dając na jego miejsce nowego. W celu stwierdzenia, czy niedokładność ta zachodzi, mierzymy napięcie na końcówkach każdej cewki (rys. 27). Cewka, w której woltomierz (V) wskazuje najmniejsze napięcie, ma najmniej zwojów. Należy ją wyjąć i nawinąć brakujące zwoje. Zauważyć trzeba, że o ile zapomnieliśmy zapamiętać regulowania opornika, daloby się w tym wypadku doprowadzić napięcie prądu do normalnej wysokości, cewki magnesowe rozgrzewałyby się bardziej niż zwykle, wszystkie w jednakowym stopniu.



Rys. 27.

d) Krótkie połączenie w zwojach cewek magnesowych, najczę-

ściąg ływa skutkiem nieuważnej roboty przy nawijaniu drutu, n. p. uszkodzenie izolacji, wskutek czego z czasem swoje wewnętrzne cewki łączą się na krótko (z rysunek 28) i przez pewną ich część prąd zupełnie się przepływa.



Rys. 28.

Podłączenie krótkie pomiędzy zwojami cewki utworzyć się może wskutek jej nadmiernego zagrzanía, trwającego przez czas dłuższy, gdyż powłoka izolacyjna drutu stopniowo ulega wówczas zwięgleniu. Ma to miejsce, gdy przez cewkę przepływa prąd za duży (p. § 63).

Przyczyną uszkodzenia izolacji cewek magnesyowych może się stać także nagle przerwanie lub zamykanie obwodu wzбудzającego. Pod wpływem bicia, samoindukcji wznieca się wówczas w cewkach chwilowy prąd indukcyjny o tak wysokim napięciu, że może przebić izolację. W celu zapobieżenia temu, oporniki regulujące napięcie prądów niepatrywane być winny w kontakcie zwiernający a (rys. 29), na który wprowadza się drążek opornika przy wyłączeniu obwodu wzbudzającego (p. także § 90).

Krótkie połączenie w cewce rozpoznaje się tymże sposobem co pod 18 a, czyli mierzeniem napięcia, przyczem z wielkości wskazań woltomierza można wnioskować o tem, jak znaczna



Rys. 29.

część cewki jest przez prąd omijana. Przez tego uszkodzoną cewkę zewnętrznie poznaje się po tem, że jest ona mniej zagrzana, niż inne, gdyż prąd słońga tylko po pewnej części jej nawoju.

Znając całkowitą długość drutu w cewce i jego przekrój, możemy o stanie izolacji cewki przekonać się za pomocą pomiaru oporu cewki mostkiem Wheatstona. Opór wskazany mostkiem porównujemy z oporem, wyliczonym z długości i przekroju drutu.

Im większa część cewki jest zmieniła, tem niżej napięcie daje prądnicę. Mając do rozporządzenia opornik łazienkowy, możemy sprawdzić niekiedy przez zmianę jego oporu doprowadzić napięcie prądniczy do właściwej normy, cewki jednak zdrowe, otrzymując wówczas prąd większy, nadmiernieby się grzały, co wkrótce doprowadziłoby do zwiększenia ich izolacji.

Połączenie krótkie w cewkach jest bardzo niebezpieczne przy szafce, gdyż w takich wypadkach zwiększają one znacznie swą prędkość i mogą się nawet rozbiegać (p. § 85).

Naprawa krótko połączonej cewki polega na jej rozwinięciu i zeszluceniu uszkodzonego drutu. Niekiedy przy uszkodzeniu, powstającym w wierzchołkach warstwach nawoju, udaje się połączenie krótkie usunąć przez wzmocnienie kawałka miedzi.

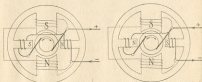
e) Zwilgotnienie izolacji cewek magnetycznych w objawach i skutkach bywa podobnem do połączenia krótkiego i także spowodować może zwiększenie izolacji. Rozpoznaje się sposobem, wskazanym pod lit. d. Cewki, mające zwilgotniałą izolację, wysusza się w ciepłym miejscu, jak np. na kotłach parowych lub w specjalnym piecu.

31. WADLIWIE USZEREGOWANE BIEGUNY ZWROTNE, zamiast reakcję twornika osłabiać i zmniejszać iskrenienie się szczotek, wywołują skutek wręcz przeciwny.

Mogą tu zachodzić wypadki błędnego połączenia pomocniczych cewek zwrotnych ze sobą lub też błędnego

przyłączenia końcówek całego uzwojenia zwrotnego do szczotków maszyny.

Chcąc prawidłowo umieścić bieguny w maszynach tego rodzaju, należy mieć na uwadze zasadę następującą: jeżeli maszyna dwubiegunowa ma się obracać w prawo (gdy patrzymy na nią od strony kolektora) i jeżeli na dole ma biegun N , a na górze — S , to, w razie prądu, z lewej strony powinien znajdować się biegun zwrotny S , a z prawej — N (rys. 30), w razie zaś strąba — z le-



PRĄDNICA

Rys. 30.

SIŁNIK

Rys. 31.

wej strony — N , a z prawej — S (rys. 31). Słowem, trzeba pamiętać, że w prądnicach bieguny główne wyprowadzają w kierunku obrotu maszyny bieguny zwrotne tej samej biegunowości, a w silnikach — odwrotnie^{*)}.

34. NIEDOSTATKOWY STYK (KONTAKTU KOŃCÓWKI UZWOJENIA TWORNIKOWEGO Z DZIAŁKĄ KOLEKTORA.

^{*)} Rozważamy się w rysunkach 30 i 31, samowolnie, że chcąc mieć prądnicę z biegunami zwrotności, jako silnik przy tym samym kierunku obrotu, nie potrzeba robić żadnych zmian, ani w połączeniach cewek głównych, ani też zwrotnych. Oczywiście rzecz, że silnik wymaga rozruchnika prądu regulatora napięcia, jak to na rysunkach, w celu ustalenia ich przejrzystości, pominięty.

Opadki iskroznia dosyć mocno i niedające się usu-
nąć ani ekspozycją kolektora, ani dostawianiem szczotek;
szczęśliwiejszego zagrzeszenia się urwojenia twornika nie
daje się zaradzić. Po zatrzymaniu maszyny, spostrze-
gamy wypalone plamy na niektórych działkach kolektora.
Po bliższem zbadaniu okazuje się, że te właśnie działki są
słabo słężone z urwojeniem.

Zjawisko iskroznia się szczotek wyjaśnia się tu tem, że
dla łączony rozwój przedstawia większy opór od pozosta-
łych rozwójów i w dodatku zmieszny, wskutek czego przy
wielowaniu twornika powstają w jego urwojeniu wahania
prądu, dające iskry za każdorazowem zekręceniem się
szczotki z działką, niedokładnie przyłożoną do urwojenia.

Przytrafia się to najczęściej w maszynach przestarza-
łego ustroju, w których kołowe rozwójów tworniko-
wych słężone są z działkami kolektora za pomocą śru-
bek. Jakkolwiek sposób taki ma swoje zalety, gdyż czyni
łatwą zmianę kolektora, jednak zupełnie prawie wy-
szedł z użycia z powodu możliwości odkręcania się
śrubek podczas biegu maszyny. W czasie postoju ma-
szyny, należy je możliwie często sprawdzać i dokręcać:
na krótkie śrubki — zmienić na dłuższe.

W nowszych maszynach łączenie dziatek kolektora
z urwojeniem twornika wykonywane się zapomocą łate-
wek, niedostateczny więc kontakt tych połysków może
się zdarzyć bardzo rzadko, chyba tylko wtedy, gdy wskutek
nieudbałego złutowania spadnie kołowe rozwójów
nie są dokładnie spojenie z działkami kolektora.

31. PRZERWA DRUTU W URWOJENIU TWOR- NIKOWEM LUB ROZPOJENIE SIĘ ZŁĄCZA Z DZIAŁKĄ KOLEKTORA.

Grani tego uszkodzenia w śrubkach, iskroznie wy-
stępuje bardzo znacznie, tak że z trudem tryskające
z pod szczotek iskry pokrywają całą niemal powierzchnię

nię kolektora. Po zatrzymaniu maszyny znajdziemy, że izolacja pomiędzy dwiema działkami kolektora, połączonymi z przerwaniem rozwinięciem, mocno jest nadpalona. Słabsze opalenie izolacji pomiędzy działkami kolektora daje się, prócz tego zauważyć na kolektorze w odstępach, odpowiadających biegunom. Iskrowanie znacznie się zwiększa w miarę zwiększania się obciążenia. Szczególniejsze jednak zagrożenie się uszkożenia lub jakiejś jego części nie zachodzi. Zużycie prądu (amperów) normalne.

W prądnicach uszkożenie twornika kabłej prądnicy składa się przynajmniej z dwóch równoległych odgąbnień, to też prądnicą w razie przerwy w uszkożeniu twornika, może się wahać, gdyż prąd daje jedną z półtopek uszkożenia.

Przy każdorazowym wzmęcie przebiegu pod szczotkami działek kolektora, należących do przerwanego rozwoju, powstaje iskra. Przy większym obciążeniu wskutek tego zjawiska zachodzi wahania napięcia, otrzymywanego z prądnicy.

Przerwa tworzy się najczęściej w miejscu spojenia końca rozwoju z kolektorem, gdzie drut, częściowo uszkodzony przez kwas, użyty przy lutowaniu, pęka. Miejsce takie nie trudno odnaleźć — bywa ono bowiem najczęściej odrazem widoczne — należy złutować cyną, używając przytem kolafonji. Lutowania przy pomocy kwasu solnego, a także różnych reklamowanych środków, rzekomo wolnych od kwasów, należy unikać.

Przerwa taka, chociaż rzadziej, może się także przytrafić w samym przewodniku uszkożenia. Mianowicie, gdy druty są bardzo cienkie, a przy uszkożeniu zbyt je naciągnięto, to wskutek wydłużania się i kurczenia pod wpływem zmian temperatury tudzież wskutek siły odśrodkowej przy wirowaniu twornika może zdarzyć się pęknię-

nie którego z drutów i to najczęściej na zgięciu. Dla tego też, uznawając twornik, nie trzeba drutów zamadto wypryziać.

Niekiedy, chociaż zrostną nader rzadko, przyczyną uszkodzenia może być oblinzowanie się na wale rdzenia twornikowego lub kolektora.

Odnalezienie pękniętego przewodu jest rzeczą bardzo łatwą, uszkodzony bowiem zewój wskazuje dokładnie te działy kolektora, pomiędzy którymi izolacja jest nadpaloną (ryc. 32). Odlatowawszy końce tego zewoju od kolektora, przekonywamy się, że obród jego rzeczywiście gdzieś jest przerwany, skądś-ka bowiem galwanoskopu, po przyłączeniu go do końcówek zewoju, nie odchylił się. Zauważyć należy, że jeżeli uzwojenie jest faliste, to obród, w którym jest przerwa, składa się nie z jednego zewoju, a z tyłu, że par biegunów posiada maszynę. W sposób schematyczny, na ryc. 33 przedstawiony jest obród składający się z trzech zewojułów twornika maszyny wielobiegunowej z przerwą w jednym z zewojułów. (Na rysunku zwoje są odchylone na



Ryc. 32.



Ryc. 33.

planozynie prostopadły do osi twornika).

Jedynym powyżym sposobem naprawy w tym wypadku, jest rozwinięcie uzwojenia i złaczenie przerwanej przewodu napinając szutowania lub zamiana zewoju na nowy. Gdy jednak warunki nie pozwalają zatrzymać maszyny dla dokonania gruntownej naprawy, to tymczas-

sową można słuszą zaradzić, łącząc, za pomocą bezpośredniego złączenia ze sobą drzazki kolektora, odpowiadające uszkodzonemu rozwojowi, t. j. te, pomiędzy którymi ukazywały się największe luki.

Tym sposobem obwód uzwojenia twornika zostaje przywrócony z pominięciem uszkodzonego rozwoju i maszyna pracuje dalej, nie uderzając. Sposób ten możliwy jest do zastosowania przy znacznej liczbie drzazek w kolektorze.

Jeżeli przerwa nastąpiła w dwóch lub więcej rozwójkach uzwojenia twornikowego, to prądkiem wówczas wzbudzić się nie może i, chociaż przerwę wykrył, trzeba uciec się do jednego ze sposobów, opisanych w § 76 w rozdziale o niewzbudzaniu się prądu.

36. PRZECIĄŻENIE MASZYNY wywołuje zwyczajnie skręcanie jej szesotek. Zachodzi to z tego powodu, że znaczny prąd, krążący wówczas po uzwojeniu twornikowym, wytwarza dookoła silne pole magnetyczne, które oddziaływa, czyli reaguje, na słabsze od niego w danej chwili pole magnetyczne główne (t. j. wytwarzane przez cewki magnesowe) w ten sposób, że je wykrzywia. Wykrzywianie to w prądnicach następuje w stronę obrotu twornika, a w silnicach — w stronę przeciwną obrotowi. Tym sposobem strzela obójtyna, na której ustawione były szesotki dla biegu jakowego, zostaje przesuniętą i to tem więcej, im większe jest obciążenie maszyny. Przybliżając mi szesotek do kolektora w położeniu, nie odpowiadającym dokładnie strzeli obójtnej, wywołuje skręcanie.

PRZECIĄŻENIE W PRĄDNICACH.

a) Wskutek włączenia zbyt wielkiej liczby odbiorników prądu, jak: silniki, lampy łukowe i żarowe, przyrządy do grzania i gotowania, urządzenia galwanoplastyczne i t. p. następuje przeciążenie Wskaźnik

prądu (amperomierz), umieszczony na tablicy rozdzielczej maszyny wskazuje wówczas prąd większy od dopuszczalnego dla danej prądnicy; twornik nadmiernie się nagrzewa (p. § 50); przy napędzie pasowym ciągnąca polewa pasa — zbyt silnie wyprężona.

Należy liczbę odbierników prądu odpowiednio zmniejszyć. Jeżeli wadką jest to niemożliwe, a przeciążenie powtórza się w pewnych porach dnia w przeciągu niedługo trwających okresów czasu, to do urządzenia należy wprowadzić obrotolafory, które oszczędzając będą zwiększone zapotrzebowanie energii. W razie stałego przeciążenia, zachodzi potrzeba dostawienia nowej prądnicy. W pewnym stopniu można odciążyć prądnicę, wprowadzając oszczędniejsze żarówki, np. metalowe zamiast węglowych.

b) Przeciążenie bywa wskutek znacznego upływu w prąd, czyli uchodzenia uboczami drógami z bieżąca dodatniego na ujemny. Takie uchodzenie prądu przytrafia się, gdy utworzy się dobre połączenie obu przewodów z ziemią, która wówczas służy jako przewód, bieżący dla bieguny^{*)}. Upływ prądu może również nastąpić, w razie uszkodzenia izolacji w miejscach, gdzie przewód dodatni i ujemny dotykają do siebie bezpośrednio lub za pośrednictwem innych przedmiotów. Zło teby w tych razach w wadliwym wykonaniu lub nieostrożnym utrzymaniu urządzenia, np. gdy obnażone lub najgęsz zniszczoną izolację przewody dotykają wilgotnych murów, belek belastnych, rur i t. p., gdy w miejscach skrzyżowania nie są dostatecznie izolowane od siebie, gdy izolatory przewodów napowietrzanych przez dłuższy czas nie były czyszczo-

^{*)} Zauważyć należy, że uziemienie tylko jednego z biegunów nie wywołuje natężenia lub strągu, dopóki nie nastąpi bądź w ścisł, bądź w pośredny uziemienie drugiego bieguna.

na i pokryte są warstwą kurzu i sadzy, lub wówczas gdy takie podziemne układy są w wilgotnym gruncie w sąsiedztwie gnijącego drzewa lub korzeni, zwłaszcza, jeżeli pancierz słowiany przy zakładaniu kabla został uszkodzony (przełamany).

Podczas dni dżdżystych stan izolacji się pogarsza, wszelkie więc zakłócenia, mogące powstać na tem tle, najczęściej przyczyniają się w takie właśnie dni dżdżyste.

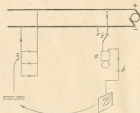
Skorą metodą upływ prądu, to lampy żarowe za uszkodzonym miejscem świecą słabo, a amperomierz prądniczy wskazuje przepływ prądu, nawet po otwarciu wyłączników przy wszystkich poszczególnych odbiornikach.

Przy znacznem uszkodzeniu izolacji przewodów i metalizmem ich zetknięciu się ze sobą, czyli przy krótkim zwrocie, bezpieczniki topią się natychmiast po założeniu.

Dla dokładnego przekonania się o tem, czy jest zwarcie z ziemią, bardzo dobrze nadaje się t. zw. watecznik umieszczeń, składający się ze zwykłego drzewka elektrycznego a i lampki żarowej b, odpowiadającej napięciu sieci, połączonych ze sobą w szeregu, jak wskazuje rys. 34. Jedną końcówką przyrządu łączą się z przełącznikiem c, przedstawianym bądź na przewodzie dodatni, bądź na przewodzie ujemny, druga zaś — z płytą ziemną Z. Jeżeli przyrząd połączony był np. z przewodem dodatnim, to dżwonek drzewka, a w poważniejszych wypadkach świecenie się żarówki, wskazywać będzie, że uszkodzenie izolacji zachodzi w przewodzie ujemnym i odwrotnie.

Gdy tym sposobem przekonamy się, że mamy upływ prądu, należy odłączyć kolejne poszczególne rozgałęzienia sieci, a zgarnąć lampki i naczynie się dżwonek oznaczyć będzie, że obwód, w którym leży uszkodzenie, odłączono. Należy przeprowadzić tam rewizję, w celu odnalezienia wadliwego miejsca, zwracając przytem uwa-

gę przedewszystkiem na punkty podejrzane, jak krzyżowanie się przewodów, przewody leżące w wilgotnych murach i t. p. Siedliisko uszkodzenia można poznać po opalonej izolacji i rozgrzanu się przewodu. W razie sąsiedztwa materiałów łatwopalnych, spowodować może ono nawet pożar. Przyorynąc zwarcia należy usunąć, a uszkodzony przewód zmienić lub starannie izolować.



Rys. 34.

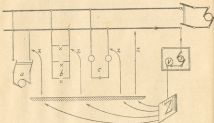
Aby nie dopuścić do takich uszkodzeń w działaniu urządzenia, należy w pewnych odstępach czasu, np. raz na rok, sprawdzać stan izolacji stacji, posilkując się w tym celu zwykłym galwanoskopem lub lepiej wstrząskiwą kołatką składającą się z induktora I , obracanego kołatką, i woltomierza V (rys. 35). Przyrząd ten winien być obracany z taką prędkością, aby wskazywał napięcia, zbliżone do roboczego napięcia stacji, a co najmniej 100 woltów^{*)}.

^{*)} F. „Przegląd bezpieczeństwa dla urządzeń elektrycznych o napięciu do 100 woltów” Warszawa 1903. 3 77 p. 2.

Uzasadn. w masz. elektr.

Arztolitrisk powyższy miernik izolacji daje wskazania przybliżone, jednak będą one w zupełności wystarczające, aby ustalić, czy izolacja badanego przewodu odpowiada pewnej określonej wysokości.

Przy mierzeniu oporu izolacji każdego z begunów sieci z osobna względem ziemi, należy na czas pomiarów prąd roboczy przerwać, wyłączeni na wszystkich odnogach pozamykać (rys. 35), a odbiorniki podłączyć—wy-



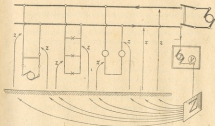
Rys. 35.

łączyć przy silnikach a postawić żarówkę b powykręcać obwód lamp żukowych c , połączonych szeregowo, przewodem miniewięcej w polowa. Przybliżając jedną końcówkę miernika izolacji do badanego przewodu, a drugą do płyty ziemnej, rury wodociągowej, konstrukcji żelaznej i t. p., odczytujemy na podziałce opór izolacji w omach względem ziemi. Prąd uchodzi do ziemi uboczniei drogami z, z, z .

Jeżeli chcemy zmierzyć opór izolacji przewodu do danego względem ujemnego, to, mając się przystoso-

hiną, jak poprzednio, końcówki miernika izolacji przyłączamy do obu przewodów.

Pragnąc zmierzyć opór izolacji odrazu całej sieci względem ziemi, oba bieguny łączymy ze sobą za pomocą przyłączenia wszystkich żarówek, lamp lubowych i silników, czyli zamknięcia ich wyłączników (rys. 36).



Rys. 36.

Jedną z końcówek miernika izolacji przyłącza się do któregośkolwiek z biegunów sieci, drugą zaś do ziemi.

Przy powyższych pomiarach (rys. 35 i 36) należy dodatkowo końcówkę miernika izolacji łączyć zawsze z ziemią.

Podług przyjętych przepisów*) stan izolacji sieci przewodów uważa się za zadowalniający, jeżeli opór izolacji w omach pojedynczej działki sieci, mierzony przy biegunach połączonych (rys. 36), równa się napięciu róż-

*) F. „Przepisy bezpieczeństwa dla urządzeń elektrycznych o napięciu do 200 woltów” Warszawa 1909 § 77 p. 4.

bozeniu sieci, pomnożonemu przez 1000. Za działkę uważa się tu każdą cęplę stali zawartą między dwoma bezpiecznikami, lub też cęplę, znajdującą się za bezpiecznikiem ostatnim.

PRZECIĄŻENIE W SILNIKACH.

c) Wskutek przeciążenia nadmierną pracą, np. przez przyłączenie zbyt dużej liczby lub zbyt wielkich maszyn roboczych, zauważyć się daje zmniejszenie prędkości biegu: u silników benzolowych niewielkie, a u głównych (maszynowych) — znaczna. Tworak nadmierne się rozgrzewa i przy długotrwałem przeciążeniu może nawet nastąpić zwęglenie się izolacji uszwejnia (§ 56 i 57).

Obciążenie silnika należy zredukować do liczby amperów, wskazanej na tabliczce i umieszczonej na silniku i wstawić bezpiecznik, topiący się przy przekroczeniu granicy dopuszczalnego obciążenia.

Korciem zmniejszenia prędkości biegu maszyn roboczych można obciążenie silnika zmniejszyć, zmieniając stosunek przekładni, mianowicie: dając przy silniku koło mniejsze lub też przy maszynie napędzanej — większe.

d) Przeciążenie może nastąpić także wskutek nadmiernego tarcia w panewkach (p. § 1 — 12), rozczepiania twornika o masady magnesowe (patrz § 19) i t. p.

37. NIERÓWNOMIERNE ZAPOTRZEBOWANIE PRĄDU wywołuje w niektórych przypadkach, wskutek reakcji twornika (p. § 25), silne iskrenienie się szczotek. Amperomierz, umieszczony na tablicy rozdzielczej, wskazuje zauważalne wahania wielkości prądu (prąd pulsuje): kolektor i szczotki grają się.

Przyczyną pulsowania prądu może być:

a) częste i raptowne wiązanie i wyłączenie odbiorników prądu, jak np. w urządzeniach do spawania prądem elektrycznym*).

b) lub zła wyregulowanie lamp łukowych, przez co te ustawicznie gasną i zapalają się. Tyczy się to zwłaszcza urządzeń niewielkich.

Jeżeli raptownych rzutów prądu uniknąć nie można, to w porozumieniu z fabryką, gdzie maszynę wykonana, należy dodać bieguny zwrotne, które reakcję twornika zmniejszają. Niektóre fabryki budują obecnie swoje maszyny wyłącznie z biegunami zwrotnymi lub przynajmniej zostawiają miejsce dla późniejszego ich umieszczenia.

38. SZCZOTKI USTAWIONE W NIEWŁAŚCIWYM POŁOŻENIU.

a) Przy błędnem ustawieniu całego zespołu szczotkowego iskrozenie okazuje się pod wyekspozycją szczotkami i przy dłuższym trwaniu spowodować może silne zagrożenie się kolektora i szczotek, a nawet twornika. Oprócz tego, u prądnic napięcie się obniża (może zejść nawet niewybudzanie się, p. § 75), a u silników wielkość prądu wzrasta i to tem więcej, im dalej szczotki są osunięte z właściwego miejsca (p. § 81).

Szczotki należy przez pokręcenie trzymadła ustawić we właściwym położeniu, które przez fabrykę bywa zaznaczone kreskami na boku maszyny i na trzymadle szczotkowem. Jeżeli kreski takich nie ma, to właściwe położenie szczotek dla biegu jałowego maszyny, czyli bie-

* Do celów elektrycznego spawania budują się specjalne prądnice, wytwarzające dobrze nagłe zmiany w obciążeniu z nawet krótkim zwarcia.

gu bez obciążenia, odnaleźć meżony, ustawiając twornik tak, aby którykolwiek z zwojów jego zajął położenie dokładnie w strefie obejmującej, czyli w środku odstępu między dwoma sąsiadnymi biegunami magnetycznymi. Działka kolektora, połączona z tym zwojem, winna wówczas stykać się ze szczotką. Działką, przynależną do odpowiedniego zwoju, meżony odnaleźć, przesuwając pod opaską cieniki drucik. Aby odnieść to do siebie, niektóre fabryki jeden z zwojów oznaczają kolorową farbą.

Wogóle w maszynach z uzwojeniem pierścieniowym



*ab - strefy obejmujące
c - szczotki
d - zazwój twornika*

Rys. 37.



Rys. 38.

szczotki najczęściej dotykają kolektora w płaszczyźnie, przechodzącej przez środki odstępu międzybiegunowych (rys. 37), w maszynach zaś z uzwojeniem bębnowym (pętlicowym lub falistym) najczęściej — w płaszczyźnie, przechodzącej przez środki biegunów (rys. 38). W obu tych wypadkach szczotki (c) dotykają wtedy działek kolektora, połączonych z zwojami (d) twornika, leżącymi w strefie obejmującej, znajdujących się dokładnie w środku odstępu międzybiegunowego.

Wobec tego, że są jednak różne odmiany uszyczenia twornikowego (np. wygięcie kątów nawojów przylączonych do kolektora w jedną stronę, uszyczenie o pośrodku przykróconym i t. p.), zdarzają się niekiedy odstępstwa od tej zasady i dla tego nie można dać ogólnego przepisu na ustawianie szczotek, zwłaszcza, że u niektórych maszyn uszyczenie twornikowe bywa tak zakryte, iż niemożliwym jest rozpoznanie, jaki jest jego rodzaj. W wypadkach takich, chcąc odmalować właściwe położenie szczotek, powinniśmy pamiętać, że położenie szczotek, przy którym prądnicę daje napięcie najwyższe, a silnik zużywa najmniej prądu, jest właściwe.

Jeżeli po ustawieniu szczotek w normalnem położeniu z wrażliwym obciążeniem maszyny iskrenie zwiększy się, to w prądnicach należy zoskładać szczotkowy przesunięć nieco w kierunku obrotu maszyny, a w silnikach w kierunku przeciwnym obrotowi, dopóki iskrenie nie ustanie. Nowsze silniki, a szczególnie zbudowane dla biegu w obie strony, nie wymagają przesuwania szczotek ani przy zmianie obciążenia, ani też przy zmianie kierunku obrotu. Prawidłowe ustawienie szczotek u tych silników poznajemy po tem, że przy jednokrotnem napięciu jakiego biegu one w obie strony z jednokrotną prędkością.

Szczególnej wrażliwości na złe ustawienie szczotek są maszyny z biegunami zwrotnymi, w których, nawet przy niewielkiem przesunięciu szczotek po za strefę obrotową, występuje znacznie większe iskrenie, niż w maszynach bez biegunów zwrotnych.

b) przy nierównych odstępach pomiędzy rzędami szczotek iskrenie zjawia się tylko pod niektórymi szczotkami, a przy pokręceniu trzymadła ubazuje się pod temi szczotkami, które przed tem nie iskrzyły się.

Należy sprawdzić odstęp między rzędami szczotek, mierząc je zapomocą paska papieru, podłożonego pod

szczotkę na powierzchni kolektora, lub przelazając ściśle między szczotkami w odstępach pomiędzy rzędnymi szczotek. Odległości te powinny być dokładnie równe.



Sys. 33.

Niekiedy przyczyną niejednakowych odstępów bywa niejednakowa wysokość szczotek, czyli w jednym szeregu szczotki zużyte, w drugim zaś — nowe, co widoczne jest z rys. 33. Czasami niedokładność spowodowana bywa skrzywieniem sworzni, trzymających oprawki szczotkowe.

33. ZA DUŻĄ PRĘDKOŚĆ BIEGU MASZYNY może wywołać iskrzenie się szczotek, jakkolwiek w samej maszynie elektrycznej żadnej niedokładności może nie być.

W prądnicach. Jeżeli prędkość biegu prądu z jakiegokolwiek powodu znacznie przekracza przepisaną, to napięcie również będzie wyższe od normalnego. Chcąc obniżyć napięcie do właściwej wysokości, osłabiamy napięcie pola magnetycznego przez wprowadzenie większego oporu do obrotu wzбудzającego. Skoro jednak pole magnetyczne tym sposobem zostanie osłabione, to przy pewnym obciążeniu maszyny reakcja twornika będzie dla takiego pola za silna i wywoła iskrzenie się szczotek, tak samo, jak w zbyt przeciążonej maszynie, pracującej z normalną prędkością (p. § 36). Zresztą ze zmniejszeniem się obciążenia maszyna zaczyna pracować znów zupełnie poprawnie. Z tego widzimy, jak ważną jest rzeczą, aby prądnicę otrzymywała właściwą prędkość.

Przyczyną zbyt dużej liczby obrotów prądu może być błędnie obliczona przekładnia kół pasowych (przy silniku napędzającym średnicą koła za duża lub przy prądnicę — za mała) albo też w zbyt w y-

skiej liczbie obrotów silnika napędzającego (wyregulować regulator prędkości).

Niekiedy, chcąc w urządzeniach z akumulatorami osiągnąć się jedną i tą samą prędkością zarówno do pracy na sić, jak i do ładowania akumulatorów, daje jej na stałe prędkość wznowioną. Prędkość ta odpowiada najwyższemu napięciu, jakie maszyna ma rozrząd podczas ładowania akumulatorów (np. 170 v). W celu zaś umożliwienia znacznego obniżenia napięcia podczas pracy na sić (np. 115 v), do bocznika wprowadzają większy, niż zwykle opornik. Przy znaczniejszym wzroście zapotrzebowaniu prądu z prędkości podczas pracy normalnej, szrotok jej zwykle skrzęta się. Przyczyną tego, sprawność maszyny jest mała. Racjonalnie więc urządzone instalacje z akumulatorami i zwykłą prędkością główną, powinny być wyposażone, prócz prądu głównej, w prędkość dodatkową.

W szrotokach: Jeżeli, chcąc powiększyć liczbę obrotów silnika bocznikowego ponad przepisaną, do bocznika włączono większy opornik, a tem samem osłabiono pole magnetyczne, to w tym wypadku twornik, za silnik oddziaływując na pole elektromagnetyczne, również wywoła skrzęta się szrotok.

Bez porozumienia więc z firmą, która maszynę wykonała, powiększać liczby jej obrotów nie należy.

Pomiar liczby obrotów na minutę uskuteczają się licznikami i tachometrami, których mamy różne odmiany.

40. PRZY NORMALNEJ PRĘDKOŚCI BIEGU — NAPIĘCIE PRĄDNIICY ZA NISZKIE.

Gdy metoda potrafiła obniżenia napięcia prędkości, a liczba jej obrotów jest stała, to w tym celu odpowiednio osłabiła się pole magnetyczne przez wprowadzenie większego oporu do obwodu wzbudzającego. Przy warstwach jednak, obciążeniu maszyny oddziaływanie magnetyczne twornika na bieguny, czyli rozkoja,

również się powiększy, aś wkładcu będzie za słabą dla osłabionego pola magnetycznego, co wywoła iskrenienie się szczotek. Przy nadmiernej obciążeniu (np. krótkim połączeniu w sieci) oddziaływanie to może być tak znaczne, że zniechę obo zupełnie magnetyzm pola, niszcząc prądem magnetyzm szczotkowy w piekłach biegunowych (p. § 67, c).

Względnie napięcie prądnicy samowzbudnej bocznikowej daje się obniżyć nie więcej, jak o 30% w stosunku do napięcia normalnego. Poniżej tej granicy napięcie staje się chwiejnym i maszyna zdradza nawet skłonność do zupełnej utraty jęga. Dlatego prądnice dodatkowe do ładowania akumulatorów budowane są zazwyczaj ze wzbudaniem prądem ze źródła obcego — np. z maszyny głównej, gdyż, wobec konieczności regulowania napięcia tych maszyn w szerokich granicach, przy wzbudzaniu prądem własnym, nie dałoby się tego osiągnąć.

Maszyny dodatkowe łączy się w szereg z maszynami głównymi. Na początku ładowania zachodzi potrzeba obniżenia napięcia maszyn dodatkowych niekiedy aż do 8%, a zatem i pole ich znacznie musi być osłabione, więc maszyny te winny być obciążone i zbudowane tak, aby wytrzymały takie regulowanie, nie iskrując. (Stosuje się w tym celu bieguny zwrotne). Jeżeli potrzebne jest wyjątkowo znaczne obniżenie napięcia prądnicy dodatkowej, to, chcąc uniknąć iskrenienia, należy zmniejszyć prędkość jej biegu.

B. Nadmierne zagrzewanie się kolektora.

Maszyny elektryczne podczas biegu ulegają, jak wiadomo, nagrzewaniu się, które wzrasta przy wzroście obciążenia, czyli przy wzroście prądu, przez nie przepływającego. Im większe jest zagrzanie się maszyny przy jednym i tym samym obciążeniu, tem większą jest strata pracy elektrycznej na bezużyteczne podniesienie się temperatury i tem mniejsza jest sprawność maszyny.

Zagrzanie maszyn nie powinno przekraczać pewnych dozwolonych granic. Dla poszczególnych części maszyn granice te określone są przez przepisy, które uzależniają je od rodzaju izolacji^{*)}. Za dopuszczalne zagrzanie się kolektora uznano takie, które nie przekracza przy długotrwałym biegu maszyny 60° C. ponad temperaturę otaczającego powietrza; temperatura kolektora nie może być wyższą od 90° C. (licząc w tem i temperaturę otaczającego powietrza).

Ponieważ określenie temperatury przy pomocy dotknięcia ręką nie daje należytej dokładności, używa się do tego celu specjalnego termometru z podziałką na stopnie Celsjusza. Termometr przykładą się do powierzchni kolektora natychmiast po zatrzymaniu maszyny i otulą wata lub bawełną. W celu polepszenia przewodności

^{*)} P. „Przepisy bezpieczeństwa dla urządzeń o napięciu do 250 woltów. Warszawa 1910”, § 1 p. a, i rozdział „Przepisy bezpieczeństwa urządzeń elektrycznych o prądzie silnym, Lwów 1911”

ciepła rękawą gałkę termometru owija się syntelją (stianolem).

W razie wad w maszynie zagranie się kolektora może stać się bardzo znacznem. Do tego nigdy nie należy dopuszczać, od nadmiernego bowiem rozgrzania się powierzchni kolektora staje się szorstką i powoduje iskrenie się szczotek.

41. UDZIELANIE SIĘ CIEPŁA KOLEKTOROWI OD BARDEJZJ ROZGRZANYCH CZĘŚCI MASZYNY, JAK NP. TWORNIKA, ŁOŻYSK ITP.

Maszynę należy zatrzymać i, o ile nie da się odrazu wykryć, skąd pochodzi zagranie, to zacczekać, aż zupełnie oстыgnie, i następnie, puścić ją na nowo na parę minut w bieg, zbadać dotykanicm ręką, która część najpierw zaczęła się rozgrzewać. W zależności od tego, może zajść potrzeba naprawy panewek lub twornika.

42. DŁUGO TRWAJĄCE I ZNACZNE ISKRENIE SIĘ SZCZOTEK zawsze pociąga za sobą nadmierne zagranie się kolektora. Po usunięciu iskrenia (p. § 26 do 39), kolektor podczas pracy maszyny sam stopniowo wraca do zwykłej temperatury.

43. ZA MIĘKKIE SZCZOTKI WĘGLOWE mogą spowodować zagrzewanie się kolektora, ścierając się bowiem za prędko, zaszmarowują powierzchnię kolektora cząsteczkami węgla. Wskutek zwiększonego tym sposobem opora przepływu prądu, kolektor i szczotki nadmiernie się rozgrzewają, iskrując przytem silnie.

O ile wiadomości marki szczotek, tj. odpowiadająca danej maszynie, nie jest znana, to należy spróbować zastosowania szczotek twardejszych. Najlepiej jest sprowadzić szczotki z fabryki, gdzie maszynę wykonano.

44. WYMIAR SZCZOTEK WĘGLOWYCH NIEODPOWIEDNI LUB ZA MAŁA ICH LICZBA.

a) Jeżeli szczotki rozgrzewają się wzdłużniej od kole-

która, oznacza to, że przekrój ich jest za mały, czyli że gęstość przechodzącego przez nie prądu jest za wielka. Stwierdzają to również zalodzone tymczasowo na próbę szczotki miedziane, które nie powinny wiały kolektora rozgrzać. Dopuszczalna gęstość prądu w szczotkach węglowych jest zależna od rodzaju węgla i wynosi od 5 do 20 amperów na 1 cm² powierzchni styku szczotki z kolektorem. Abyły opór zmniejszyć, należy oprawić szczotki, o ile możności, przybliżyć do kolektora. W celu lepszego styku z oprawkami szczotki węglowe w górnej części bywają galwanizowane miedzią.

b) Do takiego samego zagrania się szczotek prowadzi za mała ich liczba w poszczególnych szeregach. Suma przekrojów szczotek, należących do każdego z biegunów przewodowych, powinna być przystosowana do liczby amperów przy największym obciążeniu maszyny.

c) Jeżeli szczotki są za grube i pokrywają za wielką liczbą złałek kolektora, to za dużo szczotek twornikowych jest wówczas połączonych przez nie na krótko, co wywołuje iskrenie się szczotek i zagranie kolektora. Wymiar ten, tj. grubość szczotek, ze względu na dobrą kontakcję, jest bardzo ważny i powinien być ściśle zachowywanym przy zmianie szczotek na nowe.

45. SZCZOTKI ZA MOCNO PRZYCIŚNIĘTE DO KOLEKTORA, wywołują wywidywanie się ciepła przez tarcie, co podnosi temperaturę kolektora.

Po osłabieniu sprężyn granie się szczotek i kolektora, jeżeli towarzyszące temu skrzywienie szczotek, ustają. Nacisk szczotek nie powinien przekraczać 150 gramów przy szczotkach miękkich i 200 gramów przy szczotkach twardych na 1 cm² powierzchni stykowej. Mierzy się go za pomocą małego dynamometru, czyli wagi sprężynowej.

46. ZBYT SIŁNE PRĄDY WIROWE, POWSTA-
JĄCE W DEŁALKACH KOLEKTORA mogą również

przyczynić się do nadmiernego zagrzania kolektora. W działkach, mających duże przekroje, jak to zwykle bywa w prądnicach o niskim napięciu i znacznej wielkości prądu (do galwanoplastyki), rozrzucają się znaczne prądy wirowe, co jest właściwością tych maszyn.

Maszyny tego rodzaju większych typów celem zmniejszenia prądów wirowych budują się niskie z dwoma kolektorami i dwoma równoległymi uzwojeniami na tworniku.

47. ZA MAŁE PRZEKROJE DZIAŁEK KOLEKTORA. Gdy z powodu zużycia się kolektora działki stają się za cienkie, to gęstość prądu, przepływającego przez nie (zwłaszcza w maszynach o niskim napięciu), będzie za wielka, co spowoduje grzanie się kolektora. Kolektor w takim wypadku należy wymienić na nowy lub też wyreparować, wymieniając tylko miedziane działki.

48. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W DZIAŁKACH KOLEKTORA.

Uszkodzenie to w skutkach i objawach jest jednakowe z połączeniem krótkim w uzwojeniu twornika (p.



W KOLEKTORZE

Rys. 40.



W UZWOJENIU TWORNIKA

Rys. 41.

§ 57, b) rys. 40 i 41. W tym bowiem wypadku daje się zauważyć także samo silne rozgrzanie nie tylko połączonych krótko działek kolektora (b), ale i należących do nich uzwojeń twornikowych. Szczotki przytem, będąc,

lecz nie w tak znacznym stopniu, jak w razie przerw w urwojeniu twornika. Dłuższe przewodzenie masyzny w takim stanie spowodowałoby spalanie się urwojenia twornika.

a) Połączenie krótkie nastąpić może: przez zetknięcie się ze sobą dwóch sąsiednich działek kolektora, wskutek przerobu między niemi izolacji. Niekiedy uszkodzenie to daje się naprawić zapomocą wycieraczki przedziału pomiędzy działkami i wspanięcia kawałka miki, zwilżonego azollaktem rozpuszczonym w spirytyście. Częściej zachodzi konieczność rozebrania kolektora, w celu zamiany uszkodzonej płytki mikowej na nową.

Zdarza się nieraz, że połączenie działek kolektora ze sobą powodują bryzgi stopionej miedzi, które tworzą się przy nagłym przejściu przez masyznę prądu znacznej wielkości, wskutek onytki przy włączaniu (p. 5 26, d).

b) Połączenie się dwóch działek ze sobą nastąpić może także za pośrednictwem żelaznej tulejki kolektora. Badanie galwanoskopem lub innym podobnym przyrządem ujawnia zwarcie kolektora z wałem.

Pamiętać przytem trzeba, że gdy w masyzynie wszystko ponowem jest w porządku, to zwarcie jednej tylko działki z tulejką niema znaczenia tak dużego, dopóki gdzieś nie nastąpi drugie metaliczne połączenie jakiegokolwiek prądu wiążącej części ze szkobłem masyzny lub z sienią.

W razie połączenia się działek kolektora z tulejką, trzeba koniecznie kolektor rozebrać i naprawić.

C. Nadmierne nagrzewanie się twornika.

Nagrzanie się twornika nie powinno przekraczać 50°C ponad temperaturę otaczającego powietrza, gdy ta nie jest wyższą od 35° C. W pomieszczeniach zaś wyjątkowo gorących, o temperaturze wyższej 35° C, najwyższą dopuszczalną temperaturą nagrzania twornika wynosi 85°C (licząc w tym i temperaturę otaczającego powietrza).

Pomiar temperatury uskutecznia się przy pomocy termometru rtęziowego, którego gałkę, osłoniętą w cyfufolję, natychmiast po zatrzymaniu maszyny zapuszcza się w uszwanie twornika. Badane miejsce otula się bawełną lub czystym.

Nadmienić należy, że prawie w wszystkich przypadkach nadmiernego grzania się twornika towarzyszy mniej lub więcej znaczne skrzeczenie się szewców.

49. UDZIELANIE SIĘ CIEPŁA TWORNIKOWI OD BARDZIEJ ROZGRZANYCH CZĘŚCI MASZYNY. Sprawdza się sposobem wskazanym w § 41, poczem należy od tego, skąd pochodzi rozgrzanie, naprawia się kolektor, uszwojenie wzbudzające lub lozyska.

50. PRZECIĄŻENIE MASZYNY. (p. także § 38).

W maszynach doczajkowych nadmierne nagrzewa się tylko twornik, równomiernie w całym uszwojeniu, podczas gdy uszwojenie wzbudzające pozostaje rozgrzane normalnie. W maszynach zaś głównikowych i głównikowo-doczaj-

tożych, oprócz twornika, zagrzewa się również i uzwojenie wzbudzające.

Należy unikać długotrwałego przeciążenia maszyny, nadmierne bowiem zagranie uzwojenia grozi zwęglaniem jego izolacji.

Próbki, budujące maszyny elektryczne, zezwalają zwykle przeciążyć je o 25%, w przeciągu ½ godziny lub o 40% w przeciągu 3 minut, z zastrzeżeniem jednak, aby pomiędzy okresami przeciążenia był czas, wystarczający na ochłodzenie się uzwojenia do normalnej temperatury.

Przy nabywaniu zarówno prądu, jak i silników*) do nowego urządzenia lepiej jest, z uwagi na możliwość powiększenia w przyszłości, wybierać typy cokolwiek większe, ustawiczne bowiem przeciążania wpływają zwykle ujemnie na trwałość maszyny.

51. BRAK WENTYLACJI w maszynach pracujących bez przerwy może spowodować nadmierne zagranie się twornika, jak i innych części i dlatego nie należy tamować dopływu powietrza do wnętrza maszyny. W razie, gdy dla ochrony od kurzu lub wilgoci wypadnie maszynę typu otwartego przerobić na zamkniętą, to można ją wówczas obciążać pracą tylko o 40—50% mniejszą od normalnej. Jeżeli wamknie obciążenie maszyny nie da się tak znacznie zmniejszyć, to do jej wnętrza należy doprowadzić czyste powietrze przy pomocy przewodu rurowego, u wlotu do którego umiesza się filc z płótna o dużej porowatości.

Średki pracujące dorywczo, jak np. przy dźwigach, śródkach itp. budują się zupełnie szczelnie obop-

*) Szczególniej ostrożnym należy być przy wyborze silnika do napędzania obrabiarek drewna, moc bowiem zużywaną przez nie przy intensywnej pracy może być kilka razy większą od tej, jaka faktycznie posiada on moc nominalną.

Uwaga: w masz. elektr.

turzone. Pragnąc użyć je do ruchu ciągłego, należy odpowiednio zmniejszyć obciążenie.

52. ZA ZBYT GORĄCE POWIETRZE OTACZAJĄCE wymaga zagrzewanie się maszyny. Gdy przekrocza ono 35°C , to, zamawiając nową maszynę w fabryce, należy o tem zaznaczyć.

Trzeba postarać się o obniżenie temperatury w pomieszczeniu przy pomocy sztucznej wentylacji.

53. ZA MAŁĄ PRĘDKOŚĆ BIEGU PRĄDNIICY PRZY NAPIĘCIU NORMALNEM. Jeżeli prądnica z jakiegokolwiek powodu otrzymuje mniejszą liczbę obrotów od normalnej, to dla osiągnięcia normalnego napięcia należałoby ją silniej wzbudzić czyli prąd w bezładniku wzmożnić przez zmniejszenie oporu (zapomoczą opornika regulującego napięcie). Zbyt silne jednak, pole magnetyczne wywołuje znaczne prądy wirowe (naszocj zwane prądami Foucault'a) w rdzeniu twornikowym i powiększa zużycie mocy na kąsterję, co powoduje zagrzanie się rdzenia twornikowego. Z drugiej strony, zbyt wielki prąd, przez dłuższy czas przepływający przez cewki magnesowe, również nadmiernie je zagrzewa.

Gdy maszyna biegnie za wolno, to trzeba złożyć przy, czynę tego i usunąć ją. Winną tu może być za mała prężność pary w silniku napędzającym, nie obciążona przekładnia pasowa, ślizganie się pasa, nadmierne tarcie w panewkach itp. Prędkość biegu maszyny sprawdzić licznikiem obrotów.

54. ZA WYSOKIE NAPIĘCIE PRĄDNIICY PRZY NORMALNEJ PRĘDKOŚCI JEJ BIEGU. Niedokładność ta jest zupełnie jednakowa w skutkach z poprzednią (p. § 52); i w tym bowiem wypadku zwiększone wzbudzenie znacznie powiększa straty, spowodowane przez hysteresję oraz prądy wirowe w rdzeniu twornika, ujawniające się podniesieniem się jego temperatury. Niezależnie od

tego, zwiększone wzbudzenie sprawi nadmierne zagrzanie się cewek magnesowych.

Zmniejszenie obciążenia prądnicą nie miałoby żadnego wpływu, gdyż grzanie się twornika i cewek magnesowych zależy w tym wypadku nie od wielkości prądu w tworniku, lecz — od wzmoczonego napięcia i prądu w elektromagnesach.

Jak widzimy więc, każda prądnicą pracować winna przy prędkości i napięciu, na które została obliczona.

55. ZBYT SILNE PRĄDY WIROWE W RDZENIU TWORNIKA mają czasem swe źródło w wadliwej konstrukcji lub złym wykonaniu maszyny. Zdarza się to zresztą rzadko. Rozpoznaje się po tem, że rdzeń twornika nagrzewa się wesośniej, niż uzwojenia. Nadzbyt silne prądy wirowe mogą pochodzić z następujących przyczyn:

- a) krążki blachy, z których rdzeń twornika się składa, są źle izolowane od siebie;
- b) krążki blachy są połączone ze sobą na obwodzie za pomocą zadziórów;
- c) blacha, użyta na rdzeń twornikowy, za gruba.

Penetral wadliwość ta ujawnia się odrazu przy pierwszym puszczeniu maszyny w bieg, więc jest rzeczą firmą, która maszynę dostarczyła, zamienić ją na inną.

56. PRĄDY WYBÓWNAWCZE, powstające w uzwojeniu twornika, wskutek:

- a) nierównomiernej szczeliny (p. § 31),
- b) nierównomiernego pola magnetycznego (p. § 32),

zagrzewają twornik nawet przy biegu jałowym maszyny.

57. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W TWORNIKU.

Przyczyny, z powodu których może powstać krótkie połączenie uzwojenia twornikowego, bywają różnorodnie, jako to:

a) 1) zbyt długo trwające przeciążenie (§ 36 + 50),
ciągnące za sobą zwęglenie izolacji;

2) zwilgotnienie izolacji, wskutek którego następuje jej przebiecie;

3) przenikanie oleju z łożyska na uszwanie (§ 13—17);

4) uszkodzenie izolacji drutów przy uszwajaniu twornika, czyli układaniu ich w rowkach rdzenia twornikowego;

5) uszkodzenia mechaniczne izolacji przy montowaniu, np. obtarcie przy wkładaniu twornika pomiędzy magnesy;

6) połączenie działek kolektora ze sobą bądź cyną przy nieumiejętnym lutowaniu, bądź przez wiórki miedzi, wałnięte pomiędzy działki przy toczeniu kolektora (§ 26, a), bądź też przez osiadający na kolektorze pył miedziany i kurz.

Krótkie połączenie w uszwajaniu twornika powstać może w kilka wycią odmiennych sposobów i zależnie od tego działanie połączenia przejawia się rozmaicie.

Rozróżniamy następujące wypadki krótkich połączeń w tworniku:

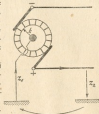
a) Metaliczny styk czyli zwarcie uszwajania twornika lub działki kolektora z żelaznymi częściami maszyny (czyli szkieletem) w jakichś jednym tylko miejscu (k, rys. 42). Po-



Rys. 42.

nimo, że badanie galwanoskopem (p. niżej) połączenie takie wykazę, pozostanie ono, na razie, zupełnie nieszkodliwym i maszyna, mająca nawet szkielec uzemiony (z, rys. 43), pracować będzie poprawnie tak długo, dopóki gdzieś nie utworzy się drugie połączenie (z,) jakiejkolwiek znajdującej się pod prądem części ma-

szyny ze szkieletem lub przewodu z ziemią. W tym bowiem ostatnim wypadku w chwili, gdy uszkodzony przewód znajduje się w położeniu, wskazanem na rys. 43, tworzy się obwód krótki: szczotka dodatnia, x_1 , ziemia, z_1 , λ , szczotka ujemna, czyli połączenie działa tak, jak zamknięcie na krótko szczotek maszyny, następstwem czego bywa najczęściej w większych lub mniejszych rozmiarach spalanie się uzwojenia twornika (p. niżej).



Rys. 43.

Ze względów bezpieczeństwa dla obsługującego maszynę (p. § 113)

szkielet maszyny zwykle celowo łączy się za pomocą specjalnego przewodu^{*)}. W maszynach więc, których jednym z biegunów przewodowych prócz tego jest rozmyślnie uziemiony, jak np. w wagonowych silnikach tramwajów albo też w silnikach, przyłączonych do sieci trójprzewodowych (p. § 101) z obciążonym przewodem uziemionym (rys. 44), jednym z tych połączeń, umożliwiającym do utworzenia obwodu krótkiego, zawsze jest gotowe i trzeba tylko jakiegoś nieznaczającego uszkodzenia izolacji w tworniku albo kolektorze, aby nastąpiło krótkie połączenie przez szkielet maszyny i ziemię. Jest to t. zw. podchwytak szkieletu.

W zwykłych urządzeniach układu dwuprzewodowego drugie połączenie z ziemią utworzyć się może bądź przez

^{*)} Niekiedy uziemienie szkieleta uskutecznić się za pomocą grubościennych rur stalowych.

przypadkowe uszkodzenie jednego z dwóch przewodów, bądź przez połączenie się sworzenia szczotkowego z trzymadłem, bądź też wroście w samym tworniku. Jasnym więc jest, że należy pilnie przestrzegać, aby w maszynie nie było żadnych połączeń z łożnem części przewodzących prąd.

Wykrycie miejsca takiego szkodliwego połączenia uskutecznią się w maszynie galwanoskopem. W tym celu rozbiera się poszczególne części maszyny od siebie, a mianowicie

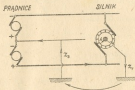


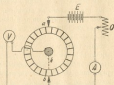
Fig. 44.

zowiec przewody główne jakotci i bocznikowe odłącza się od zacisków maszyny, szczotki podnosi się lub wkurza się pomiędzy nie a kolektor kawałki papieru. Następnie przyłącza się końcówkę jednego z przewodów galwanoskopu do siłowni maszyny (np. wału), a końcówkę drugiego — kolejno do poszczególnych części maszyny, a więc do sworzeń szczotkowych, do końcówek obwodów wtórnego i do kolektora. Odchylenie się wskazówki galwanoskopu dowodzi istnienia połączenia odczynnych części z łożnem. Można również poszukiwać się w tym celu prądem rotacyjnym z innej maszyny, przepuszczonym przez żarówkę, która w razie szkodliwego połączenia zmieni się. Może też służyć do tego celu drzwonik elektryczny z ogniwem.

Podczas gdy usunięto połączenia na zewnątrz maszyny, czyli w sworzniach szczotkowych i przewodach łączących, zwykle nie następuje trudności, to naprawa uszkodzenia w uzwojeniu twornika jest rzadziej trudniejszą i wymaga najczęściej przewinięcia. O ile stykający się ze szkieletem szczotki twornikowej nie jest odrazu, jako opalony widoczny, to dla wykrycia go, należałoby rozlutowywać kolejno słęca serwojów z kolektorem. W celu uniknięcia tej kłopotliwej roboty, posługujemy się sposobem następującym. Uzuwa się wyodrębkę szczotki, poczem zamiast dwu szczotek, pomiędzy którymi opór uzwojenia jest największy^{*)}, zakłada się miedziane trzpienie a i b (rys. 45), nie szersze od dziurki kolektora, — szczotki bowiem, dotykające

kilku dziurek, dająby niedokładne rezultaty. — Łączy się je z obwołem, składającym się z baterji ogniw lub akumulatorów E o napięciu wynoszącym kilka % roboczego z napięcia maszyny oraz amperomierza A i opornika z regulacją G .

Prąd, przepływający przez uzwojenie twornika, nie powinien być odgórny od tego, na jaki twornik został obliczony. Dwa, ostatnio wspomniane,



Rys. 45.

*) Przy uzwojeniu pierścieniowem oraz półkowem najwięk-
szy opór jest pomiędzy dziurkami sąsiadnymi względem siebie diamet-
ralnie, przy uzwojeniu falowem — pomiędzy dziurkami stykającymi się
z sąsiadującymi ze sobą rogami szczotek.

przyrządy służą do tego, aby, podłączając się nimi, prąd ten wyregulować. Następnie przyłącza się woltomierz V jedną końcówką do wału maszyny, a drugą — do jednego z trzpieni, np. b . Teraz z wolna obracamy twornik, uważając na wskazania woltomierza. Słowo zwarcia ze szkieletem działka kolektora (względnie działka, należąca do szarego ze szkieletem szroty) znajduje się w styku z trzpieniem a . — woltomierz wskazuje napięcie najwyższe. Przy odskokach się zaś z trzpieniem b skasówka woltomierza stać będzie na zero.

Zwarcie uzwojenia twornikowego ze szkieletem nastąpić również może wskutek zwilgotnienia izolacji. Jak wiadomo, opór izolacji maszyny, znajdującej się przez pewien czas w stanie nieczynnym w powietrzu wilgotnym, znacznie się zmniejsza. (Mierz się go miernikiem izolacji podanym w § 36, b). Gdy opór izolacji spadnie do 10000 omów, grozi to, z powodu możliwości przecięcia izolacji, spalaniem się uzwojenia i dla tego twornik takiej maszyny przed puszczaniem jej w bieg winien być wysuszony. W tym celu wyjęty z maszyny twornik umieszcza się w specjalnie do tego urządzonej piecu lub jakikolwiek, umiarkowanie ogrzanej miejscy, np. na kotle parowym. Suszenie takie trwa około 12 — 36 godzin.

Wymuszenie twornika można także dokonać, przepuszczając przez prąd znacznej wielkości, lecz o bardzo niskim napięciu. Z prądnicą postępuje się w sposób następujący: Oba główne przewody maszyny (rys. 46) łączymy ze sobą krótko za pomocą bezpiecznika B , odpowiadającego największemu dopuszczalnemu prądowi maszyny przez amperomierz A . Następnie odłączamy od maszyny uzwojenie uzbudujące M i wraz z opornikiem regulującym R łączymy je ze źródłem prądu o niskim napięciu, n. p. baterją akumulatorów, prądnicą nie-

kiego napięcia, odgałęzieniem sieci, zapotrzebowaniem w oparciu dodatkowy i t. p. Maszynę puszczamy w bieg z normalną prędkością i, uważając na wskazania amperomierza, regulujemy wzbudzenie tak, aby prąd w obwodzie twornikowym stopniowo wzrastał aż do wielkości normalnej, t. j. do wskazanej na tabliczce. Co jakiś czas sprawdzamy stan izolacji mierzonym.

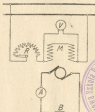
Suszenie twornika w ten sposób trwa 12 do 24 godzin, a nieraz dłużej.

Obecność 2-oh podłączeń z siemą, z których jedno leży w tworniku, uzewnętrznia się w biegu rozruchu.

W produkcji przy wzbudzeniu bocznikowym napięcie wzrasta wolniej, niż zwykle, i niedochodzi do normalnej wysokości. Urwanie twornika silnie się rozgrzewa. Jeżeli miejsce zwarcia przewodu z siemą znajduje się za bezpiecznikiem, to on się topi, jeżeli zaś — pomiędzy maszyną, a bezpiecznikiem, to po krótkiej chwili takiego biegu roznosi się zapach spalenizny i z twornika powstaje się dym. Ponadto, obracanie twornika wymaga dużo mocy, nawet przy obwodzie zewnętrznie otwartym.

Maszynę jaknajprędzej należy zatrzymać, inaczej bowiem spaliby się całe uzwojenie twornika.

Silnik leniwio rusza z miejsca i obrotami się z mniejszą od normalnej prędkością. Bieg jego przystem jest nierównomierny, szarpany. Zużycie prądu (amperów) — duże nawet przy biegu jałowym. Siła pociągowa silni-



Rys. 46.



ka — słaba. Ponadto, towarzyszą temu objawy podobne, jak w prądnicach, t. j. dymienie się z twornika. Maszynę, oczywiście, należy natychmiast zatrzymać, aby groźne dla niej następstwa o ile możności zmniejszyć.

Nadmiernie tu wypada, że rozmiar wyżej przytoczonych zakłóceń w maszynie zależy od tego, jaki opór napotyka prąd uboczny pomiędzy punktami ujęcia do ziemi i — powrotu z ziemi. Opór ten będzie tem mniejszy, a zatem zakłócenie w działaniu maszyny wystąpi jaskrawiej, im mniejszą będzie odległość pomiędzy punktami ujęcia i powrotu, im większą będzie powierzchnia styku z ziemią w miejscu uszkodzenia i im lepsza będzie przewodność ziemi (zależnie od składników gruntu i stopnia jego wilgotności).



W UZWOJENIU TWORNIKA

Rys. 47.



W KOLEKTORZE

Rys. 48.

b) Połączenie krótkie w obrębie jednego szeregu twornikowego utworzyć się może w drutach nawojenia przy zetknięciu się takich ze sobą w dwóch sąsiednich działkach kolektora, co będzie zupełnie równoznaczne (rys. 47 i 48). W tym wypadku, chociaż badanie galwanoskopem nie wykazuje zwarcia ze szkieletem, jednak maszyna, której grozi wówczas poważne uszkodzenie, czynną być nie może.

Przy biegu prądu w krótko połączonym szeregu twornikowym, przedstawiającym zamknięty w sobie obwód wirujący w polu magnetycznym, powstaje prąd tak

znacznej wielkości, że może go nawet spalić. Z drugiej strony ogólna liczba rozwójów zmniejsza się o rozwój krót. kawaty, przez co na szczotkach maszyny otrzymujemy napięcie niższe od normalnego. Różnica ta wszakże przy dużej liczbie rozwójów, jak to zwykle bywa w nowszych maszynach, praktycznie jest niedostrzegalna. Nadto, twornik z krótko połączonym rozwojem wymaga, przy wzбудzonych magnesach, więcej mocy do obracania, niż zdrowy. Tworniki więc maszyny mniejszych mocy sprawdzić przez obracanie rękami, po uprzedniem podniesieniu szczotek i zasilając równocześnie cewki magnetyczne prądem ze źródła obcego. Utrudnione obracanie dowodzi krótkiego połączenia w uzwojeniu twornika.

Znamioną oznaką biegu silnika, z krótko połączonym rozwojem twornikowym, jest — nadmierne zużycie prądu i powolniejsze ruszanie z miejsca, a następnie nierozwijanie pełnej prędkości. Przy większej jednak (jak to zwykle bywa) liczbie rozwójów w tworniku nieprawidłowości te nie rzucają się w oczy dość wyraźnie i mogłyby być niezauważone, tembardziej, że iskrzenie szczotek występuje niezbyt silnie. Natomiast, krótko połączony rozwój rozgrzewa się bardzo znacznie i po krótkiej chwili z twornika pokazuje się dym. Dłuższe pędzenie silnika spowodowałoby zatlenie się izolacji w tworniku. Miejsce rozgrzania się twornika daje wskazówkę, który z rozwójów jest krótko połączony. Stopień rozgrzania się rozwoju jest niezależny od obciążenia, nagrzewa go bowiem nie prąd, pochodzący z sieci, lecz prąd, wytwarzany przez sam rozwój pod wpływem wirowania w polu magnetycznem.

W tych razach konieczną staje się naprawa kolektora, wglądnięcie przewinięcia twornika i wymiana uszkodzonego rozwoju. Przy uzwojeniu pierścieniowem naprawa

jest łatwiejsza, niż przy urwojeniu bębnowym, a to dzięki wygodniejszemu dostępowi do zwojów.

Sposób odnalezienia krótko połączonych zwojów tworców jest następujący. Do szeregów maszyny



Rys. 49.

z bardzo czułym woltomierzem do małych napięć V , kolejno na dwóch sąsiednich działkach kolektora, mierzymy napięcie. Przy zetknięciu z działkami, przynależnymi do krótko połączonych zwojów (k), woltomierz nie wskazuje żadnego napięcia, po tem więc poznajemy miejsce uszkodzenia^{*)}.

c) Dwa zwoje tworców, przynależne do działek kolektora, leżących względem siebie w pewnym oddaleniu, mogą również połączyć się ze sobą krótko. Wypadek taki łatwo przytrafić się może w tworcach bębnowych (z nawojeniem pętlowym lub falistym), zwoje których wielokrotnie się ze sobą krzyżują. Połączenie to jest równoznaczne z dotykiem dwóch odległych działek kolektora bezpośrednio do żelaznej tulei kolekto-

^{*)} Mając do czynienia z tworcami maszyny wielokątowej o nawojeniu falistym, należy mieć na uwadze, że między dwiema sąsiednimi działkami kolektora zawarty jest nie jeden pojedynczy zwoj, lecz kilka zwojów, jak to wyjdzie rys. 56 na stronie 78.

ra. Uprzątniętą te rysunki 50 i 51, na których uzwojenie przedstawione jest w sposób schematyczny, jakgdyby było — pierścieniowym.

Opisaki tego uzwożenia podobne są do opisanych pod lit. b, lecz występują w stopniu spłygniętym. Również i w tym wypadku, o ile maszyn wzros nie będzie utrzymana, nastąpi rozgrzanie się, a potem — spalanie części uzwożenia, połączonej krótko, zwartej pomiędzy szerewami stykającymi się ze sobą bądź bezpośrednio, bądź na pośrednictwem szkieletu. Niekiedy prądnic może nie dać zupełnie napięcia, a efekt może nie



W KOLEKTORZE

Rys. 50.



W UKŁADZIE TWORNIKA

Rys. 51.

ruszyć z miejsca. Twornik należy przewinąć, wględnie — naprawić kolektor.

Połączenie krótko szerewów twornikowych nastąpić może także wskutek wilgoci. Przesuszenie twornika opisane jest pod lit. a.

58. BŁĘDNE POŁĄCZENIE KOŚCÓW ZEBWÓJÓW TWOERNIKOWYCH Z DZIAŁKAMI KOLEKTORA. W prawidłowo uzwożonym tworniku pierścieniowym koniec jego szerewów mogą być przyłączone do działek kolektora na wprost (rys. 52), mogą być jednak i skrzyżowane (rys. 53). Przy każdym z tych sposobów otrzymujemy, w razie pękania, inny kierunek

prądu ze szczotek, a w razie awarii — inny kierunek obrotu twornika*). Oba te połączenia, jak widzimy, są prawidłowe. Jeżeli jednak, naprawiając twornik lub zmieniając kolektor, u jednego lub kilku tylko zwojów



Rys. 52.



Rys. 53.

przez nieuwagę końce skrzyżowano, a końce reszty zwojów przyłączono na wprost, to będą one wytwarzać napięcia przeciwnego kierunku i przeciwdziałać pozostałym. Powstaną z tego powodu prądy wyrównawcze



Rys. 54.



Rys. 55.



Rys. 56.

w zwojach, nadmiernie zagrzewając twornik przy wirowaniu jałowym w polu osłabionem. Twornik nie wytworzy pełnego napięcia, a zatem prądnicą samą uruchomić się nie będzie mogła. Słabiej zaś, pochłaniania-

* Chcąc otrzymać ten sam kierunek prądu z prądnicą lub ten sam kierunek obrotu silnika, należałoby poprzeczyć biegunowość magnesów.

jąc za duże prądy, biec będzie z nienormalną prędkością i twornik jego nadmiernie się będzie grzał. (p. § 97).

Co się tyczy tworników błonowych, to łącząc uswojenie z kolektorem i nie mając uprzednio porobionych znaków, należy zapamiętać ogólną zasadę, że końce oddzielnych zwójów w uswojeniu pętlicowym, (rys. 54 i 55) lub — ich zespołu w uswojeniu falistym wielobiegowym, (rys. 56)^{*)} łączyć się winny z dziatkami kolektora, łączyjąc obok siebie, popchnione bowiem pod tym względem błędy, pociągają za sobą wyżej wspomniane skutki.

^{*)} Na powyższych szkicach zawsze przedstawione są jak gdyby były w płaszczyźnie prostopadłej do osi twornika i otrzymane tylko przynajmniej do ról dziatki kolektora.

D. Nadmierne zagrzewanie się cewek magnesowych.

Zagrzanie się cewek magnesowych nie powinno przekraczać 60°C ponad temperaturę otaczającego powietrza, gdy ta nie jest wyższą od 35°C . W pomieszczeniach wyjątkowo gorących, o temperaturze wyższej od 35°C , najwyższą dopuszczalną temperaturą zagrzania cewek magnesowych wynosi 95°C (licząc w tym i temperaturę otaczającego powietrza).

Jakkolwiek sprawdzenie zagrzania się cewek magnesowych termometrem (p. str. 73) nie zupełnie jest niezawodną, najbardziej bezwzględnie zagrzane bywają czołgi leżące wewnątrz cewki, do których termometr nie ma dostępu, dla użytku wszakże praktycznego sposób ten również jest wystarczająco dokładnym. Chcąc określić zupełnie dokładnie podniesienie się temperatury cewek magnesowych, trzeba by zmierzyć przyrost ich oporu omowego skutkiem zagrzania. Wynosi on $0,004$ omów na 1°C i jeden om oporu cewki na zimno.

Ze względu na możliwość zwęglenia się izolacji silniejsze zagrzanie się cewek magnesowych jest niedopuszczalne. Należy wówczas odciążyć i usunąć przyczynę tego zjawiska.

58. WIELKOŚĆ PRĄDU W CEWKACH MAGNESOWYCH — ZA DUŻA. Wszystkie cewki zagrzane są w jednakowym stopniu. Amperomierz, w obwodzie

cewki wskazuje, prąd po nich obiegający, za wielki. Tu methods mogą następujące wypadki:

a) Prędkość biegu prądu przy za mała. Dla otrzymania napięcia normalnego opór w boczniku zmniejszono, przez co wielkość prądu w nim waroła (p. § 53). - Należy więc prędkość biegu maszyny powiększyć, a wielkość prądu w boczniku regulowaniem opornika — zmniejszyć.

b) Przy normalnej prędkości biegu napięcie prądu — za wysokie, z powodu zbyt silnego wzbudzenia (p. § 54). Należy napięcie obniżyć, wprowadzając większy opór do bocznika. Wielkość prądu w cewkach wówczas spadnie i cewki przestaną się grzać.

c) Prędkość silnika bocznikowego — za mała, z powodu zbyt silnego wzbudzenia. Należy wprowadzić więcej oporu do bocznika za pomocą regulowania opornika lub włączyć brakujący opornik.

W powyższych wypadkach trzeba zastosować się do normalnej prędkości i napięcia, wskazanych na tabliczkach, przytwierdzonych do maszyny.

d) Nawój w jednej lub kilku cewkach niecałkowity (np. wskutek odrzucenia uszkodzonego drutu przy naprawie. Przynajmniej opór obwodu wzbudzającego stał się mniejszy, prąd zwiększył się i przeto cewki rozgrzewają się zbyt silnie. — wszystko w jednakowym stopniu (p. § 32 c).

60. PRZECIĄŻENIE MASZYNY GŁÓWNIKOWEJ. Długotrwałe przeciążenie prądu i silników głównikowych (szeregowych) powoduje, oprócz nadmiernej przegrzewy, sprawdza z powodu braku przewietrzania nadmierne zagrzanie się uzwojenia magnesowego (p. § 50).

61. SZCZELNE OKAPTURZENIE maszyny, zbudowanej dla ruchu dorywczego, pracującej jednak bez

przerwy, spowodowa, z powodu braku wentylacji, nadmierne zagrzanie się jej wewnętrznych części, między innymi także i cewek magnesywnych (p. § 51).

62. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W CEWKACH MAGNESOWYCH, z powodu którego pewna część uzwojenia zostaje z obrotu wyłączoną i jest zimna, pozostała zaś część rozgrzewa się nadmiernie, opisane jest szczegółowo pod § 32 d.

63. ZWARCIE UZWOJENIA MAGNESOWEGO Z ŻELAZEM MAGNESNICY, CZYLI SZKIELETEM może być w pewnych okolicznościach przyczyną nadmiernego zagrzania się cewek magnesywnych. Gdy szkielec ze względów bezpieczeństwa obsługi jest celowo uziemiony (p. § 113) i zachodzi zwarcie uzwojenia magnesywnego z żelazem (x_1 na rys. 57), to trzeba zwarcia chociażby tylko jednego z przewodów (x_2), z ziemią, aby prąd znalazł sobie drogę krótszą przez ziemię i żelazo, pomijając część uzwojenia magnesywnego. Zachodzi wówczas podwójne uziemienie, które w



Rys. 57.

skutkach niezem się nie różni od zwykłego krótkiego połączenia wewnątrz uzwojenia magnesywnego (p. § 32 d.).

Na rys. 57 widoczny schemat maszyny dwubiegowej, w której prąd przez cewkę b nie przepływa z powodu krótkiego połączenia przez ziemię. Jeżeli maszyna jest silnikiem, to cewka a strzyma prąd dwa razy większy i izolacja jej po krótkim czasie wskutek nadmiernego zagrzania musi się zerwać. Silnik przestanie rozwinąć nadmierną prędkość.

Jeżeli zaś maszyna jest przepiętą, to ponieważ przy takim uszkodzeniu czynną jest tylko cewka a, napięcie prądu będzie w przybliżeniu dwa razy niższe. Można by wprowadzić napięcie prądu podnieść, zmniejszając opór w boczniku za pomocą regulowania opornika bocznikowego (na rysunku. nie oznaczono), lecz wówczas cewka a nadmiernie by się grzała.

Gdy zwarcie przewodu z ziemią leży za głównym wyłącznikiem, to w czasie puszczenia prądu w bieg, czyli dopóki rzeźnony wyłącznik jest otwarty, maszyna nie zdradza żadnej nieskłaźności.

Przy takim podwójnem uzemnieniu maszyny wielobiegowej prócz wyżej wspomnianych szkłaści ujawniają z powodu nierówności pola silne iskrzenie się szczotek (p. § 32).

Maszyny z jednym przewodem uzemnionym, jak np. w sieciach tramwajowych, posiadają zawsze pod groźbą krótkiego połączenia przez ziemię i dla tego tu szczególnie należy starać się o dobrą izolację od żelaza wszelkich części, wiodących prąd (p. także § 191).

W wypadkach nagłych, jeżeli miejsce uszkodzenia jest dostępne, można sobie niekiedy radzić, wstawiając pomiędzy żelazo a uzwojenie kawałek miki i pokrywając to wszystko lakierem. Jeżeli zaś izolacja uzwojenia cewki została już nadpaloną i zwój, połączone ze sobą krótko, środek ten dla całkowicie się usunie.

64. STYKANIE SIĘ UZWOJENIA GŁÓWNIKOWEGO Z BOCZNIKOWEM W MASZYNACH GŁÓWNIKOWO-BOCZNIKOWYCH.

Mamy dwie odmiany maszyn głównikowo-bocznikowych, a to: maszyny z t. zw. bocznikiem długim, gdy ten odprowadzonym jest od końcowych łożysków maszyny (rys. 58), i maszyny z bocznikiem krótkim, gdy — jest odprowadzony od łożysków szczotek (rys. 59). Ponieważ

uzwojenia bocznikowe i głównikowe mieszczą się na jednych i tych samych piętkach biegunowych, łatwo więc mogą się zdarzyć szkodliwe połączenia, wskutek zetknięcia się obu uzwojeń ze sobą; bądź bezpośrednio zwojami cewek, przypadkowo ogolonych z izolacji. Inb przewodami je łączącemi, bądź też, i to najczęściej, za pośrednictwem szelamych części maszyny.

Skutek tych połączeń, w zależności od miejsca i sposobu ich powstania, przejawia się rozmaicie i choć nie



UKŁAD I

Rys. 58.



UKŁAD II

Rys. 59.

zawsze zachodzi w takich razach nadmierne rozgrzanie się cewek magnesywnych, jednak uważam za celowe zestawienie wszelkich tego rodzaju zwarć.

a) Rys. 60 przedstawia stykanie się środka uzwo-



Rys. 60.

jenia bocznikowego z jakimkolwiek punktem uzwojenia głównikowego w maszynie układu I. Skutek tego jest taki, że po jednej z połówek uzwojenia bocznikowego prąd zupełnie nie przepływa. Przy takim uszkodzeniu prądu nie daje niższe napięcie, nadto szczotki prądnie wielobiegunowych z powodu nierównomiernego pola iskry się bardzo. Słychać zaś—

niebezpiecznie wymaga stałej prędkości i zdrowe cewki jego, otrzymując prąd zbyt wielki, mogą się spalić. (p. § 32, d.).

b) Na rys. 61 widzimy stykanie się początku uzwojenia głównikowego z początkiem uzwojenia bocznikowego. W tym wypadku dwa uzwojenia włączyły się względem siebie równoległe, a twornik połączył się krótko, prąd nie będzie przepływał i prędkość się nie wzhdzi, a zatem czynną być nie może. Jeżeli zaś uszkodzenie to zdarzyło się w skutek, to działające jak krótkie zwarcie w sieci również unemożliwia pracę maszyny.



Rys. 61.

c) Rys. 62 przedstawia krótkie połączenie pomiędzy początkiem uzwojenia głównikowego a końcem bocznikowego. Jeżeli połączenie to jest



Rys. 62.



Rys. 63.



Rys. 64.

o bardzo małym oporze, to jako równoległe do uzwojenia głównikowego, osłabi w znacznym stopniu prąd w cewce szeregowej i maszyna pracuje wówczas nie jako głównikowo-bocznikowa, lecz jako bocznikowa.

d) Zetknięcie się końca uzwojenia bocznikowe-

wego z końcem uzwojenia głównikowego, rys. 63, nie wywiera żadnego wpływu na bieg maszyny, o ile połączona jest ona według układu I.

c) Rys. 64 wyobrazia zetknięcie się końca uzwojenia bocznikowego z końcem uzwojenia głównikowego w maszynie układu II, zetknięcie to działa w ten sposób, że przez uzwojenie głównikowe przepływa prąd mały i maszyna pracuje, jako bocznikowa, nie ujawniając zresztą żadnych szczególniejszych zaburzeń.

W razie pojawienia się któregośkolwiek z powyższych szkodliwych połączeń należy odnaleźć miejsce, gdzie się one znajdują, zapomocą galvanoskopu, odłączyćwszy poprzednio końce obu uzwojeń wzbudzających od maszyny i uszkodzenie starannie naprawić.

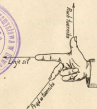
E. Prądnicą nie daje napięcia.

Zdarza się niekiedy, że ustawiona świecilo lub znajdująca się już w ruchu maszyna po puszczeniu w bieg nie wytwarza napięcia. Zachodzi wówczas wypadek niewzbudzenia się. Może także się zdarzyć, że jakkolwiek prądnicą wzbudza się, nie rozwija jednak pełnego napięcia. Przyczyny tych niedokładności bywają rozmaite.

63. BŁĘDNE PRZYŁĄCZENIE KOŃCÓWEK UZWOJENIA MAGNESOWEGO DO ZACISKÓW MASZYNY. Do samowzbudzenia się prądnicy konieczne jest, aby prąd, wytwarzany w tworniku pod wpływem magnetyzmu szczątkowego magnesu, przepływał następnie po uzwojeniu magnesowym w takim kierunku, aby magnetyzm ten się wzmacnił. Obieganie prądu w kierunku niewłaściwym przeciwdziała mu i maszyna wtedy nie da żadnego napięcia, a nawet może całkowicie stracić magnetyzm szczątkowy. W nowych maszynach połączenia przewodów oznaczane bywają na dołączonym do nich schemacie. W braku danych, o ile schemat uzwojenia twornikowego jest znany, prawidłowość połączeń można sprawdzić w sposób następujący:

Przy pomocy kompasu określamy biegunowość magnetyzmu szczątkowego w poliach biegunowych i oznaczamy je znakami *N* i *S*, badamy następnie kierunek prądu w uzwojeniu twornika. Posługujemy się w tym celu regułą „trzech palców”, polegającą na tem, że gdy trzy palce prawej ręki wyciągniemy w trzech prostopa-

dłuch do siebie kierunkach w ten sposób, że pierwszy palec wskazuje kierunek obrotu twornika, a drugi—kierunek linii magnetycznych, wychodzących z bieguna północnego (N) ku południowemu (S), to palec trzeci wskazuje wtedy kierunek prądu zamiecanego w uzwojeniu twornika (rys. 65 i 66).



Rys. 65.

Boazprzewodzący się w rodzaju uzwojenia twornika i określający tym sposobem kierunek prądu, przepływającego w nim pod wpływem magnetyzmu szczątkowego, oznaczamy następnie kierunek prądu, wypływającego ze szczotek. Proczem z łatwością już możemy się przekonąć, czy przy danym połączeniu uzwojenia magnetycznego z szczotkami maszyny prąd po cewkach obiega wła-

ściwie (rys. 67 i 68), t. j. czy dokoła bieguna południowego prąd przepływa w kierunku wskazówki zegara i dokoła bieguna północnego w kierunku przeciwnym (gdy patrzymy na bieguny od wnętrza maszyny).



Rys. 66.

ściwie (rys. 67 i 68), t. j. czy dokoła bieguna południowego prąd przepływa w kierunku wskazówki zegara i dokoła bieguna północnego w kierunku przeciwnym (gdy patrzymy na bieguny od wnętrza maszyny).

Jeżeli choć jeden z powyższych warunków nie został zachowany, t. j. jeżeli kierunek obrotu twornika lub kierunek prądu w cewkach nie odpowiada biegunowości magnetyzmu szczotkowego, to prąd wzbudzający przez magnetyzm szczotkowy i maszyna nie wzbudzi się. Należy wówczas bądź przełożyć końce uzwojenia magnetyzmu na zaciskach maszyny jeden na miejsce drugiego, bądź zmienić kierunek biegu maszyny, bądź też przesunąć cały zespół szczotkowy: u maszyna 2-u biegunowych o 180° , u 4-u biegunowych o 90° , u 6-u biegunowych



PRĄDNICA DWUBIEGUNOWA

Rys. 67.



PRĄDNICA SZESNASTOBIEGUNOWA

Rys. 68.

o 60° itd. Dokonać należy tylko jednej z tych trzech zmian.

Przytoczony wyżej sposób sprawdzania prawidłowości połączeń wogóle jest dosyć żmudny, a że przytem schemat uzwojenia twornika najczęściej nie jest znany i że wskutek tego niema możliwości określenia wówczas kierunku prądu, przebiegającego po tem uzwojeniu, posługujemy się często sposobem innym. Wzbudzamy magnesy prądem obcym tak, aby pierwotna biegunowość została zachowana. Zbadawszy następnie zapomocą papieru błędnego (p. przypisek na str. 88) kierunek prądu, wypływającego ze szczotek, łatwo możemy sprawdzić, czy końcówki uzwojenia magnesów do zacisków głównych przyłączone są właściwie.

66. NIEWŁAŚCIWY KIERUNEK OBROTU TWORNIKA, czyli nicodpowiadającej danemu połączeniu cewek z naciskami maszyny, uniemożliwia samowzbudzenie się prądnicę, co jasno jest z poprzedniego rozważania. Ponieważ miejscowe warunki najczęściej nie pozwalają zmienić kierunku biegu maszyny, przeto zwykle w tych razach przechodzi się kołce urwojenia magnesowego. W maszynach *głównikowo-bocznikowych* przechodzi się zarówno urwojenie głównikowe, jak i — bocznikowe.

67. ZANIK MAGNETYZMU SZCZĄTKOWEGO.

Jeżeli magnetyzm szczątkowy w magniesnicy zaniknie lub do tego stopnia osłabnie, że nie jest w stanie wanieć prądnicę napięcia w urwojeniu twornika, prądnicą nie wzrusza się.

Brak magnetyzmu szczątkowego rozpoznaje się po tem, że igła magnesowa, zbliżona do nasad biegunowych, nie ujawnia w nich określonej biegunowości, czyli do jednej i tej samej nasady skierowuje się już to północnym, już to północnym ostrzem. Nadto, przykładając do nasad biegunowych kawałek miękkiego żelaza, np. klucza żarubkowego, nie dostrzegamy ani śladu przyciągnięcia.

Zjawisko to zajść może wskutek:

- a) długotrwałej nieczynności maszyny;
- b) silnych wstrząśnień w czasie przewozu lub uderzeń przy ustawianiu;
- c) wypadkowego przejścia przez urwojenie magnesowe prądu w kierunku walcowym, nie dość jednak silnego, aby biegunowość magnetyzmu szczątkowego całkowicie odwrócić; przejście przez cewki prądu większego mogłoby maszynę przemagnesować (p. § 82);
- d) bliskiego sąsiedztwa większej prądnicę, działającego odmagnesowująco;
- e) reakcji twornika — w maszynach boczni-

wych, gdzie wskutek wypadkowego silnego krótkiego zwarcia w sieci, powstaje w tworniku prąd o mierze tak znaczny, że reakcja jego może zniszczyć magnetyzm biegunów, (p. § 80).

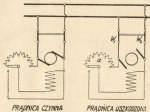
Wznowienie magnetyzmu szczątkowego uskutecznią się jednym z następujących sposobów:

I. Przez urwanie się magnesów przepuszczają się przy podniesionych szczotkach maszyny prąd ze źródła obcego. Dla małych prądnic wystarczy do tego prąd z kilku lub kilkunastu ogniw galwanicznych, dla dużych natomiast z baterji akumulatorów lub samej maszyny; należy pamiętać, aby wielkość prądu, w stosunku do przekroju drutów, nie była za duża (nie więcej jak 1,5 ampere na 1 mm²), a biegunowość wytwarzana się właściwie, t. j. taka jak pierwotnie. (O kierunku prądu w cewkach p. § 32, 2). Mając do rozporządzenia inną prądnicę o wyższym napięciu, niż prądnicą uszkodzona, należy włączyć do obwodu opór dodatkowy. Można w tym celu zastosować opornik, złożony z odpowiedniej liczby żarówek.

Gdy mamy drugą prądnicę, połączoną równolegle z uszkodzoną, przepuszczenie prądu przez cewki magnesowe dokonywa się przez zamknięcie obu wyłączników *w*, i *w*, uszkodzonej maszyny, jak to pokazano jest na schematycznym rysunku 69. Szczotki uszkodzonej maszyny winny być podniesione. Prąd stopniowo zwiększamy, regulując opornik bocznikowy *a*. Wystarczy, gdy prąd przez cewki przepływa w przedziale 2—5 minut, potem maszynę przełączamy na samowzbudzenie.

II. Jeżeli chociaż mała resztką magnetyzmu szczątkowego pozostała w magnesach, to wzbudzenie magnesów prądnic głównymi także głównobocznikowymi uskutecznią się w sposób następujący. Oba bieguny przewodowe maszyny łączymy się ze sobą na krótko obrotowym drutem, stapiającym się przy naj-

większym dopuszczalnym prądnie maszyny, maszynę pu-
szcza się w błąd i zamyka się na kilka sekund wyłączenia.
Jeżeli drut się stopi — maszyna już została wzbudzona,
w przeciwnym razie, przebiegający kofice urwojenia
wzbudzającego, powtarzany tę czynność ponownie. W ce-
lu uniknięcia silnego iskrenia szczotek, maszynę napędza
się z prędkością, o ile możności, mniejszą. Jeżeli prę-
dkości zmniejszyć nie można, to wprowadza się do obwodu
opornik pływowy, składający się ze szczotki napelunionej



Rys. 62.

roztworem sody, w którym zanurza się dwie płyty żelaz-
ne, połączone z przewodami głównymi maszyny. Gdyby
jednak sposób ten nie dał wyniku pożądanego, to nie po-
staje nic innego, jak przepuszczenie przez urwojenie
wzbudzające prądu ze źródła obcego.

III. Prądnicę, w czasie jej wzbudzania, napędza się
z prędkością około $1\frac{1}{2}$ raza większą od normalnej. O ile
pozastrzela choć odrobina magnetyzmu szczotkowego, to
w ten sposób niemożliwe udaje się prądnicę wzbudzić. Nie

wolno wskakie prądnicy pędzić dalej ze zwiększoną prędkością i skoro napięte maszyna się tworzyć, prędkość niezwłocznie należy zmniejszyć.

68. ZŁY STYK (KONTAKT) OBWODU WZBUDZAJĄCEGO, powiększając jego opór, może spowodować niewzbudzenie się prądnicy. Zwłaszcza maszyny niskiego napięcia (do galwanotechniki) są na to wrażliwe. Bardzo zły styk sprawdzić można galwanoskopem. W razie potrzeby — naprawa polega na dotknięciu śrub lub złutowaniu słabszy przewodów, czy też odpowiedniemi dopasowaniami i ściśnięciem szczotek do kolektora*).

69. WYSTAWIANIE IZOLACJI Z POMIĘDZY DZIAŁEK KOLEKTORA PONAD ICH POWIERZCHNIĘ, zwiększając opór przewodzenia prądu z twornika do uzwojenia wzbudzającego, czyni toż uniemożliwia samowzbudzenie się prądnicy (p. § 26. c).

Przy silniejszym zresztą nasiąknięciu szczotek, mimo to maszyna niekiedy może się wzbudzić.

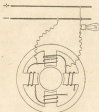
70. PRZERWA DRUTU W CEWKACH MAGNETOWYCH.

W tym wypadku prądnicą daje zaobserwować 2-6% napięcia zwykłego (t. j. tyle ile może się wznieść pod wpływem magnetyzmu szczotkowego). Nie należy się na lepsze, gdyżby nawet końce obwodu wzbudzającego połączyć z obem źródłem prądu.

*) Zauważyć tu należy, że podniesienie się temperatury w miejscach stygnięcia czyni złowroczym i przewodów na łabiej rozciąkać, jako też wogóle w miejscach stygnięcia wszelkich przewodów, dowodzi złego styku tych połączeń. Zły styk spowodowany bywa bądź wskutek rozciągnięcia się śrub łączących, bądź wskutek nasiąknięcia powierzchni stykowych, a więc powiększenia oporu. Wystarczy powierzchnie stykowe starannie oszlifować i śruby lepiej dokręcić, aby niedokładności zostały całkowicie usunięte (p. także § 88, b). Pomędzy stykujące się powierzchnie nie należy wkładać, jak to zwykło czynić, tłuszczyk czyoliż, gdyż to w razie roztopienia się spływając mogłoby stworzyć się takżna, krótkie połączenie. Wystarczy powierzchnie stykowe poszlifować.

Przerwa drutu bywa najczęściej przy samej cewce w miejscu, gdzie spodni koniec drutu wychodzi na zewnątrz i narazony jest na częste zaginańie. Dobrze więc jest, nastawiając cewki, na początek dać kawałek gładkiego kabełka, który następnie kilkoma zwojami owija się na zewnątrz cewki.

Przerwę drutu można częstokroć dojrzeć okiem, gdy zaś leży ona w głębi cewki, to dla jej wykrycia posługujemy się bądź prądem z innej maszyny, przepuszczonym przez żarówkę (ryc. 70) lub woltomierz, bądź galwanoskopem, bądź też drwonkiem, zasilanym z ogniwa galwanicznego.



Ryc. 70.

W tym celu końcami drutów, idącymi od jednego z powyższych przyrządów, dotykamy kolejno do końcówek każdej z cewek, odłączając je uprzednio od zacisków maszyny. Gdzie żarówka się nie zaświeci, woltomierz nie wskaże napięcia, skądśwka galwanoskopu nie odchyli się lub drwoniek nie zadzwoni, to w tej właśnie

osobie leży przerwa. Uszkodzoną cewkę rozwija się dotąd, dopóki nie znajdzie się przerwy, którą należy skoryzować, skręcając końce drutów a następnie złutowując.

71. PRZERWA W OPORNIKU, REGULUJĄCYM NAPIĘCIE. Najczęstszą przyczyną przerwy w oporniku regulującym napięcie i wogóle w obwodzie wzudzającym bywa brak styku drążka z kontaktami. Niekiedy może zdarzyć się pęknięcie zwłoki opornikowej.

Oznaki przy wzbudzeniu maszyny takie same, jak w § poprzednim. Chcąc wykryć przerwę w oporniku, dotykamy drutami galwanoskopu kolejno do dwóch sąsiednich kontaktów opornika i pękniętą zwitkę odnajdujemy w ten sposób, gdzie skądś nie odchylił się. Jeżeli niema czasu na dokładną naprawę, to kontakty te tymczasowo łączymy się krótko miedzianym drutem *a* (rys. 71), potem prądnicę można puszczać w bieg^{*)}.



Rys. 71.

72. NIEWŁAŚCIWE NASTAWIENIE OPORNIKA, REGULUJĄCEGO NAPIĘCIE.

Podczas wzbudzenia się prądniczy opór bocznika powinien być jaknajmniejszy, dla tego też puszczać maszynę w bieg, opornik należy krótko, a dopiero w miarę wzrastania napięcia opór stopniowo powiększamy aż do chwili otrzymania napięcia normalnego^{**)}. Jeżeli zaś przy puszczeniu maszyny w bieg cały opornik będzie włączony, to maszyna się nie wzbudzi, nawet przy normalnej prędkości biegu.

73. BŁĘDNE POŁĄCZENIE ZE SOBĄ KOŃCÓW CEWEK MAGNESOWYCH,

wskutek czego kolejność biegunów jest nieprzewalowa, a zatem pole magnetyczne słabe i nierównomiernie. Jeżeli maszyna w tym wypadku wogóle da jakie napięcie (prądnicza dwubiegu-

*) Częstotliwość pęknięta zwitka opornikowa, zwiększając się wzdłużem, łączy na krótko cały szereg kontaktów. Niejednolitość ta spowoduje za wysokie napięcie prądniczy. W takich wypadkach nie słychać jest grzeszenia naprawa opornika.

**) Po pewnym czasie biegu prądniczy cewki magnesowe nagrzewają się, a to za ten skutek opór ich powiększa się i napięcie prądniczy obniża się. Regulowaniem opornika bocznikowego napięcie prądniczy doprowadzamy się wówczas do normalnej wysokości.

nowa zgła się nie wzbudza), to jednocześnie ukazują się znaczne skrócenie się szczytów.

U maszyn wielobiegunowych bieguny północne i południowe powinny po sobie następowo naprzemiennie. Sprawdzamy to, zasłaniając cewki magnesowe prądem obcym i przybliżając do nasad biegunowych kompas, którego igła błęd odrazu wykaże (p. także § 32, a). Nie mając pod ręką kompasu, sprawdzamy bieguny kawałkiem żelaza. Jeżeli żelazo, zbliżone do każdej z nasad z osobna, przyciągane jest nieczyt silnie, a przybliżone do obu sąsiednich nasad jednocześnie, również nie o wiele silniej, to dowodzi to złego uszeregowania biegunów.

74. BŁĘDNE POŁĄCZENIE CEWEK GŁÓWNIKOWYCH W MASZYNACH GŁÓWNIKOWO-BOCZNIKOWYCH, a mianowicie w ten sposób, że łączą one wzбудzić magnetyzm odmienną biegunowość, niż cewki boczniowe. Wadliwość ta w prądnicach ujawnia się tem, że napięcie w miarę wzrostu obciążenia maszyny

znacznie się obniża, jakkolwiek prędkość jej biegu nie zmniejszono ani nie przesunięto drążka opornika boczniowego. W tym wypadku może zachodzić błędne połączenie jednej lub kilku cewek głównikowych lub też — całego uzwojenia głównikowego (patrz § 32, b).

W jaki sposób zdarzyć się może ta ostatnia pomyłka, wskazuje rysunek 72. Gdy końce przewodów a i b, łączące z zaciskami c i d, przełożono jeden na miejsce drugiego, to prąd

w cewkach głównikowych G płynąć będzie w odwrotnym kierunku.



Rys. 72.

75. NIEWŁAŚCIWE POŁOŻENIE SZCZOTEK. Wogóle, im dalej szczotki są przesunięte z położenia właściwego w tył lub naprzód, tem mniejsze napięcie rozwija prądnicą i tem silniej iskry. Jest takie położenie szczotek przy którym napięcia zupełnie niema i dopiero w miarę przesuwania szczotek napięcie wzrasta do maksimum. Te ostatnie położenie jest w przybliżeniu normalne i szczotki tu najmniej się iskrują. Przy dalszym zaś przesuwaniu szczotek w tym samym kierunku napięcie obniża się, aż znajdzie znów do zera.

O prawidłowem ustawianiu szczotek p. § 38, r.

76. PRZERWA W UZWOJENIU TWORNIKOWEM. W tym wypadku prądnicą przy większem obciążeniu daje napięcie chwytne, silnie przytem iskrując. Niekiedy nie wzbudza się zupełnie. O przyczynach, powodujących przerwę w uzwojeniu twornika, p. § 34 i 35.

Sposoby wykrycia dziadek kolektora, do których są przyłączone przerwane zwoje:

I. Odlatowić druty uzwojenia od kolektora i przy pomocy galvanoskopu sprawdzić całość obwołu każdego poszczególnego zwoju. Sposób ten jest niebezpieczny i stosowany bywa w ostatecznym razie.

II. Zasilając cewki magnosowe prądem z innej maszyny lub — z akumulatorów, puszczamy twornik w ruch. Tryskają wówczas z pod szczotek drobne trzaskające iskry, opalające te dziadki kolektora, pomiędzy którymi leży przerwa.

III. Szczotki maszyny łączą się ze źródłem prądu o słabem napięciu. Poczem dwoma przewodami, obciążonemi z woltomierzem, dotyka się kolejno do dwóch sąsiednich dziadek kolektora (rys. 49 na str. 76). Największe lub nawet całkowite napięcie wykażą te dziadki kolektora, pomiędzy którymi znajduje się przerwany zwoj.

IV. Jeżeli zachodzi wypadek, że prądnicą zupełnie nie daje napięcia, to się ją puszcza w bóg, obwód zewnętrzny się przyłącza i końcami kawałka drutu *a b*



Rys. 73.

(rys. 73) dotyka się do kolektora w dwóch jakikolwiek miejscach, pomiędzy którymi znajduje się kilka szczwojów. Zauważyć wówczas można, że z jednego końca drutu przeskakują na kolektorze iskry. Wskazuje to, że przerwa leży w jednym z szczwojów pomiędzy punktami dotykania drutu. Jeżeli w danym położeniu drutu iskry nie ukazują się,

to drut przestawia się w inne miejsce. Maszynę następnie się zatrzymuje i po wypalonych płaszcach na dzałkach kolektora poznaje się przerwaną szczwoję.

Naprawa w wypadkach pilnych może być uskuteczona przez połączenie przerwanego szczwoju na krótko (p. § 35).

77. BŁĘDNE PRZYŁĄCZENIE KOŚCÓW ZE ZWOJÓW TWORNIKOWYCH, opisane w § 53.

78. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W PRĄDNICY, a) podwójne uziemienie (krótkie połączenie przez ziemię). Gdy w maszynie, mającej szkielet uziemiony od ziemi, któregośkolwiek części maszyny, wiodącego prąd, (np. twornik, kolektor, szczwojenie uzbudujące, szorstnia szorstkowie itp.), wskutek uszkodzonej izolacji styka się z częściami izolowanymi (np. magnetycą, wałem lub łożyskiem), podczas gdy się jest jednym z przewodów rozmyślano lub przypadkowo uziemioną, to

wskutek podwójnego uzwojenia tworzy się krótkie połączenie przez ziemię²⁾.

W zależności od miejsca w maszynie, w którym ma być rozcięte uzwojenie się części miedzianych z żelazem, działanie krótkiego połączenia przejawia się rozmaicie. Np. gdy miejsce zwarcia przewodu z ziemią leży przed głównym wyłącznikiem prądnicy bezczłukowej (zwłaszcza, gdy zachodzi zwarcie swarcia szczotkowych lub uzwojenia twornikowego z żelazem), to oddziaływa to w chwili wzbudzenia maszyny i prądnic nie dochodzi do pełnego napięcia, uzwojenie twornika silnie się nagrzewa i najczęściej następuje zwolnienie izolacji tego uzwojenia. Jeżeli zaś zwarcie z ziemią znajduje się za głównym wyłącznikiem, to po jego zamknięciu bezpiecznik się topi, co chroni maszynę od uszkodzenia (patrz § 57 i 61).

Miejsce szkodliwego połączenia w maszynie wykrywa się galwanoskopem albo też prądem roboczym z innej maszyny, przepuszczonym przez lampkę jarową lub przez woltomierz (p. § 37, a).

Jeżeli brak czasu nie pozwala na gruntowną naprawę uszkodzenia, to przy niewielkich maszynach można tymczasowo zaradzić, izolując maszynę od fundamentu. W tym celu ustawia się ją na ramie z suchego drewna.

b) krótkie połączenie w uzwojeniu twornika lub w kolektorze, czyli rozcięcie się szczotek twornikowych ze sobą, jego objawy i sposoby naprawy opisane są szczegółowo w § 57, b i c.

c) krótkie połączenie w uzwojeniu wzbudzającym, czyli rozcięcie się ze sobą zwojów szczotki, w zależności od tego, jak znaczna część uzwojenia jest przez

²⁾ Tylko jedna z tych połączeń z ziemią nie wywiera na masie żadnego wpływu.

prąd otrzymana, sprawia mniejsze lub większe obciążenie się napięcia (p. także § 32, d).

d) odciążenie się uzwojenia wzbudzającego bocznikowego z głównikowem w maszynach głównikowo-bocznikowych i powstające z tego powodu, krótkie połączenia opisane są w § 32 lit. b.

79. PRĘDKOŚĆ BIEGU PRĄDNICZY ZA MAŁA.

Jeżeli prądnicą napędzana jest ze zbyt małą prędkością, a opór bocznika jest duży, to maszyna wcale się nie wzbudzi. Gdy jednakże opór stopniowo będzieśmy wyłączać, to po przejściu pewnej granicy napięcie, aczkolwiek słabe, zacznie się wytwarzać. Dopóki wszakże prędkość wciąż będzie znaczenie za małą, to całkowitego napięcia nie otrzymamy, chociażbyśmy opornik bocznikowy zupełnie wyłączyli. Stąd jasno jest, że nie należy przepływać dla danej maszyny, prędkości zmniejszać.

Przyczyny zbyt małej prędkości prądniczy bywają następujące:

a) za mała prędkość silnika napędzającego, np. wskutek złego ustawienia regulatora prędkości lub zbyt małej prędkości pary^{*)};

b) nie obliczona przekładnia pasowa (przy prądniczy koło za duże, przy silniku napędzającym — za małe);

^{*)} Niekiedy napięcie prądniczy może być bardzo nierównomierne i może ustawicznie się wahać spowodowane to być może nierównomiernością biegu silnika napędzającego, która zachodzi wówczas, gdy siłkości czuły regulator jego nie oddziaływa dokładnie na zmiany w obciążeniu lub gdy nierównomierność wynika z wady swej silnika (jak np. przy napędzie kolekt. wodnym). Jako środek zaradczy, usuwający wahania napięcia, polecił wówczas można zastosowanie skumulatorów, lub wprowadzenie do bocznika prądniczy automatycznego regulatora napięcia.

c) ślizganie się pasa (p. § 25). Wszelkie smary, zmniejszające tarcie, działają szkodliwie. Lepiej jest pas skrócić lub odsunąć prądnicę na smalach;

d) hamowanie wału twornika w zatartych panewkach (p. § 1 — 12).

F. Odwrócenie się biegunów prądnicy.

Zachodzi niekiedy wypadek, że w prądniccy odwraca się biegunowość, czyli prądnicca daje prąd w kierunku przeciwnym do poprzedniego: tam, gdzie był biegun dodatni, powstaje ujemny i — odwrotnie. Zjawisko to następuje wskutek przemagnesowania się maszyny, czyli utworzenia się biegunów północnych w miejscu — południowych i — odwrotnie.

Przemagnesowanie się prądnicy może mieć miejsce jej biegu lub w czasie łączenia prądnicy ze sobą na wspólną sieć, jak to wyjaśnimy niżej.

W urządzeniach, posiadających tylko jedną prądnicę, niedokładność podobna wywiera wpływ tylko na działanie lamp łukowych, mianowicie węgiel ujemny (cienki) spala się znacznie szybciej, niż dodatni (gruby), blask lamp przytem skierowany jest więcej do góry. Natomiast, żarówki i silniki^{*)}, otrzymujące prąd z takiej prądnicy, nie ujawniają żadnej niedokładności.

Daleko groźniejszym w skutkach jest wypadek odwrócenia się biegunów, jeżeli prądnicca pracował na w połączeniu równoległym z inną prądnicą lub z baterją akumulatorów. Gdybyśmy bowiem prądnicę z odwróconymi biegunami przyłączyli zwykłym sposobem do innej prądnicy, to otrzymalibyśmy wówczas połączenie nie

^{*)} W razie odwrócenia kierunku prądu, dopływającego do silnika, kierunek obrotów jego nie zmienia się (p. 5 89).

równoległe (rys. 75), lecz — szeregowo (rys. 74), czyli połączenie końcówki dodatniej jednej maszyny z końcówką ujemną drugiej — i odwrotnie. Z powodu bardzo małego oporu obwodu i postróznego napięcia powstałby prąd tak znaczny, że z głośnym huktem stopiłby bezpiecznik i uszkodziłby uzwojenia maszyn.

Przyrządem, ostrzegającym o takim wypadku odwrócenia się biegunów prądu, była woltomierz z ruchomą czołką według Deprez d'Arsonvala, którego odchylenie jest zależne od kierunku prądu. Dajenie wigo skłódkę woltomierza do odchylenia się w kierunku wstecznym dowodzi odwrócenia biegunów.

Biegany maszyn, które mają być połączone równoległe, można również sprawdzić za pomocą papieru litmu.



UKŁAD POŁĄCZENIA SZEREGOWY

Rys. 74.



UKŁAD POŁĄCZENIA PRÓBOWY

(równoległy)

Rys. 75.

owego. W tym celu do zwłóknego paska papieru dotykamy dwa druty, połączone z biegunami wzbudzonej prądu. W miejscu zetknięcia się papieru z drutem od bieguna ujemnego otrzymamy plamę czerwoną, w miejscu zaś tykania się drutu do bieguna dodatniego papier pozostaje biały.

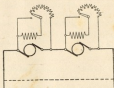
W razie stwierdzonego wypadku odwrócenia się biegunów prądu należy przed przyłączeniem jej do sie-
ci przyczerwieć biegunowość właściwą. W tym celu przy

podniesionych szczotkach, przepuszczamy przez cewki magnesowe prąd z innej prądnicę sposobem opisanym w § 67. Gdyby z jakiegokolwiek powodu uczynić tego nie było można, to błąd usuniemy, zmieniając odpowiednio połączenie przewodów maszyny z tablicą rozdzielczą.

Przyчины odwołania się biegunów prądnic bywają rozmaite.

80. SILNE KRÓTKIE ZWARCIE W SIĘCI sieci może przemagnesować prądnicę bocznikową, a to z tego powodu, że bardzo znaczny prąd przepływający wówczas przez uzwojenie twornika, przez swe magnetyczne oddziaływanie (reakcję) na bieguny, nie tylko że magnetyzm szczotkowy niszczy, lecz wytwarza go na nowo, zmieniając biegunowość.

81. NIEZGODNE ZATRZYMYWANIE PRĄDNIC BOCZNIKOWYCH, PRACUJĄCYCH W POŁĄCZENIU SZEREGOWEM.



Rys. 76.

Wypadek ten wyjątkowy, gdyż szeregowo łączenie prądnic (rys. 76) stosuje się nader rzadko.

Jeżeli ruch urządzenia przerywany jest zapomocą zatrzymania silnika napędzającego przy słabym ze-

wnętrznym zamkniętym, to zdarzyć się może, że napięcie jednej z prądnic zmniejszy się poniżej straty napięcia prądu w jej tworniku. Wtedy biegunowość sztoków odwróci się i prąd w uzwojeniach elektromagnesów tej prądnicy popłynie w odwrotnym kierunku; bieguny przemagnesowują się, N zmienia się na S, a S na N. Tego rodzaju okoliczności zachodzą, gdy zanik ruchu w obu prądnicach nie odbywa się równo, np. gdy maszyny są wprowadzić łącznie jednym silnikiem, ale na jednej z prądnic mamy większy poślizg pasa. Wtedy jedna z prądnic może łatwo wytwarzać jeszcze znaczne napięcie, gdy w drugiej one już zupełnie zaniknie.

Zapobiega wypadkowi mógłby układ taki, w którym prądnice wzbudzane byłyby napięciem całkowitem, a nie napięciem, strącanym z kabli z maszyn.

82. BŁĘDNE POŁĄCZENIE ZE SOBĄ PRĄDNIC BOCZENIKOWYCH. Jeżeli prądnicom bocznikowym, mającym pracować ze sobą w połączeniu równoległym na wspólną sieć (p. rys. 75 na str. 101), przez pomyłkę dano układ połączenia szeregowo (rys. 74), to oprócz spalenia się uzwojeń maszyn może nastąpić także przemagnesowanie jednej z nich.

Nadmienić tu wypada, że przypadkowe przejście przez prądnicę bocznikową prądu wstecznego, pochodzącego czy to z innej prądnicy połączonej z nią równolegle, czy to z połączonej równolegle baterji akumulatorów, biegunowości jej magnesów nie odwróci się, gdyż kierunek prądu zmienia się wówczas tylko w tworniku, w uzwojeniu zaś magnesowem pozostaje bez zmiany. Prądnica pracować zaczyna, jako silnik i przyłącza bieg swojej maszyny napędzającej, mogąc ją nawet niekiedy uszkodzić.

Podobne przejście prądu wstecznego przez jedną z prądnic może nastąpić w razie obniżenia się napięcia jednej z prądnic, a to wskutek zmniejszenia się prędkości

jej biegu lub wadliwego nastawienia opornika, regulującego napięcie, czyli nadmiernego zwiększenia oporu w obwodzie wzbudzającym.

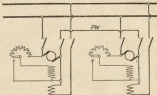
Środkiem zapobiegawczym jest dodanie na tablicy rozdzielczej do kabli z maszyn wyłączników różnicowoprąd, samoczynnie przerywających obwód w razie znacznego zmniejszenia się wielkości prądu, a tem samem odłączających maszynę, posiadającą zbyt niskie napięcie.

Przyłączać prądnicy do innej czynnej prądnicy, czyli zamknąć jej wyłączniki główne można nie wcześniej, — aż będzie ona biegła z normalną prędkością i napięcie jej będzie się równało napięciu prądnicy czynnej. Gdybyśmy zamknęli główne wyłączniki jednej z prądnic w chwili, gdy nie jest ona jeszcze w ruchu, czyli wtedy, gdy przedstawia bardzo mały opór, to prąd prądnicy czynnej wzrósłby wówczas do bardzo znacznej wielkości, i mógłby uszkodzić obie maszyny.

83. NIE POŁĄCZENIE PRZEZ NIEUWAGĘ, PRZEWODEM WYRÓWNAWCZYM PRĄDNIC GŁÓWNIKOWO-BOCENIKOWYCH, PRACUJĄCYCH RÓWNOLEGLE.

Zespoły prądnic głównikowo-bocznikowych zaopatrywane być winny w przewody wyrównawcze PW (rys. 77), które łączą ze sobą posadzki uzwojeń szeregowych pracujących równoległomaszyn. Cel ich jest następujący. Może się zdarzyć, że wskutek zmniejszenia się prędkości jednej z prądnic lub wskutek wadliwego nastawienia opornika regulującego napięcie jej do tego stopnia się obniży, że prądnicza ta, zamiast oddawać prąd do sieci, zacznie go czerpać (p. § 80). Przez nawiązanie głównikowe przepłynąłby wówczas prąd wsteczny, który maszynę mógłby przemagnesować lub zwolecić magnetyzm skończony. W pierwszym z tych wypadków prądnicza by się wahała, lecz prąd dawałaby w odwrotnym kierunku, w dru-

ginie zaś — zupełnie by się nie wzbudziła. Zadaniem właśnie przewodu wyrównawczego jest niedopuszczenie do tego, prąd bociem w razie złego naregulowania maszyny przepływa większą częścią przez przewód wyrównawczy, jako posiadający mniejszy opór od oporu uzwojenia cewki głównikowych, i maszyna się nie przemagnesuje.



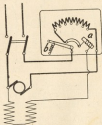
Rys. 77.

Ponatom, podobnie, jak wspomnieliśmy w § poprzednim, nie wolno jest, jeszcze nieuruchomionej prądnicy głównikowo-bocznikowej przyłączać do innej prądnicy, już czynnej.

84. NAGLE ZATRZYMANIE SIĘ JEDNEJ Z PRĄDNIC W UKŁADZIE TRÓJPRZEWODOWYM (np. wskutek spadnięcia pasa) może spowodować przemagnesowanie się tejże. Wypadek ten opisany jest w § 102.

G. Silnik nie rusza z miejsca.

Przy puszczeniu w bieg tak silników głównkowych, jak i bocznkowych, winno się zawsze pamiętać o tem, aby przed zamknięciem wyłącznika głównego drążek opornika rozruchowego (rozrusznika) znajdował się w położeniu początkowym, czyli, żeby cały opór rozrusznika był włączony, inaczej bowiem przez twornik, nierozwijający jeszcze napięcia własnego (przeciwny elektromotorycznej), przepływałby odrazu prąd o nadmiernej wielkości, który zmoczyłby uzwojenie i opalił kolektor. Dla tego też niektóre silniki, mianowicie, nieposiadające stałego dostaru, zapopatrywane bywają w urządzenie, samoczynnie przesuwające drążek opornika w początkowe położenie,



Rys. 78.

po przerwanii prądu w sieci. Schematycznie pokazane jest to urządzenie na rys. 78, a — elektromagnes, przytrzymujący drążek w końcowem położeniu podczas biegu silnika, b — sprężyna stalowa, odchylająca drążek w położenie początkowe po przerwanii prądu.

Pruszczanie w bieg silników głównych bez obciążenia lub pozabawianie ich obciążenia w czasie biegu jest niedopuszczalne, silnik taki bowiem wówczas by się rozbiegał, czyli rozwinąłby tak znaczną prędkość, że uległby zniszczeniu.

Przyczyny nie ruszania w bieg silników bywają różne.

85. PRĄD DO SILNIKA NIE DOPLYWA.

Jeżeli silnik nie rusza, a badanie wykazało, że przerwy nie ma ani w przewodach silnika, ani też w jego przyrządach pomocniczych (p. § 86), a również, że prądnicą, dostarczającą prądu do silnika jest w porządku, to przerwa niewątpliwie wówczas tkwi w przewodach, łączących prądnicę z silnikiem.

W celu sprawdzenia, czy prąd do wyłącznika przy silniku dopływa, przykładamy końcówki drutów, połączonych z żarówką, przystosowaną do napięcia sieci, lub z woltomierzem do obu biegunów wyłącznika. Jeżeli tym sposobem stwierdzimy brak napięcia, to, nie przerywając prądu roboczego, prowadzimy badanie dalej, przykładając druty żarówki do obu przewodów sieci w coraz innych miejscach. Gdy posuwając się od silnika ku prądniccy, zauważymy, że w pewnym miejscu żarówka się zaświeci, to będzie to wskazówką, że przerwa leży między tem miejscem, a silnikiem.

Przerwa przytrafić się może:

a) wskutek pęknięcia przewodu napowietrznego, zbyt wyprężonego (strzałka zwisania — za mała w stosunku do odległości pomiędzy słupami).

b) wskutek niedostatecznego styku, słyszanych ze sobą, końców przewodu. Jeżeli, np. końce drutów tylko związane, a nie zlatowane, to zdarzyć się może, że wskutek złego styku, miejsce to będzie się nadmiernie rozgrzewać, aż wreszcie dojdzie do stopienia

się między i przerwanie przewodu. Przy lutowaniu słęczy zamiast kwasu solnego, który między maskera należy używać kalafonji.

86. PRZERWA W POŁĄCZENIACH LUB W PRZYRZĄDACH POMOCNICZYCH SILNIKA.

Zdarza się nieraz że, świeżo zamontowany lub już będący w ruchu silnik nie rusza nawet bez obciążenia. Abyby przyczynę tego zlościł, przykładamy druty galvanoskopu kolejno do poszczególnych zacisków maszyny i w ten sposób odnajdujemy miejsce, gdzie leży przerwa, która, przecinając drogę prądowi, przypływającemu do silnika, uniemożliwia działanie tego ostatniego. Ponadto wskazówką niedopływania prądu do silnika jest brak iskry przy otwieraniu wyłącznika.

Mogą tu zachodzić następujące wypadki:

a) stopione bezpieczniki (złoty — mowa, zhadawczy i usunąwszy przyczynę stopienia się). Przez nadmierne prądu przyczyną stopienia się bezpiecznika może być za słabe przykręcenie go do zacisków.

b) przerwa leży w oporniku rozruchowym. Jeżeli okaże się, że jest pęknięta jedna ze zwitek spiralnych, znajdujących się na początku opornika, to częściowo silnik udaje się bez przeszkód puścić w bieg, przesuwając drążek opornika na kontakt następny za miodową zwitką. (Wprawdzie przy rozruszu wówczas silnik odrazu odczuwa większą prędkość i więcej zużywa prądu). Jeżeli zaś przerwa leży w jednej ze zwitek dalszych, to w wypadkach pilnych łaczy się ją krótko kawałkiem drutu (p. § 71)*).

* Częściowo pęknięta zwitka opornikowa, wskazując się swobodnie, łączy na krótko cały szereg kontaktów. Unieszkodliwia to spowoduje uszkodzenia przy rozruszu w postaci rozpalenia się bezpieczników, silnego iskrenia się szczotek i t. p. a to wskutek nadmiernej wielkości prądu. W takich wypadkach niezbędna jest gruntowna naprawa rozrusznika.

c) przerwa będy wewnątrz amperomierza, ułączonego w ten sposób, że ma przezeń przepływać prąd całkowity (naprasę amperomierza powierzyć specjaliste lub, jeżeli to możliwe, fabryce, w której został wykonany);

d) zły styk szczotek z kolektorem (p. § 26, c);

e) zły styk złączeń lub przerwanie przewodów łączących silnik z tabliczką rozdzielczą (oczyścić powierzchnie stykowe złączy i śruby podskręcić).

57. PRZERWA W OBWODZIE WZBUDZAJĄCYM,

Silnik bezzałkowy nie rusza, jakkolwiek po zamknięciu wyłącznika amperomierz wskazuje prąd, i to nadmierne wielki. Twornik w tym czasie daje się obracać ręcznie bez szczególniejszej trudności. Oznaki te wskazują na brak pola magnetycznego, czyli niewzbudzenie magnetycy, wskutek przerwy w obwodzie wzbudzającym.

Utworzenie się przerwy w obwodzie wzbudzającym, podczas biegu silnika, spowoduje niebezpieczne zwiększenie się jego prędkości (rozciąganie się), gdy jest słabo obciążony, lub spalanie się uzwojenia twornikowego przy większym obciążeniu.

Przerwa może mieć:

a) w cewkach magnesowych (p. § 70);

b) w ile złączonych przewodach obwodu boczniowego;

c) w oporniku boczniowym (opornik naprawić, względnie przerwaną zwłęg tymczasowo połączyć krótko, p. § 71).

Przerwa w cewkach magnesowych silnika głównego uniemożliwia przepływ prądu przez silnik i dlatego

on nie ruszy z miejsca, a w razie przerwy, zasobaj w czasie biegu, natychmiast stanie.

Przerwy odnajduje się galwanoskopem.

88. ZBYT SŁABE POLE MAGNETYCZNE. Przy znacznym osłabieniu pola, silnik obciążony nie rusza zupełnie, jakkolwiek po zamknięciu wyłącznika zawieszony przepływanie prądu. Nieobciążony zaś silnik, popchnięty w ruch ręcznie, biegnie z niebezpiecznie wzrastającą prędkością. Dzieje się to dlatego, że twornik, usiłując wytworzyć napięcie własne o wielkości prawie równej napięciu sieci, rozwija prędkość tem większą, im słabsze jest pole magnetyczne.

Słabe pole magnetyczne spowodowane bywa przez:

- a) błędne uszeregowanie biegunów, wskutek niewłaściwego połączenia ze sobą cewek magnetycznych (p. § 32, a);
- b) krótkie połączenie w cewkach magnetycznych (p. § 32, d);
- c) błędny układ połączeń silnika (p. § 90, a i b).

89. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W TWORNIKU.

(Isolacja części urwejenia spalona lub w kilku miejscach przebita, wskutek czego nastąpiło krótkie połączenie w wielu szczelinach twornikowych). Silnik nie rusza, jakkolwiek po zamknięciu wyłącznika amperomierz wskazuje obecność prądu (i to o nadmiernej wielkości). Ręczne obracanie twornika pod prądem wymaga znacznego wysiłku. Niekiedy silnik, tym sposobem popchnięty, idzie dalej sam, lecz wolniej i nierównomiernie. Daje się czuć przytem zapach spaleniowy i z twornika pokazuje się dym. Twornik wymaga najciężej przewinięcia (p. także § 57).

90. BŁĘDY W UKŁADZIE POŁĄCZEŃ SILNIKA.

Łącząc opornik rozruchowy z silnikiem bezczłowym,

poniższej należy zasadić, aby prąd rozdzielał się na dwie odnogi: w jednej powinno leżeć uzwojenie wzбудzające (cewki magnesowe), a w drugiej — rozrusznik i twornik. Tym sposobem w chwili rozruchu bocznik znajduje się będzie pod całkowitem napięciem, przez co magnesy będą odrazem silnie wzbudzone, twornik zaś otrzyma prąd osłabiony przez rozrusznik. Uproszczony układ połączeń podany jest na rys. 79: M — cewki magnesowe, T — twornik, R — rozrusznik. Jeżeli są wątpliwości co do tego, czy dany słotek ma prawidłowe połączenie, należy układ jego połączeń porównać z wyżej wskazanym.

Rozrusznik zwykle bywa zapartywanym w łuk kontaktowy, po którym ślizga się drążek rozrusznika i do którego przyłącza się jeden z kufusów odnogi bocznikowej (rys. 80). Przez tego łuk kontaktowy bierze się zwykle z pierwszym kontaktem rozrusznika. Połączenie to ma na celu zapobieganie powstawaniu prądu indukcyjnego o bardzo wysokim napięciu, który się wzmieca w uzwojeniu cewek magnesowych w chwili przerywania obwodu i może przebić ich powłokę izolacyjną (p. 83, d). Połączenie to również zabezpiecza przeciw powstawaniu iskry w chwili schodzenia drążka z pierwszego kontaktu czyli w chwili zatrzymywania słotka.

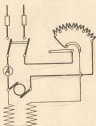
Niektóre fabryki w tymże celu stosują połączenie uproszczone, wskazane na rys. 81. Końcówki odnogi bocznikowej przy takim układzie, nie przyłączają się do łuku kontaktowego, ani do drążka, lecz — do pierwszego kontaktu rozrusznika. Zatrzymując słotek, należy zawsze ręcznie rozrusznika cofać szybko, inaczej bowiem, pomimo tych



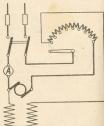
Rys. 79.

zabezpieczeń, powstawać będą uszy, które zniszczą pierwszy kontakt rozrusznika i drążek.

Połączenie silnika z rozrusznikiem, zaopatrzonym w urządzenie samoczynne, przesuwające drążek w początkowe położenie po przerwanii prądu, przedstawione jest na rys. 78.



Rys. 80.



Rys. 81.

Błędne połączenia wynikają częściej przy nieumiejętnym przełączaniu silnika na inny kierunek biegu. Chcąc zmienić kierunek biegu czy to silnika bezszczepkowego, czy też — głównikowego, należy, odpowiednio przekładając końce przewodów, odwrócić kierunek prądu bądź w cewkach magnesowych, bądź w tworniku. Przełożenie końców przewodów, doprowadzających prąd do silnika, na kierunek obrotu tego ostatniego nie ma wpływu. Co do porządku połączenia biegunów zwrotnych, p. § 33.

Rozebraliśmy błędne połączenia następujące:

a) Przy połączeniu rozrusznika z silnikiem podług

układu wskazanego na rys. 82, silnik nie może ruszyć z miejsca, nawet nie będąc obciążonym, w chwili rozruchu bowiem opornik rozruchowy zmniejsza prąd w cewkach magnesowych. Wskutek więc słabego pola magnetycznego, siła poślizgowa twornika będzie tak słabą że ten najczepiej nie ruszy. Gdy jednak twornikowi pomóża rękami i ten jako tako ruszy, to w miarę posuwania drążka rozrusznikowego na dalsze kontakty silnik będzie się obracał coraz lepiej, aż w końcu w położeniu drążka uzyskanie wzбудzające otrzyma pełne napięcie i silnik będzie pracował poprawnie.



UKŁAD BŁĘDNY

Rys. 82.

Należy końce przewodów tak przełożyć, aby utrzymać układ prawidłowy, przedstawiony na rys. 83.

- b) Rys. 83 wyobraża błędny układ połączenia silnika, polegający na tym, że uzwojenie wzbudzające przyłączono równolegle do opornika rozruchowego. Ponieważ w chwili rozruchu opór twornika, nie rozwijającego jeszcze napięcia własnego, jest nieznaczny, prąd w uzwojeniu wzbudzającym otrzyma prawie całkowite napięcie. Silnik więc, nieobciążony, może niekiedy ruszyć z miejsca. Im dalej jednak posuwano będącego drążek opornika rozruchowego, tem coraz słabszy będzie prąd w uzwojeniu wzbudzającym i twornik będzie przybierał coraz większą prędkość, aż w



UKŁAD BŁĘDNY

Rys. 83.

końcu, bardzo silnie skrzępa, albo się rozleci w kawałki, albo się spali, o ile bezpieczniki przedtem się nie stopią.

Błąd usunięty, przekładając koniec przewodu c z zacisku d na zacisk e .

91. NIEWŁAŚCIWE POŁOŻENIE SZCZOTEK.

Oznakami, dającymi o sobie znać najpierw przy ustawieniu szczotek silnika w niewłaściwym położeniu, są: silne skrócenie się szczotek, oraz nadmierne zużycie prądu. Oba zjawiska występują tem silniej, im dalej szczotki są zesunięte z położenia właściwego. Ponadto silnik w miarę zużycia szczotek z położenia właściwego, zwiększa swą prędkość.

Silnik, mając szczotki ustawiane w położeniu, znacznie różniącym się od normalnego, nie ruszy, gdyż wskutek nadmiernego prądu bezpiecznik natychmiast po zamknięciu wyłącznika i przesunięciu rączki rozrusznika stopi się (p. § 38, a).

Silniki, zapatrzone w bieguny zwrotne, są bardziej wrażliwe na niewłaściwe ustawienie szczotek, niż silniki nie mające tych biegunów.

92. SILNIK BOCZNIKOWY PRZY PUSZCZANIU ZBYT OBCIĄŻONY.

W przeciwieństwie do silników głównych, które dobrze ruszają przy pełnym obciążeniu, silniki boczniowe, przy puszczeniu w ruch, winny być niezbyt obciążone. Inaczej bardzo zdarzyć się może, że nie ruszą z miejsca.

Mniejszym silnikiem w takich razach w chwili rozruchu pomódz można rękami, lecz najlepiej części maszyn roboczych (np. obrabiarek) na ten czas z pełni wyłączyć; zapomożąc przesunięciem pasów na luźne koła.

Jeżeli silnik ma rozrusznik, przystosowany do ruszenia silnika bez obciążenia, to należy rozrusznik zmienić na taki, któryby pozwalał na ruszenie z obciążeniem.

H. Niernormalna prędkość biegu silnika.

Przyczyny za dużej lub za małej prędkości silnika bywają różne.

33. ZA SŁABE POLE MAGNETYCZNE.

Jeżeli zdarzy się, że podczas biegu silnika bocznikowego pole jego magnetyczne z jakiegokolwiek powodu znacznie osłabnie, to prędkość silnika, gdy jest on obciążony, zmniejsza się przy równoczesnym wzroście wielkości prądu, gdy zaś biegnie bez obciążenia — powiększa się i to do tego stopnia, że zagraża, z powodu znacznej siły odśrodkowej, całosci twornika (rozbieganie się).

Przyczyną osłabienia pola bywają najczęściej krótkie połączenia w cewkach (p. § 32. a) lub błędne uzarowanie biegunów (p. § 32. a) lub też wreszcie wprowadzenie zbyt dużego opornika do bocznika*). Nadmienić tu należy, że opornik bocznikowy (regulator prędkości) nigdy nie powinien mieć kontaktu zerowego, przesunięciem bowiem przez pomyłkę drążka na ten kontakt w czasie biegu silnika, spowodowałoby rozbieganie się.

34. BŁĘDNE POŁĄCZENIE CEWEK MAGNESOWYCH W SILNIKU GŁÓWNIKOWO BOCZNIKOWYM.

Niektóre silniki bocznikowe otrzymują w celu zwiększenia ich mocy przy ruszaniu jeszcze uzwojenie głów-

*). Opornik do bocznika wprowadza się zwykle po to, by go odłączyć od cewek, a co za tym idzie zwiększenia się ich oporu i osłabienia pola magnetycznego, zwiększoną z tego powodu prędkość silnika doprowadzić do normalnej za pomocą regulowania opornika.

kowe, — typ silników głównikowo-bocznikowych. Prąd po cewkach szeregowych obiegać powinien w tym samym kierunku, co po cewkach bocznikowych. Jeżeli jednak wskutek błędnego połączenia, kierunki prądu są przeciwne, to uzwojenia głównikowe przeciwstawiła boczniwowemu i w miarę zwiększania się obciążenia silnika pole słabnie, skutkiem czego prędkość będzie wzrastać, dochodząc do niebezpiecznych granic.

Stąd wynika, jak ważną jest rzeczą, aby, przed uruchomieniem silnika głównikowo-bocznikowego, przekonać się, czy połączenia obu uzwojeń są prawidłowe. W tym celu postępujemy w sposób następujący. Łączymy obu końce uzwojenia głównikowego grubym drutem i puszczaemy napróżd silnik, jako bocznikowy. Następnie zaś, oddzielwszy od zacisków silnika uzwojenie bocznikowe, próbujemy go znowu jako-głównikowy. Wystarczy, gdy za każdym razem silnik ruszy tylko na tak krótką chwilę, aby można było zauważyć w którą stronę się obraca. Jeżeli nie otrzymamy w obu wypadkach jednakowych kierunków obrotu, to wskazywać to będzie na błędne przyłączenie jednego z uzwojeń wzbudzających. W zależności od wymaganego kierunku biegu silnika, przecięzamy bądź końce uzwojenia głównikowego bądź — bocznikowego.

85. BŁĘDNY UKŁAD POŁĄCZEN SILNIKA. mianowicie według schematu, wskazanego na rys. 82, spowoduje zwykłe recedowanie się silnika, o ile ten jest słabo obciążonym (p. § 90 b).

86. ZA MAŁE OBCIĄŻENIE SILNIKA GŁÓWNIKOWEGO. W przeciwieństwie do silników bocznikowych, które ze wzrostem obciążenia tylko nieznacznie (o kilka %) zmniejszają swą prędkość, silniki głównikowe są bardziej wrażliwe na zmianę obciążenia i prędkość ich wzrasta znacznie, gdy obciążenie się zmniejsza.

Nie powinny być one używane do napędu za pomocą przekładni pasowej, w razie bowiem spodnięcia pasa, rozwinęłyby tak wielką prędkość, że urwojenie twornika uległoby zniszczeniu.

97. BŁĘDNE POŁĄCZENIE KOŃCÓW ZWOJÓW TWORNIKOWYCH Z DZIAŁKAMI KOLEKTORA.

Jeżeli, naprawiając twornik, zrobiono pomyłkę, końce jego uzwojeń przyłączając nie do tych działek kolektora, co by należało, to jakkolwiek silnik taki nieraz ruszy z miejsca, jednak wadliwość powyższa ujawni niernormalny bieg (za szybko lub za wolno), i nadmierną wielkością prądu, nawet przy biegu jałowym. Wielkość tych różnic zależy od tego, o ile działek zrobiono pomyłkę (p. także § 58).



I. Błędy i uszkodzenia w urządzeniach układu trójprzewodowego.

Przy przesyłaniu prądu stałego na dalsze odległości z korzyścią pod względem zmniejszenia spadku na przewody stosowany bywa układ sieci trójprzewodowy. Dwa drążki prądu, czyli dwie prądnie, łączą się wówczas w szeregu i od zewnętrznych zacisków odprowadza się przewody skrajne, a od zacisków, połączonych ze sobą, — przewód obojętny, czyli zerowy. Pomędzy każdym z przewodów skrajnych a zerowym mamy napięcie jednej maszyny i zazwyczaj włącza się pomiędzy nie lampy łukowe i łukowe. Pomędzy zaś przewodami skrajnymi mamy napięcie podwójne i zwykle włącza się pomiędzy nimi silniki.

Podział napięcia pomiędzy przewodami skrajnymi można uskutecznić jednym ze sposobów następujących:

a) Dwie odrębne prądnice, napędzane każdą własnym silnikiem lub też silnikiem wspólnym o dwóch równoległych przesładniach pasowych (p. wyżej), połączone są w szeregu.

b) Jedna prądnicą na twornik, posiadający dwa kolektory i dwa niezależne od siebie uzwojenia na tworniku, pole magnetyczne dla obu uzwojeń — wspólne, uzwojenia twornika, przez szczotki połączone są w szeregu.

c) Jedna prądnicą zaopatrzoną w t. zw. drążek napięcia, z którego środka wyprowadzony jest przewód obojętny;

d) Jedna szyna prądnic przyląca się do przewodów skrajnych. Do podziału napięcia służy bateria akumulatorów, połączona równoległe z prądnicą. Ze środka baterji wyprowadzony jest przewód obojętny.

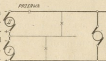
W przykładach niżej podanych przytoczymy przy-
padki w urządzeniach trójprzewodowych o układzie najpro-
stszym, czyli bez baterji akumulatorów i bez sposobów
maszyn do ich ładowania i wyrównywania obciążenia
w obu połowach sieci.

Błędy i uszkodzenia w urządzeniach układu trójprze-
wodowego mogą być następujące:

98. PRZERWA W JEDNYM Z PRZEWODÓW
SKRAJNYCH, np. wskutek stopienia się bezpiecznika,
przypadkowego zer-

wania się przewodu
i t. p. (rys. 84). Lam-
py, włączone pomię-
dzy cały przewód
skrajny, a obojętny,
świecą normalnie.

Lampy zaś drugiej
połowy sieci mają wów-

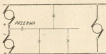


Rys. 84.

czas połączenie w szereg z silnikami lub innymi odbior-
nikami, włączonymi pomiędzy przewody skrajne i są pod
napięciem z prądnicą L . Zarówno jednak silniki, jak
i lampy pracować nie mogą poprawnie, gdyż napięcie to
jest dla nich za niskie.

99. PRZERWA W PRZEWÓDZIE OBOJĘTNYM,
np. wskutek stopienia się bezpiecznika lub przypadko-
wego uszkodzenia, np. zerwania (rys. 85). Żarówki obu
połówek sieci w tym razie łączą się w szereg, a zatem
w tej połowie sieci, gdzie ich jest mniej, świecą jaśniej,
niż zwykle, w drugiej zaś połowie — ciemniej. Je-
żeli w obu połowach ilość żarówek jest jednakowa, to

wszystkie świecą normalnie. Światki, włączone pomiędzy przewody skrajne, pracują poprawnie.

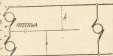


Rys. 83.

Przełącznik, powinien on otwierać się jednocześnie z wyłącznikami przewodów skrajnych, czyli musi być trójbiegunowy.

100. UTWORZENIE SIĘ KRÓTKIEGO POŁĄCZENIA (K) POMIĘDZY JEDNYM Z PRZEWODÓW SKRAJNYCH A OBOJĘTNYM Z RÓWNOCZESNEM STOPIENIEM SIĘ BEZPIECZNIKA W PRZEWODZIE OBOJĘTNYM (rys. 84).

Żarówka i wagi odbiorniki prądu, włączone w szereg połowę sieci, otrzymują napięcie podwójne, co spowoduje natychmiastowe ich zniszczenie. Od-



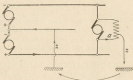
Rys. 84.

biorniki, wprowadzone pomiędzy przewody skrajne, otrzymują napięcie normalne. Bezpiecznik przewodu obojętnego winien być $1\frac{1}{2}$ raza silniejszy, niż w każdym z przewodów skrajnych, a najlepiej jest przewodu obojętnego zupełnie nie zabezpieczać.

101. ZWARCIE ZE SZKIELETEM CELOWO UZIEMIIONYM, PODCZAS GDY PRZEWÓD OBO-

JĘTNY JEST RÓWNIEŻ CELOWO UZIEMIONY*) (ryś. 87). Wypadek taki spowoduje spalanie się krótko zwartej części (a) uzwojenia silnika. Zapobiedz temu może tylko częsta kontrola galvanoskopem w celu sprawdzenia, czy uzwojenia i węzły miedziane części silnika nie mają szkodliwych zwarć ze szkieletem. Najniebezpieczniejsze zauważone uszkodzenie izolacji należy niezwłocznie usunąć.

Odnosnie połączeń z szkieletem uzwojenia twornikowego p. § 57, a.



Rys. 87.

102 JEDNA Z PRĄDNIC NAGLE STANĘŁA, np. wskutek spożycia pasa.

Silniki, włączone pomiędzy przewody skrajne, stają, gdyż otrzymują w tym wypadku podgrzanie w szereg z nieruchomą prądnicą, napięcie więc z prądnicy czynnej (połowiczne), pod jakim zostają, jest za słabe dla ich ruchu. Żarówka, znajdująca się w połowie sieci, zasilanej czynną prądnicą, świeci normalnie, w drugiej

*) W urządzeniach układu trójprzewodowego przewód szkieletowy należy się uzemiać, a to w tym celu, aby napięcie pomiędzy każdym z przewodów skrajnych a szkieletem nie mogło przekroczyć napięcia pojedynczej maszyny. Szkielet silnika uznania się dla bezpieczeństwa obsługi (p. § 118).

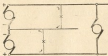
Prócz tego w prądnicach zamierzonych odwrócić się może biegunowość magnetyzmu szątkowego, czyli maszyna może się przemagnesować, a to wskutek przecięcia przez osieki prądu w odwróconym kierunku.



Rys. 88.

W celu zapobieżenia temu, można by zastosować samoczynne wyłączniki minimalne, lecz najlepiej dla urządzenia układać taki, przy którym każda z maszyn wzbudza jest napięciem nie połowicznym, lecz — całkowitym.

103. NIEPRAWIDŁOWE POŁĄCZENIE ZACISKÓW PRĄDNIC Z SIECIĄ, a mianowicie w ten sposób,



Rys. 89.

że oba przewody skrajne są ujemne lub dodatnie (rys. 89). Przyczyną tego wypadku może być odwrócenie się biegunowości u jednej z maszyn (p. 8 102 lub

tak błędne przyłączenie zacisków maszyny.

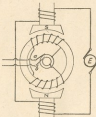
Zaciski lub inne odbiorniki, włączone pomiędzy przewody skrajne a obojętny, otrzymują napięcie normalne. Słotki natomiast, wprowadzone pomiędzy przewody skrajne, nie otrzymują żadnego napięcia. Prze-

wód obójtany nadmierne się nagrzewa, ponieważ przepływa przez nię prąd, równający się sumie prądów w obu przewodach skrajnych.

Należy przełożyć końce przewodów na zaciskach jednej z prądnic lub zmienić biegunowość magnesów, przepuszczając przez oski magnesowe prąd we właściwym kierunku (p. § 67).

Prądnice prądu zmiennego.

Prądnice jedno- i wielofazowe dawniej budowane



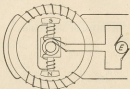
Rys. 90.

(rys. 90) posiadały zazwyczaj tworznik wirującej pompydry nieruchomymi magnesami, wzbudzane prądem stałym z innej maszyny, (E).

Wytwarzany w tworzniku prąd dostawał się do obwodu zewnętrznego przez pierścienie i szczotki (a, b). Obecnie spotyka się takie maszyny bardzo rzadko, chyba tylko do napięć, nie przewyższających 500 woltów.

Współczesne zaś prądnice prądu zmiennego bez względu na napięcia budowane są z nieruchomym tworznikiem i wirującymi magnesami, wzbudzane prądem stałym, wytwarzanym w prądnicach, specjalnie do tego przeznaczonych, i zw. wzbudziacy E (rys. 91), najczęściej sprzęgniętej bezpośrednio z wałem prądnicy prądu zmiennego.

Pomieszczenia prądnic typu pierwszego posiadają magnetyczną, niezemną nie różniącą się od magnetycznej prądnic prądu stałego, a w tworniku ruchomym zachodzącego mogą



Rys. VI.

zaskić uszkodzenia, jak w tworniku nieruchomym, pręto zatrzymywał się osobno nad maszynami temi nie będącymi, poszczególne bowiem wypadki uszkodzeń i wadliwego działania znaleźć można w poprzednich paragrafach.

A. Iskrzenie się szczotek.

W maszynach prądu zmiennego szczotki, ślizgające się po jednolitych pierścieniach ślizgowych daleko mniej są skłonne do iskrzenia się, niż w maszynach prądu stałego, w których stykają się z kolektorem, podzielonym na dzielniki. Jednak i tutaj zachodzą niekiedy wypadki iskrzenia się. Przyczyny tego bywają rozmaite.

104. ZŁY STAN POWIERZCHNI PIERŚCIENI ŚLIZGOWYCH, który spowodowany bywa przez:

a) zabrudzenie się pierścieni ślizgowych w ciągu długotrwałej pracy, (należy je wytrzeć płótnem karborundowem);

b) za miękkie szczotki węglowe, które, smarując powierzchnię pierścieni, pogarszają styk (zastosować szczotki twarde);

c) pierścienie nieokrągłe lub porysowane na powierzchni (pierścienie obtoczyć lub doszlifować płótnem karborundowem).

105. ZA SŁABY NACISK SZCZOTEK.

Zły styk pierścieni ze szczotkami, spowodowany drżeniem tych ostatnich, należy polepszyć, naciskając uszkiej sprężyny. Nacisk szczotek nie powinien przekraczać 150 — 200 gr. na 1 cm² powierzchni stykowej.

106. KRÓTKIE POŁĄCZENIE POMIĘDZY PIERŚCIENIAMI ŚLIZGOWEMI, np. wskutek przebiecia izolacji.

Sprawdza się galwanoskopem.

B. Prądnicą nie daje napięcia.

107. MASZYNA WZBUDZAJĄCA NIE DAJE NAPIĘCIA.

Dotarczenie prądu do uzwojenia magnesów prądnic prądu zmiennego czyli ich wzbudzenie odbywa się z małych prądnic prądu stałego (wzbudnic), bezpośrednio z nimi sprzęgniętych. Układ połączenia prądnicy wzbudzającej z prądnicą prądu zmiennego mamy na rys. 92:

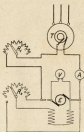
E — prądnicą wzbudzającą,

T — prądnicą prądu zmiennego,

R_1 — opornik regulujący wielkość prądu wzbudzającego,

R_2 — opornik regulujący napięcie tego prądu.

Ponieważ niedokładności w maszynach wzbudzających przytrafiają się takie same, jak i w zwykłych maszynach prądu stałego, więc po przekonanym się, że maszyna wzbudzająca istotnie nie daje napięcia (woltomierz jej nie nie wskazuje), należy szukać rady w odpowiednim § 45 — 79).



Rys. 92.

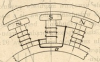
108. PRZERWA W OBWODZIE WZBUDZAJĄCYM. Zdarza się, że chociaż maszyna wzbudzająca wy-

Uszkodz. w masz. elektr.

tworzą napięcie, lecz nie daje prądu. Amperoniemierz w obwodzie wzбудzającym wskazuje zero. Oznacza to, że w tym obwodzie jest głębsza przerwa, której odszukanie należy galwanoskopem.

Przerwa znajduje się może:

a) w uzwojeniu magnetośnicy cegły wirnika. Uszkodzoną cewkę należy wymenić. W wypadkach jednak pilnych, przy znacznej liczbie cewek w magnetośnicy, uszkodzoną cewkę bez szkody można z obwodu



Rys. 93

wykazać, łącząc ze sobą końce sąsiadnych cewek drutem odpowiedniej grubości a (rys. 93). Dla otrzymania pełnego napięcia, prąd w obwodzie wzбудzającym musi być owadłok

zwiększony. Zależy wówczas pewna nierównomierność w napięciu poszczególnych biegunów, to jednak nie szkodzi;

b) w oporniku regulującym wielkość prądu wzбудzającego R , (rys. 92 na str. 129).

Sposób naprawy w pilnych wypadkach opisany w § 71;

c) w przewodach łączących magnetośnicę prądnicę z maszyną wzбудzającą.

109. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W OBWODZIE WZBUDZAJĄCYM

W tym wypadku maszyna wzбудzająca wytwarza napięcie normalne, lecz prąd jej jest zbyt słaby, wskutek krótkiego połączenia w obwodzie (najczęściej to zbyt wysokie wskazania amperoniemierza). Prąd utrwajający magnetośnicę przepływa tylko bardzo słaby prąd lub nie przepływa zupełnie przez cewki wzbudzające niema

i w tworniku prądnicą prądu zmiennego nie wznieca się napięcie.

Miejsce krótkiego połączenia znaleźć się może:

- a) w pierścieniach ślizgowych,
- b) w przewodach doprowadzających.

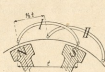
W każdym z tych wypadków konieczną jest odpowiednia naprawa, polegająca na starannym zaszokowaniu uszkodzonego miejsca.

110. PRZERWA W UZWOJENIU TWORNIKOWYM.

Jeżeli wzniecone jest w porządku, a prądnicą mimo to nie daje napięcia, to istnieje przerwa w uzwojeniu twornika. Podstawą w prądnicach prądu zmiennego uzwojenie twornika stanowią nieruchome szeregi, złożone w głębszych kadrach, a końcówki ich spoczywają na stałych zaciskach, przeto wypadki przerwy drutów w uzwojeniu twornika zdarzają się nader rzadko. Przerwę odnajduje się przy pomocy galwanoskopu.

- a) w prądnicach jednofazowej, mającej swoje twornikowo połączone szeregiowo, wystarczy jedna przerwa drutu, aby maszyna zupełnie nie dawała napięcia, wówczas bowiem prąd nie może obiegać po uzwojeniu. W razie przerwy w głębi szeregu, gdy nie ma możności zatrzymania maszyny na dłuższą chwilę wymiany uszkodzonego szeregu, można ten ostatni z obwołu wyłączyć, łącząc ze sobą końce sąsiednich szeregów. Aby utrzymać normalne napięcie, należy wówczas odpowiednio zwiększyć wzbudzenie. Jeżeli zaś uzwojenie twornikowe, jak to bywa w maszynach o niskim napięciu i znacznym prądzie, składa się z kilku równoległych obwołów, to przerwa w jednym obwole, nie wpływając na wysokość rozwijanego przez maszynę napięcia, powoduje większe rozwinięcie się pozostałych całych obwołów uzwojenia twornikowego.

b) w prądnicach dwufazowych uszeregowanie twornika składa się z dwóch odrębnych uzwojeń, przesuniętych względem siebie o połowę odległości pomiędzy następującymi po sobie biegunami magnetycznymi (rys. 94)*). Koniec obu uzwojeń, połączone są ze sobą w jednym punkcie, z którego wychodzi przewód środkowy. W schematyczny sposób połączenie to wskazuje rys. 95. Każda



Rys. 94.



Rys. 95.

z zygawkowatych linii oznacza szereg połączonych ze sobą sekcji uzwojeń twornikowych tej samej fazy**).

Przy takim ułożeniu, w razie przerwy w uzwojeniu jednej z faz, np. w fazie I, otrzymujemy normalne napięcie tylko z fazy nieuszkodzonej (II). Pomiędzy zaś zaciskami fazy przerwanej, jako też pomiędzy przewodami skrajnymi, napięcia nie będą. Prądnicę zatem pracować będzie, jako jednofazową, na jedną połowę sieci.

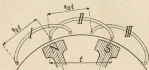
c) Uzwojenie twornika prądnic tryfazowej składa się z trzech odrębnych uzwojeń, przesuniętych względem

* Na rys. 94 i 95 wskazane jest schematycznie uzwojenie, w którym przypada po 1 biegun na biegun i fazę. W praktyce zwykle zwykła ma biegun i fazę daje biegunów więcej.

** W sieciach dwufazowych napięcie pomiędzy przewodami skrajnymi jest 1,42 raza większe, niż napięcie pomiędzy każdym z przewodów skrajnych z—środkowym.

Przewód środkowy zwykła daje się o przekroju 1,42 raza większym, od przekroju przewodów skrajnych.

siebie o $\frac{1}{2}$ odległości pomiędzy następującymi po sobie łógunkami magnosowymi (rys. 96).



Rys. 96.

Spojarzenie tych uzwojeń może być dwójakie: w gwiazdę (rys. 97) lub w trójkąt (rys. 98). Przy po-



Rys. 97.



Rys. 98.

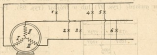
łączeniu w gwiazdę niekiedy z punktu węzłowego wyprowadzony bywa przewód obciążny, czyli zerowy*).

*) Przy połączeniu w gwiazdę napięcie pomiędzy każdą parą przewodów skrajnych jest 1,73 raza większe, niż napięcie pomiędzy którymkolwiek z przewodów skrajnych a—obciążnym. Przy połączeniu zaś w trójkąt napięcia pomiędzy każdą parą przewodów są jednakowe, lecz prąd, płynący po przewodzie obciążonym, jest 1,73 raza większy od prądu, płynącego po jednym z boków trójkąta.

Skutek przerwy w uzwojeniu twornika zabiegany jest od tego, w jaki z powyższych dwóch sposobów uzwojenie prądnicy jest połączone.

Jeżeli przy połączeniu w gwiazdę znajdzie przerwa w jednej z faz, np. I, to maszyna może pracować, jako jednofazowa i da napięcie pomiędzy zaciskami b i c, pomiędzy zaś zaciskami a i b, jako też a i c, napięcia nie będzie. W razie przerwy w dwóch fazach, prądnica nie da żadnego napięcia, chociażby uzwojenie trzeciej fazy było w porządku.

Jeżeli przy połączeniu w trójkąt zdarzy się przerwa w uzwojeniu jednej z faz, np. III, to prądnica będzie dawać napięcie, jak i przedtem, na wszystkich trzech zaciskach, gdyż obwód bezprzerwowy dwóch pozostałych



Rys. 99.

ciągach, gdyż na zaciski a i c pracować będą fazy I i II. Będą one tylko silniej obciążone, co można poznać po większem rozgrzaniu ich uzwojenia. W razie powstania przerwy próżno tego jeszcze w fazie II, maszyna pracować będzie, jako jednofazowa, dając napięcie na zaciskach a i b. Z tego widzimy, że prądnica, połączona w trójkąt, zupełnie nie daje napięcia, gdy mamy przerwę w uzwojeniu wszystkich trzech faz.

Zacznijmy tu naszą, że podczas przerwy w uzwojeniu jednej z faz twornika niekiedy lampy żarowe tej fazy mogą się świecić. Dla przykładu weźmiemy prądnicę trójfazową, połączoną w gwiazdę z przerwą w fazie I (rys. 99). Żaróweczki 3 i 6 będą pod całkowitem napię-

ciemny światły się będą połmna światłem, żarówki zaś 1 i 2, zarówno jak 4 i 5, połączone po dwie w szereg, światły się będą przyzwoitym szarwanawym blaskiem. Przy prądnicę nieuniknioną mając po jednym wyżywisku w każdej szereg, zjawisko to możemy wykorzystać, w celu uzyskania różnej silności światła w poszczególnych grupach lamp.

3. Przyłącza dają za niskie napięcie

III KLASA PRZYCŁĘCZÓW BIEGUN PRĄDNIKI

Wzrost danej grupy zależy od sposobu jej wykonania i od przyjętych warunków napięcia. W tym względzie należy pamiętać, że ciemność, występuje, jeżeli nie ma dostatecznej ilości światła, a nie dlatego, że jest ono zbyt słabe. Przyczyną tego może być również zbyt niska wartość napięcia. W tym celu należy wykonać podłączenie, jak to zostało przedstawione na rysunku.

Wzrost danej grupy zależy od sposobu jej wykonania i od przyjętych warunków napięcia.

- a) jeżeli wartość napięcia jest zbyt niska
- b) jeżeli wartość napięcia jest zbyt wysoka

Wzrost danej grupy zależy od sposobu jej wykonania i od przyjętych warunków napięcia.

III KLASA PRZYCŁĘCZÓW WYBUDEKOWYCH

Wzrost danej grupy zależy od sposobu jej wykonania i od przyjętych warunków napięcia.

Wzrost danej grupy zależy od sposobu jej wykonania i od przyjętych warunków napięcia.

C. Prądnicą daje za niskie napięcie.

III. ZA MAŁĄ PRĘDKOŚĆ BIEGU PRĄDNICY.

Napięcie danej prądnicy zależy od stopnia jej wzbudzenia i od prędkości wirowania magnetośley. W razie więc zbyt małej liczby obrotów możemy, wprowadzając, przeto powiększenie prądu wzbudzającego doprowadzić prądnicę do normalnego napięcia, lecz wystąpiłoby wówczas nadmierne grzanie się uzwojenia wzbudzającego, jako też śluz tworzenia, Czynić więc tego nie należy.

Przyczyny zbyt małej prędkości biegu prądnicy mogą być następujące:

- a) za mała prężność pary w silniku napędzającym;
- b) regulator silnika napędzającego wadliwie działa;
- c) tachometr zepsuty, — błędnie wskazuje liczbę obrotów.

III. NAPIĘCIE PRĄDNICY WZBUDZAJĄCEJ ZA NISKIE. (P. uszkodzenia maszyn prądu stałego § 26—33).

III. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W UZWOJENIU TWORNIKA.

Uszkodzenie to rozpoznaje się po tem, iż słyszy krótko połączone są rozgrzane silniej od innych uzwojeń, a także po obniżeniu się napięcia maszyny. Niekiedy towarzyszy temu silne brzęczenie maszyny oraz drżenie. Daje się czuć zapach spaleniowy. Pędzenie maszyny w tym sta-

nie pociągnęłyby za sobą spalanie się całego uzwojenia. Należy niezwłocznie zatrzymać ją do naprawy.

Rozróżniamy dwa wypadki:

a) Krótkie połączenia wewnątrz jednego lub kilku zespołów łuszkobitowych tej samej fazy. O ile uszkodzony zespół nie jest odrazu widoczny, to można go odnaleźć, mierząc podczas biegu maszyny przy pomocy woltomierza (dla zmiennych prądów) napięcie na końcówkach każdego zespołu, przyczem zespół krótko połączony wykaże mniejsze napięcie lub zupełny brak. Czynność tę skutecznie należy z wielką ostrożnością, gdyż prąd zmienny, nawet o stosunkowo niskim napięciu działa może śmiertelnie. W warunkach szczególnie nieprzychylnych, np. gdy ubranie dotykającego jest wilgotne lub przesycone kwasami, prąd zmienny także może już przy napięciu 200 woltów.

Pod wpływem napięcia, powstającego w krótko połączonym zespole, rozwija się prąd znacznej wielkości, który, krążąc po zespole, silnie go rozgrzewa. Przyczem ogólnie napięcie maszyny spada, ponieważ uhywa z obwodu jeden element wytwarzający prąd, a oprócz tego silny prąd, powstający w zespole uszkodzonym, oddziaływa na bieguny, osłabiając natężenie pola magnetycznego.

O ile uszkodzonego zespołu nie można w prosty sposób naprawić, wstawiając pomiędzy stykające się ze sobą zespoły kawałek miedzi, to należy go wynieść na inny lub przewidzieć. Ta ostatnia wspaniała robota wymaga dłuższego czasu i jeżeli warunki nie pozwalają na razie na zatrzymanie maszyny, to zaradzić temu można tymczasowo, wyłączając z obwodu krótko połączony zespół. W tym celu, oddzielwszy końce uszkodzonego zespołu od sąsiednich zespołów z prawej i lewej strony, te ostatnie łączą się ze sobą drutem miedzianym. Usunięcie jednego zespo-

ju z łańcucha, urządzenia twornikowego nie wywiera najmniejszego wpływu, w maszynach bowiem prądu zmiennego zwykle jest ich duża liczba. Cokolwiek tylko należy zwiększyć prąd wtudziejący.

W razie krótkiego połączenia w jednym lub kilku zwojach urządzenia jednej z faz prądu trójfazowej, napięcie pomiędzy końcówkami tej fazy spadnie, napięcie zaś fazy pozostałej będzie normalne.

W prądnicach trójfazowej, połączonej w gwiazdę, w razie utworzenia się krótkiego połączenia w urządzeniu jednej z faz, napięcie pomiędzy jej końcówką a końcówkami dwu pozostałych faz będzie niskie. Pomędzy zaś końcówkami dwu całych faz napięcie będzie normalne.

W prądnicach zaś połączonej w trójkąt, w razie krótkiego połączenia w urządzeniu jednej z faz, napięcie pomiędzy końcówkami tej fazy spada, pomiędzy zaś końcówkami niewszkadzonych faz — pozostaje prawie normalne.

Krótkie połączenie w prądnicach może powstać także za pośrednictwem zwojów, w to dla tego, że szkielety, czyli żelazne części prądnic prądu zmiennego, są zazwyczaj uzwojone, to znaczy przy pomocy osobnego przewodu połączone elektrycznie z ziemią^{*)}. Boli się to w celu następującym: może także przypadek, że w szoroko rozgałęzionej sieci przewodów izolacja jednego z nich gdzieś się uszkodzi i przewód ten zwarty zostanie z ziemią. Jeżeli równocześnie ze szorokiem zdarzy się uszkodzenie izolacji i zwarcie między ze szkieletem maszyny, który nie jest uzwojony, to maszynista, stojący na ziemi, w razie dotknięcia się do szkieleta maszyny, stanowiłby przewód łączący

Przebieg wypadku uszkodzenia izolacji przewodu z szkieletem

^{*)} Zauważać tu należy, że maszyny, mające szkielety uzwojone, niebezpieczną są więcej niż uszkodzenia od wyładowań, silniczek elektrycznych (w postaci prądu izolacji) p. d) W celu zapobieżenia tym uszkodzeniom, muszą być one uszczelnione w odgrzewaniu.

części szkieletu maszyny z ziemią (czyli obydwu miejsc uszkodzenia) i prąd, przechodząc przez jego ciało, poraziłby go. W razie zaś specjalnego połączenia szkieletu maszyny z ziemią, człowiek stanowi tylko odnogi bocznikową względem przewodu uziemniającego i przedstawiając opór daleko większy od tego ostatniego, nie jest narażony na przejście przez niego znacznego prądu^{*)}.

W maszynie niezziemionej równoczesne zwarcie kabla z ziemią i zwarcie nawojenia maszyny ze szkieletem mogłoby pozostać na razie nieostrzeżone. W maszynie zaś uziemionej natychmiast zaczyna płynąć prąd przez ziemię od jednego miejsca uszkodzenia do drugiego i, obiegając odnośną część nawojenia, nadmiernie ją nagrzeje.

Do stwierdzenia zwarcia sieci przewodów z ziemią służy wskazywał wskazówka, składający się z trzech woltometry przyłączonych jednymi końcówkami do każdej z faz. Drugie końcówki woltometry łączą się z sobą w punkt węzłowy, z którego wychodzi przewód uziemniający (rys. 100). Niejednakowe napięcie w fazach dowodzi obecności zwarcia z ziemią. Faza, wykazująca niższe napięcie ma uszkodzoną izolację.

b) Krótkie połączenie faz w staroju się tworzą. Takie połączenia w prądnicach trójfazowych mogą nastąpić albo przez bezpośrednie zetknięcie się obciążonych z izolacji oddzielnych faz ze sobą, lub też, co jest równoważne, przez zetknięcie się każdego z nich osobno z izolacją szkieletu. Oprócz silnego rozgrzania się nawojenia w części krótko połączonej, uszkodzenie daje



Rys. 100.

^{*)} Inny sposób zabezpieczenia obciążającego maszyny od porażenia prądem polega na izolowaniu szkieletu maszyny od stery i połączeniu jej obwodkiem izolacyjnym.

o sobie znać przez niejednakowe napięcie faz. Zwarcie ze szkieletem wykrywa się galwanoskopem.

Krótkie połączenie w urwojeniu twornikowym utworzyć się może czystokroć przez nastąpienie izolacji wilgocią. Dlatego też przed pierwszym puszczeniem w ruch nowych maszyn izolację ich przesusza się bądź w pomieszczeniu odpowiednio ogrzaniem, bądź zapomocą prądu elektrycznego. Susząc prądnicę prądem, postępujemy w sposób następujący. Kołcówki prądnicy łączy się ze sobą przewodem o grubym przekroju na krótko (jeżeli jest to prądnica trójfazowa, to łączy się wszystkie trzy kołcówki ze sobą). Potem puszcza się prądnicę w ruch, dając jej normalną liczbę obrotów, i wzbudza się prądem o napięciu możliwie niskim. Następnie, uważając ściśle na amperomierz, włączony do jednej z faz, regulujemy wzbudzanie w ten sposób, aby wielkość prądu, stopniowo zwiększając się, doszła do wysokości dopuszczalnej dla danej prądnicy. Prądnicę pędzi się tak przez kilka godzin, aż dopóki badanie oporu izolacji miernikiem, dokonane po zatrzymaniu maszyny nie wykáže zadowalającego stanu izolacji.

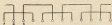
114. BŁĘDNE POŁĄCZENIE ZWOJÓW TWORNIKOWYCH. Zdarza się, że w maszynie jeszcze nie wypróbowanej lub po uszkodzeniu urwojonej na nowo szeregi twornikowe połączone ze sobą błędnie. Źmianą tego bywa niejednakowe napięcie w poszczególnych fazach.

Zarwoje winny być łączone w ten sposób, aby koniec jednego szeregu był połączony z początkiem drugiego, koniec drugiego z początkiem trzeciego i t. d. Jeżeli jednak w luźnym szeregu zrobiono pomyłkę i jeden z nich przyłączono do innych w ten sposób, że koniec jego łączy się z końcem sąsiedniego szeregu i początek z początkiem sąsiedniego — z drugiej strony, to bę-

dzia on przeciwdziałał innym i ogólnie napięcie maszyny, względnie napięcie jednej fazy, zmniejszy się o napięcie dwóch szeregowo.

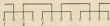
Błąd taki można wykryć przy pomocy woltampera, przyłączając jedną końcówkę jego do końcowego zacisku uzwojenia, a drugą — dotykając kolejno do końcówki pierwszego szeregu, następnie drugiego, trzeciego i t. d. O ile w danym razie napięcie nie wzrosło o jednakową wielkość, to szeregiem jest przyłączony błędnie. Należy uważać przy tej czynności zachować ostrożność, wspomnianą w § 113.

Może także wypadek, że nie jeden szereg, lecz uzwojenie całej fazy połączono błędnie z inną fazą; np. może się zdarzyć, że, łącząc uzwojenie prądu tryfazy-



POŁĄCZENIE ODŁĄCZNE

Rys. 101.



POŁĄCZENIE WŁAŚCIWE

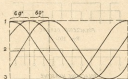
Rys. 102.

szeregi w gwiazdę, zamiast połączyć początek jednej z faz z zaciskiem zewnętrznym, a koniec — z punktem zerowym, połączono odwrotnie czyli tak, jak na rys. 101, zamiast zgodnie z rys. 102. Maszyna będzie wówczas wytwarzać również prąd tryfazowy, ale fazy jego będą przesunięte nie o 120° , jak być powinno, lecz o 60° (p. wykres na rys. 103).

Niedokładność ta uwieczniona się niejednakowym napięciem międzyprzewodów. Pomiędzy fazami 1 i 3 pamo-

wał bezkne napięcie normalne, pomiędzy zaś fazami 1 i 2, jako też 2 i 3, otrzymany napięcie 1,73 raza większe od normalnego, żarówka więc pomiędzy temi fazami będzie świecić żółtawo czerwonym blaskiem. Silniki, otrzymując prąd z tak połączonej prądnicy, mogą wprawdzie pracować, lecz nie rozwiją całkowitej mocy.

115. BŁĘDNE POŁĄCZENIE ZE SOBĄ CEWKI MAGNESOWYCH. W maszynach prądu zmiennego z magnocnicą o wystających biegunach zdarzyć się może, że końce cewek magnesowych przez pomyłkę połączone ze sobą niewłaściwie, t. j. tak, że bieguny nie następują po sobie naprzemiennie, t. j. *N, S, N, S* i t. d. Następstwem tego jest osłabienie pola magnetycznego, a co za tem idzie, mniejsze napięcie prądnicy.



Rys. 103.

Należy błęd napięcia, łącząc końce cewek tak, aby w jednych prąd obiegł w kierunku wskazówki zegara, a w innych — w kierunku odwrotnym (p. § 32, a).

116. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W CEWKACH MAGNESOWYCH. Przy tem uszkodzeniu daje się zauważyć nadmierne prąd we uzwojeniu (obciążenie nieprzemiarza). W cewkach magnesowych maszyn prądu zmiennego tak samo, jak i w cewkach maszyn prądu stałego, może najść stykające się między w zwyczaj (p. § 32,

d), wskutek czego w obwodzie, przedstawiającym równocześnie mniejszy opór, powstaje większy prąd, nadmierne nagrzewający resztę całych cewek i ujemniejszy się także skróceniem szczytów wzbudnicy. Wskutek silnego pola magnetycznego, prądnicą zmiennego prądu nie daje pełnego napięcia. Krótko połączoną cewkę magnetyczną (połączając się z nią) można jest osiągnąć napięcie od innych.

Należy ją przewinąć

Prądnicę zmienną

D. Nadmierne zagrzewanie się prądnicy.

117. PRZECIĄŻENIE MASZYNY. Podobnie jak w maszynach prądu stałego, tak i w prądnicach prądu zmiennego, w razie przeciążenia nadmierną pracą, uzwojenie twornika (w danym razie kadłuba) znacznie, aczkolwiek równomiernie, się nagrzewa. Dla tego nie należy przy pędzeniu maszyny odstępować od norm dla niej przepisanych, mianowicie — liczby obrotów i wysokości napięcia, nie przekraczać dopuszczalnej wielkości prądu.

118. ZAHAMOWANIE PRZEWIETRZENIA. Samoczynne ochładzanie uzwojenia maszyny prądem powietrzem podczas jej biegu jest rzeczą bardzo ważną. W tym celu wirniki większych prądnic, pracujących przy znacznej liczbie obrotów (np. w turboprądnicach), zaopatrywane bywają w tarcze z łopatkami, stanowiące rodzaj wentylatorów, które wirują razem z niemi. Zahamowanie dopływu powietrza do wnętrza maszyny spowodowałoby nadmierne rozgrzanie jej uzwojenia (p. także § 51).

119. NIEWŁAŚCIWY SPOŚÓB POŁĄCZENIA FAZ PRĄDNICY.

Prądnice trójfazowe bywają budowane do połączenia bądź w trójkąt, bądź w gwiazdę (p. rys. 97 i 98 na str. 123). Dowolną zmianą sposobu połączenia nie jest dopuszczalna. Gdyby bowiem np. uzwojenie twornika maszyny, wykonanej dla połączenia w trójkąt, połączone przez pomyłkę w gwiazdę, to, dla wywołania normalnego napięcia, trzeba by ją daleko słabiej wzbudzać.

Oczywiście uzwojenie magnesów będzie nagrzewać się mniej, niż przed tem, za to przez uzwojenie twornika, przy obciążeniu maszyny normalną liczbą wrotów, przechodziłby prąd 1,73 raza silniejszy. Tym sposobem uzwojenie byłoby nadmiernie rozgrzane.

Jeżeli natomiast uzwojenie maszyny, przeznaczonej do połączenia w gwiazdę, pomylkowo połączone w trójkąt, to wzbudzenie maszyny dla doprowadzenia jej do normalnego napięcia musiałoby być silniejsze. Uzwojenie więc magnesów, z powodu większego prądu, nagrzeje się nadmiernie. (Nagrzeje się również nadmiernie żelazo twornika wskutek prądów wirujących). Uzwojenie zaś twornika przy pracy maszyny za pełną liczbę wrotów będzie obciążone 1,73 raza słabszym prądem, nie wykazując zatem nadmiernego rozgrzania.

120. KRÓTKIE POŁĄCZENIA W UZWOJENIU TWORNIKA, bezpośrednio lub przez sznurek, powodują także nadmierne rozgrzanie się uzwojenia, lecz tylko części połączonej krótko. Wypadki te opisane są w § 113.

IV.

Asynchroniczne silniki indukcyjne.

Z pośród różnych silników prądu zmiennego*) najbardziej rozpowszechnione są silniki indukcyjne, t. z. asynchroniczne i dla tego wyłącznie o nich tu będzie mowa.

Uzwojenie, statorów silników asynchronicznych niczem się prawie nie różni od uzwojenia statorów prądu, t. j. inny jest tylko wirnik.

Z powodu nader prostej konstrukcji tych silników i braku kolektora, uszkodzenia w nich zdarzają się daleko rzadziej, niż w silnikach prądu stałego.

Wśród silników asynchronicznych odróżniamy dwie odmiany:

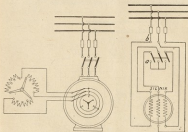
1) Silniki dwu- i trójfazowe z polem wirującym, wytwarzanem przez prądy, których fazy są względem siebie przesunięte. Takie silniki ruszają z miejsca same bez żadnych pomocniczych urządzeń. Pod względem ustroju wirnika dzieli się one na silniki z pierścieniami ślizgowymi i opornikiem rozruchowym i silniki z wirnikiem krótko zwartym.

Silniki z pierścieniami ślizgowymi (rys. 104) posiadają wirnik uzwojony w ten sposób, że kościelki tego

*) Prócz silników asynchronicznych, mamy jeszcze silniki prądu zmiennego—synchroniczne i kolektorowe.

urządzenia połączone są z pierścieniem ślizgowym, które w chwili rozruchu łączą się za pośrednictwem szczotek z opornikiem rozruchowym. W pełnym biegu zaś za pomocą specjalnego urządzenia, szczotki podnosi się, a pierścienie ślizgowe łączą się ze sobą krótko.

Silniki drugiego rodzaju mają sterniki krótkie zwar-
te tak podczas puszczenia, jak i w pełnym biegu. Z po-



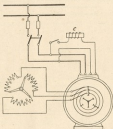
Rys. 104.

Rys. 105.

wodu nadzwyczaj prostej budowy silniki te są bardzo rozpowszechnione. Mają jednak tę słą stronę, że w chwili rozruchu zużywają bardzo duże prądy, co odbija się szkodliwie na prawidłowym biegu całego urządzenia, zwłaszcza na obciążeniu. W celu zmniejszenia prądu rozruchowego silniki tego rodzaju częstość otrzymują specjalny układ połączeń, natomiast taki, że przy puszczeniu w ruch przełącznik stawia się na kontakty *a* (p. rys. 105) i uruchomieniu statora dajemy tym sposobem połączenie w gwiazdę. Gdy silnik ruszy, przełącznik stawia-

my na kontakty b i silnik biegnie dalej w połączeniu na trójkąt. Zyskuje się tyle, że przy połączeniu w gwiazdę napięcie w uzwojeniu statora jest 1,73 raza niższe od napięcia przy połączeniu w trójkąt.

2) Silniki jednofazowe są z budowy i sposobu działania podobne do silników dwu- i trójfazowych, ale mają tę wadę, że bez specjalnych urządzeń, wywołujących sztucznie przesunięcie faz, nie ruszają z miejsca.



Rys. 106.

Przesuniętą fazę prądu osiągnąć przy pomocy dodatkowego uzwojenia w statorze, przyłączonego równoległo do uzwojenia głównej fazy. W obwód pomocniczego uzwojenia wtrącona jest cawka c (rys. 106), wywołująca w nim, wskutek samoindukcji, opóźnienie prądu w fazie. Tym sposobem w obu uzwojeniach statora w chwili rozruchu fazy prądów są względem siebie przesunięte. Przesunięcie faz strzymać można

również przy pomocy pojemności (p. § 134). Gdy silnik jest w pełnym biegu, dodatkowe te urządzenie wyłączy się.

Silniki jednofazowe, również jak i wielofazowe, mają wirniki krótko zwarte lub z pierścieniami ślizgowymi.

Ponieważ silniki trójfazowe i jednofazowe mało się różnią od siebie w szczegółach, a pierwsze z nich są daleko więcej rozpowszechnione, przeto, opisując wypadki uszkodzeń, będziemy mieli na uwadze głównie silniki trójfazowe. W miarę wyróżniających się właściwości silników jednofazowych będzie to zaznaczona.

A. Nadmierne zagrzewanie się silnika.

121. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W UZWOJENIU STATORA. Może ono zdarzyć się bądź w zwojach jednej fazy, bądź też pomiędzy dwiema różnymi fazami, a to przez bezpośrednie zetknięcie się ze sobą miedzi lub przez podwójne zwarcie ze szkieletem maszyny, względnie przez podwójne zwarcie z ziemią. Ten ostatni wypadek szczególnie łatwo przytrafić się może w silnikach, których punkt zerowy uzwojenia jest osłowo uziemiony.

Objawy: Uzwojenie statora rozgrzane, miejscami znacznie, miejscami zaś umiarkowanie. Rozchodzi się zapach spalony. Wielkość zużywanego przez silnik prądu jest nadmierną i niejednakową w poszczególnych fazach. Silnik rusza ze słabą siłą porównawczą. Siedlisko uszkodzenia poznaje się po miejscach największego rozgrzania. Zawszy krótko połączony w jednej z faz nadto można odnaleźć za pomocą pomiaru napięcia na tościwkach poszczególnych zwojów. (p. § 118) lub lepiej za pomocą pomiaru oporu zwojów mostkiem Wheatstona.

Krótkie zaś połączenie pomiędzy fazami rozpoznajemy w sposób następujący. Rozłączamy połączenie faz w statorne za pomocą odjęcia słazek, znajdujących się na dozwolonej żarówce silnika. Dotyczy to tak silników z uzwojeniem skojarzonym w gwiazdę, jak i w trójkąt. Szazki izolujemy od pierścieni ślizgowych, podkładając pod nie kawałki przesłanu lub miki. Puścimy następnie prąd z sieci do silnika. W razie

krótkiego połączenia pomiędzy fazami, słychać silne brzęczenie. Jeżeli zaś takiego połączenia nie ma, brzęczenia nie słychać. Zwarcie uzwojenia ze szkieletem rozpoznajemy za pomocą galwanoskopu.

Silnik w tym stanie pędzony być nie może, uzwojenie jego bowiem wówczas spaliliby się do reszty.

Należy uzwojenie naprawić przez zamówienie miejsca krótko połączonego lub przez wymianę zwroju.

Krótkie połączenie w statorez utworzyć się może wskutek:

a) nadwergnięcia czyli nadłarcia izolacji przewodników przy uzwojeniu statora;

b) wilgoci, pod wpływem której z czasem nastąpić może skruszenie izolacji i podatność jej do przebicia. Przed pierwowzorem puszczeniem nowego silnika w ruch należy zbadać stan jego izolacji przy pomocy miernika oporu izolacji (p. § 36, b) i w razie potrzeby silnik przesuszyć, umieszczając go na pewien czas w umiarkowanie ogrzanej pomieszczeniu.

122. BŁĘDNE POŁĄCZENIE FAZ W UZWOJENIU STATORA. Jeżeli uzwojenie statora danego silnika miało być połączone w trójkąt, a przez pomyłkę połączone je w gwiazdę, to, jakkolwiek silnik taki czynny być może, lecz siła jego podługowa przy nominalnej wielkości prądu (czyli oznaczonej na tabliczce, przytwierdzonej do silnika) będzie znacznie mniejsza (blisko 3 razy) od normalnej. Gdybyśmy jednak silnik obciążyli znacznie czyli normalną liczbą wałów, to przez stator przepływałby prąd 1,73 raza większy, niż przy połączeniu w trójkąt. Przy pracy silnika nadmiernie nagrzewałyby się uzwojenia statora i wirnika. Mogłoby to spowodować zniszczenie izolacji i niesdatność silnika do dalszej pracy.

Silniki krótko-czwarte, zaopatrzone w przełączniki z gwiazdy na trójkąt (rys. 106) przy pełnem obciążeniu

mogą pracować w połączeniu na gwiazdę tylko w czasie rozruchu, nigdy zaś przy stałym biegu.

121. ZA NISKIE NAPIĘCIE W SIECI. Takie same, jak wyżej, objawy wadliwego biegu silnika ujawniają się wtedy, gdy silnik przyłączono do sieci o napięciu niższym niż to, dla którego został zbudowany.

122. NIEDOKŁADNY STYK W UZWOJENIU WIRNIKA ALBO W JEGO OBWÓDZIE. W silnika z pierścieniami ślizgowymi niedostateczny styk może zajść w miejscu połączeń uzwojenia lub w przyrządzie, zawierającym pierścienie albo też w rozrzeszniku. Wskutek zwiększenia się oporu w jednej z faz wirnika, działanie silnika zostaje zakłócone.

Objawy: Uzwojenie wirnika nagrzewa się nadmiernie, a po części także uzwojenia statora; zmniejszona liczba obrotów silnika (za duży poślizg); duże zużycie prądu; silnik słabiej osiągnie.

Należy odszukać miejsce złego styku i naprawić je przez złutowanie, doćrulowanie i t. p.

Co się tyczy przyrządu do łączenia nakrętko pierścieni ślizgowych, to należy zwracać uwagę, aby podnosił on szczelnie nie wzmocnione, aż pierścienie ślizgowe zostaną zwarte, inaczej bowiem wskutek lekkiej powierzchni stykowej przyrządu będą się opalały.

b) W silniku krótko zwartym zły styk w wirniku przytrafić się może w miejscu połączenia pierścieni z prętami.

Objawy jak wyżej.

Dawniej budowane wirniki krótko zwarte posiadały pręty, zamocowane z pierścieniami przy pomocy lutowania.

Połączenia te często, pod wpływem rozgrzania się, rozluźnowały się. Obecnie więc połączenia te, oprócz lutowania, są znitowane. Uszkodzenie powyższe daje się bez trudu wykryć i naprawić.

125. CAŁKOWITA PRZERWA W UZWOJENIU JEDNEJ Z FAZ WIRNIKA. Przerwa taka przytrafić się może w samym uzwojeniu wirnika lub też w jego obwodzie, np. w rozruszniku (np. pęknięcie swojej w oporniku lub brak kontaktu pomiędzy rączką, a guzikami, w rozruszniku pływowym niedostateczny poziom płynu)

Časami winna jest szczotka, niedokładnie przylegająca do pierścienia ślizgowego.

Objawy: Silnik wolniej rusza, a później biegnie z prędkością dwa razy mniejszą od normalnej. Uzwojenie wirnika, jako też w pewnej mierze statora, nagrzewa się nadmiernie.

W razie przerwy w obu fazach uzwojenia wirnika, silnik nie rusza zupełnie, przez adwersę bowiem fazy w takim wypadku prąd zupełnie nie może przepływać. Dotyczy to także silników jedno i dwufazowych, których wirniki bywają najczęściej, jak i w silnikach trójfazowych, uszajane na trzy fazy.

Miejsca przerwy należy odszukać przy pomocy galwanoskopu i napełwie.

126. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W WIRNIKU Z PIERSCIENIAMI ŚLIZGOWEMI.

Utworzyć się ono może w zwójach jednej z faz lub też pomiędzy fazami.

Objawy: Silnik obciążony nie dosięga normalnej prędkości, przyczem uzwojenie wirnika zagrzewa się nadmiernie i niejednakowo we wszystkich częściach. Bez obciążenia, silnik biegnie z pełną liczbą obrotów już na pierwszych kontaktach rozrusznika. Słychać silne brzęczenia. Jedna lub więcej szczotek iskrzy. W razie krótkiego połączenia pomiędzy fazami wirnika, a zwłaszcza pomiędzy pierścieniami ślizgowymi, silnik rusza przy rozruszniku jeszcze nie włączonym.

Uszkodzenie to między innymi powstało może wskutek zbyt szybkiego przesuwania drążka rozrusznika przy puszczeniu maszyny w ruch.

Aby zbadać krótkie połączenie w wirniku, należy wirnik wyjąć z maszyny, kołce faz jego uzwojenia odłączyć od pierścieni ślizgowych i rozłączyć kołce w punkcie węzłowym. Potem, w celu wykrycia połączenia pomiędzy fazami, posługujemy się galwanoskopem a w celu wykrycia krótkiego połączenia w zwójach, mierzymy opór każdej fazy mostkiem Wheatstona.

B. Silnik nie rusza z miejsca.

127. PRĄD DO SILNIKA NIE DOPŁYWA. Winną temu jest przerwa w obwodzie silnika, która może mieć:

a) w przewodach, doprowadzających prąd do silnika, t. j. na linii (p. § 83)

b) w stopionych bezpiecznikach.

128. PRZERWA W UZWOJENIU STATORA. Jeżeli w silniku trójfazowym, połączonym w gwiazdę, w czasie biegu nastąpi nagłe przerwanie się drutu w uzwojeniu jednej z faz statora, to w razie znacznego obciążenia silnik taki zatrzymuje się. W razie małego obciążenia nieszyt wielkiego silnik może biec dalej, jako jednofazowy, jednak po zatrzymaniu już ponownie paść w bieg nie daje się: — po zamknięciu wyłącznika wirnik tylko drgnie.

Uszkodzoną fazę poznaje się po tem, że brak w niej jest prądu.

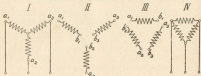
W wypadku przerwy w dwóch fazach, silnik trójfazowy w żadnym razie czynny być nie może.

129. BŁĘDNE PRZYŁĄCZENIE KOŃCÓWEK UZWOJENIA JEDNEJ Z FAZ STATORA DO UZWOJENIA INNYCH FAZ. Jeżeli przez pomyłkę początek i koniec uzwojenia jednej z faz przesłono, to przy połączeniu w gwiazdę, zamiast przesunięcia faz o 120° , silnik otrzymuje przesunięcie faz o 60° (p. § 112), przez co nie wytwarza się prawidłowe pole wirujące.

Oznaki błędnej jest nierównomierna wielkość prądu w poszczególnych fazach silnika (wskazania amperomierza-

raz) oraz nierównanie prądów całkowitej mocy, a przy większym obciążeniu nie ruszenie.

Omyłka taka przytrafić się może, gdy mamy przemieścić połączenie z gwinty na trójkąt lub odwrotnie. Na rys. 107 pokazany jest prawidłowy porządek przełą-



Rys. 107.

czania z gwinty na trójkąt. Końce, należące do tych samych faz, odłączamy galwanoskopem, odłączamy je poprzednio od zacisków.



Rys. 108.

Chcąc zmienić kierunek obrotu silnika, należy końcówki drutu dwóch przewodów, doprowadzających prąd do statora, przełożyć jedną na miejsce drugiej (rys. 108).

130. PRZERWA W OBWODZIE WIRNIKA, przyczyną której może być:

- nie przyleganie szczotek do pierścieni ślizgowych;
- nie kontaktowanie części opornika rezystorowego. Wadliwe działanie nastąpić może

wskutek zbyt słabego roztworu płynu lub zbyt niskiego poziomu jego.

131. PRZERWA W DWÓCH FAZACH UZWOJENIA WIRNIKA LUB W DWÓCH FAZACH ROZBUDZENIA (p. § 125).

132. PIERŚCIENIE ŚLIZGOWE PRZY PUSZCZANIU SILNIKA ZWARTO, co się wydarzyć mogło, gdy przez zapamiętanie przed puszczeniem silnika nie otworzone przyrządu, łączącego na krótko pierścienie ślizgowe. Po zamknięciu wyłącznika silnik otrzymuje prąd znacznej wielkości, wskutek czego topią się bezpieczniki. To samo przytrafia się, gdy ręka opornika rozrachowowego w czasie zamykania wyłącznika znajduje się w położeniu końcowym, czyli gdy rozrusznik jest wyłączony.

133. WIRNIK MA POŁOŻENIE EKSCENTRYCZNE WZGLĘDEM WYDRĄŻENIA STATORA, W KTÓREM WIRUJE, czyli szczelina pomiędzy wirnikiem a statorom jest nierówna. Po zamknięciu wyłącznika wirnik nagle się szarpnie, potem zatrzymuje się lub obraca się rantami. Oddziaływa tu znacznie jednostronne przyciąganie wirnika lub niekiedy nawet zawadzenie o stator, hamujące wirnik. Słuchać silne brzęczenie po włączeniu prądu.

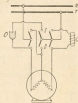
Najczęściej przyczyną nierównomiernej szczeliny bywa zużycie się panówek,—niekiedy do tego stopnia, że wirnik zawadza o stator.

Czasami wirna leży w skrzywieniu osi (p. § 31).

Zawadzenie wirnika o stator może spowodować uszkodzenie urwojów, zwłaszcza wówczas, gdy stalego dozoru nie ma. Dlatego więc szczelinę należy możliwie często sprawdzać i panówki w miarę potrzeby wymieniać.

134. USZKODZENIE LEŻY W PRZYRZĄDZIE DO PUSZCZANIA W RUCH SILNIKA JEDNOFAZOWEGO.

Silniki jednofazowe, oprócz uzwojenia statora, działającego podczas normalnego ruchu, posiadają jeszcze uzwojenia pomocnicze, włączane tylko w chwili puszczenia silnika w ruch (p. rys. 106 na str. 148). Dla wytworzenia przesunięcia faz pomiędzy prądami, płynącymi w obu tych uzwojeniach, są urządzenia pomocnicze, polegające na ustawieniu do obwodu fazy głównej opornika r , w którym opór bezindukcyjny działa wspólnie z pojemnością, lub też do obwodu fazy pomocniczej dławidła L . Czasami z dobrym skutkiem stosuje się te dwa środki jednocześnie. Układ taki widzimy na rys. 109.



I - silnik nie ruszy

I' - " " ruszy

Rys. 109.

przesunięcia faz, szczególnie w oporniku bezindukcyjnym. Opornik ten składa się ze skrzynki, w której umieszczony jest szereg izolowanych od siebie płytek izolacyjnych. Skrzynka wypełnia się aż do wierzchołu płyt wodą z domieszką sody lub potasu. Prąd płynie przez płyn przechodząc kolejno z jednej płyty na drugą. Jeżeli wskutek wyparowania płynu latem lub zamrażnięcia zimą pojemność

dławidła rozruchowych służy przełącznik trójbiegunowy.

Silniki jednofazowe podlegają tym samym uszkodzeniom w wirnikach i statorach, jak wielofazowe, czyli zdarzają się w nich krótkie połączenia, przerwy i podwójne uzemnienia.

Skoro wszakże silnik jednofazowy nie daje się puścić w ruch lub rusza wadliwie, to najczęściej zło leży w jednym z urządzeń do sztucznego

opornika się zmienia, to powoduje to przeszkody w rozruchu silnika.

Dla tego też w razie jakiegokolwiek nieprawidłowości przy ruszaniu w biegu silnika jednofazowego, należy na-
przód zbadać powyższy opornik.

E. Obciążony silnik podczas ruchu stabilnie lub stale zupełnie.

W każdym silniku asynchronicznym przy obciążeniu zachodzi pewne zmniejszenie się prędkości, które w małych silnikach wynosi zwykle 5 — 10% i w większych 1 — 5%. Prędkość właściwa dla danego silnika przy pełnym obciążeniu, podawana zazwyczaj bywa na tabliczkach, przytwierdzonych do silników. Wogóle silniki asynchroniczne trójfazowe dają się dobrze przeciągać.

Skoro więc, przy pełnym biegu silnika, zauważymy znaczniejsze obniżenie się prędkości, czyli za duży poślizg, to wskazywać to będzie na jakąś niedokładność w silniku.

Przyczyną tego bywają następujące:

135. ZA NISKIE NAPIĘCIE. Jeżeli przewody, doprowadzające prąd do silnika są zbyt cienkie, to przy biegu silnika następuje znaczny spadek napięcia i silnik otrzymuje napięcie niższe od tego, przy jakim powinien pracować. Wówczas silnik przy obciążeniu traci znacznie na prędkości i może nawet stanąć zupełnie (p. § 122 i 123).

Przewody, doprowadzające prąd, należy zmienić na grubsze. Niemalwie jednak od tego, obciążenie silnika można zmniejszyć kosztem prędkości maszyn napędzanych. Należy wówczas zmienić tylko stosunek przekładni pasowej.

Takie same skutki spowodują przyłączenie silnika, do sieci, w której panuje napięcie niższe od tego, na jakie został zbudowany.

136. ZA DUZY OPÓR PRZEWODÓW, ŁĄCZĄCYCH WIRNIK Z OPORNIKIEM ROZRUCHOWYM, przez co całkowity opór obwodu wirnika staje się zbyt znaczny. Ma to szczególne znaczenie w silnikach z regulacją obrotów, t. j. bez przyrządu do podnoszenia szczytek i łączenia pierścieni ślizgowych na krótko.

Objawy: Przy normalnem obciążeniu wirnik obraca się zbyt wolno. Różnica prędkości przy biegu jałowym i przy obciążeniu — znaczna.

Przewody, łączące rozrusznik z wirnikiem, zwykle dają się o znacznych przekrojach. Bywają one określane przez fabrykę wymiarami kędzirowek kablowych u silnika. Ustawiając więc rozrusznik tuż przy silniku, należy przekroje przewodów dostosować do tych wymiarów. W razie zaś konieczności umieszczenia opornika rozruchowego w większem oddaleniu od silnika, przekroje przewodów należy powiększyć.

Takie same wadliwości biegu silnika powodują złe styki w obwodzie wirnika.

137. BŁĘDNE POŁĄCZENIE FAZ W UZWOJENIU STATORA, czyli w gwiazdkę, zamiast w trójkąt (p. § 122).

138. PRZERWA W UZWOJENIU WIRNIKA (p. 123).

V. Transformatory.

Rozeźniamy dwa sposoby umieszczenia uzwojeń wysokiego i niskiego napięcia na rdzeniu transformatorów. Mianowicie, cewki mogą być bądź umieszczone jedno w drugim, będąc oddzielone warstwą izolującą (rys. 110), bądź też założone na rdzeń naprzemiennie (rys. 111).



Rys. 110.



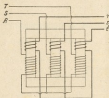
Rys. 111.

Ten drugi sposób czyni łatwiejszą naprawę transformatora, można bowiem zmienić tylko uszkodzoną część uzwojenia, czyli jedną lub więcej cewek.

Na rys. 110 i 111 są pokazane transformatory jednofazowe. Łącząc ze sobą dwa lub trzy transformatory jednofazowe, możemy otrzymać transformatory dwu- lub trójfazowe^{*)}. Zwykle jednak transformatory skła-

^{*)} Pamiętaj o safety o ogólnych zasadach stosunków napięć (p. § 100). Chcąc np. utworzyć transformator dwufazowy dla sieci o napięciu 142 V, trzeba by połączyć dwa transformatory o napięciu 100 V, każdy. Dla sieci trójfazowej o napięciu 173 V, przy połączeniu gwiazdowym, potrzebnymi trzech transformatorów o napięciu 100 V, każdy, przy połączeniu zaś w trójkąt o napięciu 173 V, każdy.

dają się z trzech rdzeni, połączonych wspólnymi żarówkami. Na każdym z rdzeni, utworzonych z cienkich blachek izolowanych, izolowanych od siebie warstwą lakieru lub papieru, nasadzona są

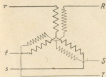


Rys. 112

cewki pierwotne i wtórne. (p. rys. 112). Prądem pierwotnym może być prąd wysokiego napięcia, a wtórnym — niskiego, albo też odwrotnie.

Uzwojenia poszczególnych faz transformatora trójfazowego można łączyć

bądź w gwiazdę (rys. 113), bądź w trójkąt (rys. 114). Można też łączyć w transformatorze fazy jednego napięcia w trójkąt, a drugiego — w gwiazdę.



Rys. 113.



Rys. 114.

Ponieważ transformatory są przyrządami nieruchomymi, przecie uszkodzenia w nich zdarzają się nader rzadko.



A. Nadmierne grzanie się transformatora.

Praca prądu, straconą bezużytecznie w transformatorze, zamienia się w ciepło i podnosi temperaturę transformatora. Straty te zachodzą w żelazie, czyli w rdzeniach i jaramach, wskutek prądów wirowych i histerazy oraz w miedzi, czyli w uzwojeniu, wskutek nagrzewania prądem roboczym. Aby temperatura nagrzania nie zagrażała całości izolacji transformatora, nie powinna ona dochodzić do zbyt wysokich granic. W celu ekonomiczniejszego wykorzystania miedzi i żelaza, umieszcza się bardzo często transformatory w pudłach, napełnionych olejem.

Podług przyjętych przepisów^{*)}, dozwolona temperatura nagrzania transformatorów wynosi, zależnie od rodzaju ich izolacji, od 75° do 95° C. Za temperaturę transformatora przyjmuje się temperaturę oleju, którą mierzy się termometrem.

Przyczyny nadmiernego grzania się transformatora bywają następujące:

139. PRZECIĄŻENIE SIĘCI WTÓRNEJ, t. j. sieci, otrzymującej prąd z transformatora.

Transformator nagrzewa się nadmiernie, lecz jednako we wszystkich częściach uzwojenia. Przyrządy wskazują zbyt duże zużycie prądu. Przeciążenie następuje może z różnych powodów.

^{*)} P. Przepisy bezpieczeństwa dla urządzeń elektrycznych o napięciu do 250 V. Warszawa 1919 str. 2.

a) wprowadzenie zbyt dużej liczby lamp, silników i innych odbiorników do sieci wtórnej;

b) upływ prądu obocznymi drogami w sieci wtórnej przez przebity lub zwłgotniałą izolację przewodów. Bezpieczniki często się stapiają. Żarówki za uszkodzeniem miejscem świecą słabo.

Zarządzenie pt. 8 36, b.

140. KRÓTKIE POŁĄCZENIE W ZWOJACH TRANSFORMATORA.

Przytrafiają się one najczęściej w uzwojeniu wysokiego napięcia, t. j. w zwojach cienkiego drutu. Krótkie połączenie nastąpić może bądź przez bezpośrednie zetknięcie się miedzi z miedzią, bądź przez zetknięcie się miedzi z izolacyjnym szkieletem w dwóch różnych miejscach, a to wskutek uszkodzenia izolacji.

Ponieważ krótko połączone zwoje wysokiego napięcia nie wywołują działania magnetycznego na uzwojenie niskiego napięcia, przeto zmienia się przekładnia, czyli stosunek liczby czynnych zwojów pierwotnych do — wtórnych. Napięcie wskutek tego w sieci niskiego napięcia podnosi się^{*)}. W transformatorach trójfazowych uszkodzenie takie w jednej z faz sprawia, że napięcie w pozostałych fazach jest niejednakowe.

Objawą krótkiego połączenia w transformatorze jest zbyt duża wielkość prądu, gdy transformator jest nieobciążony. Przez krótko połączone zwoje przepływa silny

*) Wysokość napięcia po stronie niskiego napięcia równa się iloczynowi, otrzymanemu z podzielenia liczby zwojów niskiego napięcia przez liczbę zwojów wysokiego napięcia, pomnożonego przez napięcie po stronie wysokiego napięcia. W ten sposób, gdy pierwotne uzwojenie stanowi grubo zwoje a wtórne — cienkie, czyli gdy napięcie jest przekształcone z niskiego na wysokie, to przy krótkim połączeniu w zwojach cienkich napięcie w sieci wtórnej obniża się.

prąd krótkiego połączenia, co powoduje nadmierne ich nagrzewanie się i zwęglenie się izolacji. Daje się czuć zapach spalonyzny. Miejsce uszkodzenia odnajduje się galwanoskopem.

Najgorsza jest latwiejsza przy urwojeniu, podzielonem na kilka cewek, gdyż wtedy uszkodzenie wypada tylko uszkodzoną cewką. Nadto, przy takim układzie uszkodzenie nie rozszerza się na pozostałe cewki.

a) Bardzo szkodliwą jest wilgoć, zawarta w izolacji, przyczyniła się bowiem ona może do utworzenia się krótkiego połączenia. Dla tego też zwykle nowe transformatory przed pierwszym puszczeniem w ruch przesusza się bądź w pomieszczeniu odpowiednio ogrzanem, bądź zapuszczając przepuszczenia przez nie prądu elektrycznego. Aby tego dokonać, przyłączamy końcówki uzwojenia wysokiego napięcia do źródła prądu o napięciu niskiem, łączymy szeregowo odpowiednio końcówki uzwojenia niskiego napięcia w transformatorze na krótko. Prąd w tym ostatniem, zwiększamy stopniowo, nie powinien on jednak wzrosnąć ponad półtorakrotną wielkość normalną.

b) Nie odpowiedni lub zawierający wodę olej działa szkodliwie na izolację transformatora. Olej do transformatorów używany być winien specjalnego gatunku (Transformator (Tł)), gdyż nieodpowiedni olej spowodować może uszkodzenie izolacji. Po wszelkich uszkodzeniach izolacji, np. wskutek krótkich połączeń i wyładowań atmosferycznych, olej zamieszczona się i winien być zmieniony.

c) W celu uniknięcia prądów samoindukcyjnych, które spowodować mogą połączenie krótkie w uzwojeniu transformatora, przy odłączaniu transformatora od sieci należy zawsze najpierw otworzyć wyłącznik po stronie wysokiego napięcia, a następnie — po stronie na-

pięcia niskiego. Przyłączając zaś transformator do sieci pod napięciem, należy postępować odwrotnie, czyli najpierw zamknąć wyłącznik po stronie niskiego napięcia, a potem — po stronie napięcia wysokiego.

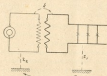
Przepięcie, spowodujące częstokroć krótkie połączenia w transformatorze, może być spowodowane niejednocześnie włączeniem lub wyłączeniem faz. Dla tego sieci wysokiego napięcia nie należy odłączać za pomocą wyłączników pojedynczych bezpieczników, lecz za pomocą wyłącznika, bieżąc, aby drążki jego zamykały względnie otwierały trzy bieguny jednocześnie. W celu zabezpieczenia urządzenia od przepięć, winny być w niej zastosowane bezpieczniki przepięciowe.

d) Niekiedy uszkodzenie izolacji uzwojenia w transformatorze spowodować mogą wyładowania atmosferyczne i tem samym mogą stać się pośrednią przyczyną krótkiego połączenia.

Zdarza się niekiedy, jakkolwiek rzadko, że w urządzeniach z nawięziętą siecią przewodów, pomimo zabezpieczenia odgromnikami, elektryczność atmosferyczna w czasie burzy dostaje się za pośrednictwem przewodów do transformatora. Wówczas z powodu znacznej samoindukcji uzwojeń transformatora prąd tej elektryczności nie przebiega przez cewki, lecz znajduje sobie drogę krótszą najępiej, przebijając izolację, przedostaje się na rdzeń i z niego po przewodzie uzemiającym spływa do ziemi. Taki transformator półniej często pracuje zupełnie poprawnie, dopóki nie utworzy się gdzieś drugie połączenie z rdzeniem.

Transformator, posiadający braki w izolacji, może być powodem przedostania się prądu wysokiego napięcia do sieci niskiego napięcia. Jeżeli np. przytrafi się, że

sieć wysokiego napięcia jest zwarta z ziemią (x_1 , rys. 115) i w sieci niskiego napięcia zdarzy się uzziemienie w jakim-



Rys. 115.

kolwiek punkcie x_2 , to w razie wylądowania się elektryczności atmosferycznej przez taki transformator prąd elektryczności atmosferycznej, usiłując przejść z jednego uziwienia na drugie, tworzy łuk elektryczny (K), po którym prąd roboczy wysokiego napięcia przedstawia się do sieci niskiego napięcia. Niszczy on wówczas lampy, silniki i inne odbiorniki, jest groźny również dla życia ludzkiego.



28742

B. Brzęczenie transformatora.

Transformatory pod prądem zwykle wydają pewien odgłos, który nie jest oznaką żadnej wady lub uszkodzenia, może być jednak silniejszy, gdy tego zachodzi potrzeba, przez postawienie transformatora na drewnianych belkach z gumowymi podkładkami.

Umieszczenie transformatora w oleju także zmniejsza brzęczenie. Jeżeli brzęczenie jest zbyt głośne, to przyczyną tego bywa:

141. NIEDOSTATECZNE ZMOCOWANIE JARZMA Z RDZENIAMI.

Należy w tym wypadku natychmiast mocniej przyściśnąć.

K O N I E C .

SPROSTOWANIE

- Na str. 22. U góry zamiast Rys. 11 powinno być Rys. 10.
Na str. 42. Trzeci wiersz od dołu zamiast (kontakt powinno być kontakt).
- Na str. 81. W § 60 powinno być powiedziane, że przy przeciążeniu maszyny główkowej nagrzewa się nie tylko łożyska, ale nagrzewają się i elektromagnesy skutkiem nadmiernej prądu.





SPIS RZECZY.

	str.
Przedmowa	5
Uwagi wstępne	6
I. WADLIWOŚCI W CZĘŚCIACH MECHANICZNYCH.	
A. Nadmierne grzanie się panaszek łożyskowych.	
1. Nieobracanie się pierścienia smarowniczego	9
2. Pierścień smarowniczy za wąski	9
3. Brak oleju w łożysku	10
4. Nieodpowiedni gatunek oleju	10
5. Zabrudzenie się oleju	10
6. Zatkanie się osadami oleju rowków olejowych w panasce, nieprawidłowe wysokości rowków lub niepełny ich brak	11
7. Trące się powierzchnie wału i panaszki nierówne	11
8. Panaszka za ciasno przylega do wału	11
9. Biały metal, sztyty do wybitki panaszki, nieodpowiedni	12
10. Łożyska lub ich panaszki wadliwie ustawione	12
11. Wał wirnikowy skrzywiony	13
12. Pas napędny zbyt wywrócony	13
B. Rozpryskiwanie się oleju z łożysk.	
13. Nieodpowiedni pierścień smarowniczy	15
14. Prąd powietrza, wytwarzany przez wirnik części, przeciekając się przez panaszki, wyrzyna z niej olej wzdłuż wału	16
15. Za wysoki poziom oleju w zbiorniku olejowym	17
16. Wał łożyskowy w kierunku wzdłużnym	17
17. Panaszki za luźne	18
C. Drżenie maszyn.	
18. Nieodpowiednie wirniki	19
19. Wirnik zawieszony o kształt	20

20. Zmierzanie się utwierdzeń	20
21. Wał za łożny w pasowkach	21
22. Wał gnie się	21
23. Uderzenia w silniku napędzającym udziela się prądnicę	21
24. Za grubo lub za ostroży szew pasa	21
25. Ślizganie się pasa	22

II. MASZYNY PRĄDU STAŁEGO.

A. Iskrenie się szczotek.

26. Zły stan powierzchni kolektora	23
27. Kolektor jest ekscentryczny lub nieokrągły	29
28. Niedostateczny styk pomiędzy szczotkami a ko- lektorem	30
29. Nieodpowiedni rodzaj lub wymiary szczotek	33
30. Znaczne drżenie maszyny	34
31. Odstęp pomiędzy twornikiem a nasadami mag- nesów nieodnakowe	35
32. Nierównomierne pole magnetyczne	37
33. Wadliwe ustrojenie bieguny czołowe	41
34. Niedostateczny styk końcówki szwobera tworni- kowego z dziwką kolektora	42
35. Przerwa drutu w urządzeniu twornikowym lub roz- połączenie się szwobera z dziwką kolektorów	43
36. Przeciążenie maszyny	46
37. Nierównomierne zapotrzebowanie prądu	52
38. Szczotki usfawione w niewłaściwym położeniu	53
39. Za duża prędkość biegu maszyny	56
40. Przy normalnej prędkości biegu — napięcie prze- sily za niskie	57

B. Nadmierne zagrzewanie się kolektora.

41. Udzielanie się ciepła kolektorowi z bardzo roz- grzanych części maszyny, jak np. twornika, lo- żysk itp.	60
42. Długo trwające i znaczne kłócenie się szczotek	60
43. Za miękkie szczotki węglowe	60
44. Wymiar szczotek węglowych nieodpowiedni lub za mała ich liczba	60
45. Szczotki za mocno przyciśnięte do kolektora	61

46. Zbyt silne prądy wirów, powstające w działkach kolektora	61
47. Za małe przekroje działek kolektora	62
48. Połączenie krótkie w działkach kolektora	62

C. Nadmierne nagrzewanie się twornika.

49. Udziałanie się ciepła twornikowi od bardziej rozgrzanych części maszyny	64
50. Przełączenie maszyny	64
51. Brak wentylacji	65
52. Zbyt gorące powietrze otaczające	66
53. Za mała prędkość biegu prądnicy przy napięciu normalnem	66
54. Za wysokie napięcie prądnicy przy znormalnej prędkości jej biegu	66
55. Zbyt silne prądy wirów w rdzeniu twornika	67
56. Prądy wyrównawcze	67
57. Połączenie krótkie w tworniku	67
58. Błędnie połączenie końców zwojów twornikowych z działkami kolektora	77

D. Nadmierne nagrzewanie się cewek magnesowych.

59. Wielkość prądu w cewkach magnesowych za duża	80
60. Przełączenie maszyny głównikowej	81
61. Szczołowe okapatwienie	81
62. Krótkie połączenie w cewkach magnesowych	82
63. Zwarcie zwojów magnetycznych z żelazem magnetycznym, czyli szkieletem	82
64. Stykanie się zwojów głównikowego z bocznikowem w maszynach głównikowo-bocznikowych	83

E. Prądka nie daje napięcia.

65. Błędne przyłączenie końcówek zwojów magnetycznych do zacisków maszyny	87
66. Niewłaściwy kierunek obrotu twornika	90
67. Znak magnetyzmu szczepkowego	90
68. Zły styk (kontakt) obwodu wzbudniającego	93
69. Wystawianie końców z pomiędzy działek kolektora ponad ich powierzchnię	93
70. Przerwa drutu w cewkach magnesowych	93

71. Przerwa w oporniku regulującym napięcie	94
72. Niewłaściwe nastawienie opornika regulującego napięcie	95
73. Błędne połączenie ze sobą końców cewek magnetycznych	95
74. Błędne połączenie cewek głównikowych w starychch głównikowo-bocznikowych	96
75. Niewłaściwe położenie szczotek	97
76. Przerwa w szeregowniu twornikowym	97
77. Błędne połączenie końców szeregów twornikowych	98
78. Połączenie krótkie w prądnicach	98
79. Prędkość biegu prądnic za mała	100

F. Odwrócenie się biegunów prądnic.

80. Słabe połączenie krótkie w sieci	104
81. Niegroźne zatrzymanie prądnic bocznikowych, pracujących w połączeniu szeregowym	104
82. Błędne połączenie ze sobą prądnic bocznikowych	105
83. Nie połączenie, przez nieuwagę, przewodów wyrównawczych prądnic głównikowo-bocznikowych, pracujących równolegle	106
84. Nagłe zatrzymanie się jednej z prądnic w układzie trójfazowym	107

G. Silnik nie rusza w biegu.

85. Prąd do silnika nie doptywa	109
86. Przerwa w połączeniach lub przyrządach dodatkowych silnika	110
87. Przerwa w obwodzie wahadłowym	111
88. Zbyt słabe pole magnetyczne	112
89. Połączenie krótkie w tańbriku	112
90. Błędy w układzie połączeń silnika	112
91. Niewłaściwe położenie szczotek	116
92. Silnik bocznikowy przy nasaczeniu zbyt obciążony	116

H. Nienormalna prędkość biegu silnika.

93. Za słabe pole magnetyczne	117
94. Błędne połączenie cewek magnetycznych w silniku głównikowo-bocznikowym	117
95. Błędny układ połączeń silnika	118
96. Za małe obciążenie silnika głównikowego	118

97. Błądne połączenie końców szewców twornikowych z działkami kolektora	119
I. Niedokładności w urządzeniach układu trójprzewodowego.	
98. Przerwa w jednym z przewodów skrajnych	121
99. Przerwa w przewodzie obciążonym	121
100. Utworzenie się krótkiego połączenia pomiędzy jednym z przewodów skrajnych, a obciążonym z równoczesnym stopieniem się bezpiecznika w przewodzie obciążonym	122
101. Zwarcie ze szkieletem celowo uziemionym, podczas gdy przewód obciążony jest również celowo uziemiony	122
102. Jedna z prądnic nagle stanęła	123
103. Nieprawidłowe połączenie zacisków prądu z siecią	124
III. PRĄDNICE PRADU ZMIENNEGO.	
A. Iskreszenie się szczotek.	
104. Zły stan powłokach pierścieni ślizgowych	129
105. Za słaby nacisk szczotek	129
106. Krótkie połączenie pomiędzy pierścieniami ślizgowymi	128
B. Prądniczka nie daje napięcia.	
107. Maszyna wzbudziła nie daje napięcia	129
108. Przerwa w obwodzie wzbudziającym	129
109. Połączenie krótkie w obwodzie wzbudziającym	130
110. Przerwa w uzwojeniu twornicowym	131
C. Prądniczka daje za niskie napięcie.	
111. Za mała przepiętność biegu prądnicy	136
112. Napięcie prądnicy wzbudziającej za niskie	136
113. Krótkie połączenie w uzwojeniu twornika	136
114. Błądne połączenie szewców twornicowych	140
115. Błądne połączenie ze sobą cewek magnesowych	142
116. Krótkie połączenie w cewkach magnesowych	142
D. Nadmierne zagrzewanie się prądnicy.	
117. Przeciążenie maszyny	144
118. Zatarowanie wentylacji	144
119. Niewłaściwy sposób połączenia faz prądnicy	144
120. Połączenie krótkie w uzwojeniu twornika	145



IV. ASYNCHRONICZNE SILNIKI INDUKCYJNE.

A. Nadmierne zagrożenie się silnika.

121.	Krótkie połączenie w uzwojeniu statora	150
122.	Błędne połączenie faz w uzwojeniu statora	151
123.	Za niskie napięcie w sieci	152
124.	Niedokładny styk w uzwojeniu wirnika albo w jego obwodzie	152
125.	Całkowita przerwa w uzwojeniu jednej z faz wirnika	153
126.	Krótkie połączenie w wirniku silnika z pierścieniami ślizgowymi	153

B. Silnik nie rusza z miejsca.

127.	Prąd do silnika nie dopływa	155
128.	Przerwa w uzwojeniu statora	155
129.	Błędne przyłączenie końcówek uzwojenia jednej z faz statora do uzwojenia innych faz	155
130.	Przerwa w obwodzie wirnika	156
131.	Przerwa w dwóch fazach uzwojenia wirnika lub w dwóch fazach rozmasznika	157
132.	Piękocenne ślizgowce przy poszczególnym silniku zamknięto za krótko	157
133.	Wirnik na położeniu ekscentrycznym względem wydrążenia statora, w którym wirnik	157
134.	Uszkodzenie łoża w urządzeniu do poszczególnego w ruchu silnika jednofazowego	157

C. Obciążony silnik podczas ruchu statelnego lub stałego zapożyczenia.

135.	Za niskie napięcie	160
136.	Za duży opór przewodów, łączących wirnik z opornikiem rozmaszowym	161
137.	Błędne połączenie faz w uzwojeniu statora	161
138.	Przerwa w uzwojeniu wirnika	161

V. TRANSFORMATORY.

A. Nadmierne zagrożenie się transformatora.

139.	Przełączenie sieci wtórnej	164
140.	Połączenie krótkie w zwolach transformatora	165

B. Brzoście transformatora.

141.	Niedostateczne zmocowanie łączna z rdzeniami	169
------	----------------------------------------------	-----

