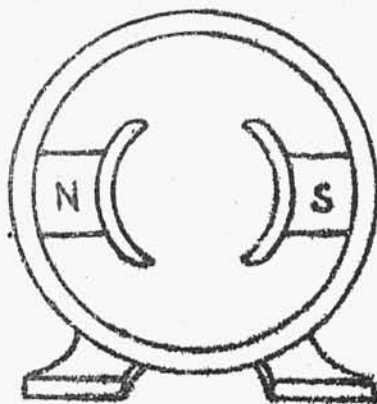


2. Części składowe.

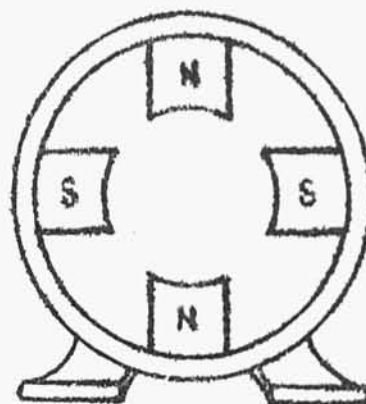
Każda maszyna składa się z następujących części: jarzma i magnesów, czyli magnesinicy, w której wytwarza się główny strumień magnetyczny, twornika z uzwojeniem, w którym wzniesają się siły elektromotoryczne, kolektora ze szczotkami, służącego do prostowania i zbierania prądu.

M a g n e ś n i c a.

Magnesnica składa się z pieścienia, z łapami, stanowiącego jarzmo, wewnątrz którego umieszczone są płytki biegunowe, czyli bieguny. Często bieguny, zakończone są nasadami biegunowymi, zwanymi nabiegunnikami, rys. 7



Rys. 7.



Rys. 8.

Małe maszyny do 1 kW są dwubiegunowe, rys. 7; większe jednostki buduje się jako wielobiegunowe, rys. 8, z liczbą biegunów 4, 6, 8, i t.d. przytem sąsiednie bieguny są znaku przeciwnego.

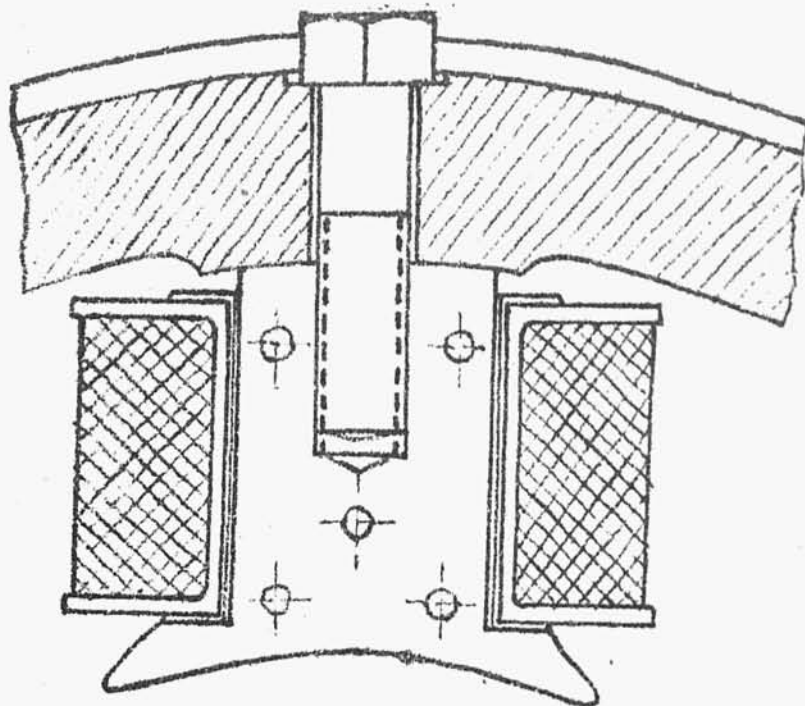
Jarzmo odlewa się ze stali lub żeliwa. Stal jest częściej używana ze względu na mniejszy opór magnetyczny. Pienki biegunowe są jednolite i bądź odlane łącznie z jarzmem, bądź kute i przykręcane do niego śrubami. Ostatnio, zaczęto w Ameryce, używać na jarzma stali walcowanej, spawanej elektrycznie, posiadającej około 20% mniejszy opór magnetyczny od stali lanej. Maszyny te są lżejsze, przytem jest mniejsza obawa o pęknięcie, zatem transport tańszy.

Nabiegunniki mogą być jednolite lecz przeważnie robi się je z cienkich blach żelaznych /dynamoblach/, mocno ściśniętych nitami, izolowanych między sobą papierem lub lakierem. Grubość blach 0,3 - 0,5 mm. Robi się to w tym celu, aby uniknąć powstawania zbyt wielkich prądów wirowych, które zjawiają się tu skutkiem drgań strumienia magnetycznego, spowodowanych zębami twornika. Nabiegunniki przymocowuje się do pieńków śrubami, posiadającymi kły kryte.

Bieguny maszyn, przewidzianych do dużych i raptownych zmian obciążenia /silniki walcownicze/ robione są całkowicie z tychże samych blach, przychem nabiegunnik z biegunem stanowi jedną całość, rys.9.

Wymiary magnesnicy są dobierane w ten sposób, aby można było umieścić na pieńkach cewki magnesujące i otrzymać odpowiednią szczelinę powietrzną między na-

biegunnikiem, a twornikiem. Szczelina ta wynosi około 1 mm przy małych maszynach i dochodzi do 5 mm przy dużych.



Rys. 9.

Cewki magnesujące, rys.9, osadzone na pieńkach, przeważnie na odpowiednich ramkach z materiału izolacyjnego np. z twardej tektury, nawijane są drutem miedzianym izolowanym bawełną. Uzwojenia te, zwane wzbudzącym, zasilane jest prądem stałym z oddzielnego źródła np. baterji, akumulatorów lub innej prądnicy, albo też z zacisków tej samej maszyny. W pierwszym wypadku prądnica jest o b c o w z b u d n ą , w drugim - s a m o - w z b u d n ą .

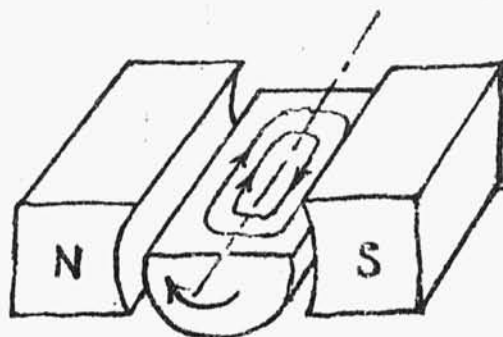
T w o r n i k.

Rdzeń twornika maszyny prądu stałego osadzony

jest na wale, wykonanym zwykle ze stali chromoniklowej rzadziej ze stali spawalnej.

Wał spoczywa na dwóch łożyskach samosmarowych lub kulkowych. Przy maszynach niewielkiej mocy łożyska wykonane są łącznie z bocznymi pokrywami, przymocowanymi do jarzma. Na końcu wału znajduje się koło pasowe lub zębate, zamocowane na klinie. W dużych maszynach stosuje się przeważnie trzy łożyska, ustawione na oddzielnych fundamentach, przy czym koło pasowe lub zębate znajduje się między dwoma łożyskami.

Rdzeń twornika robi się z blach żelaznych o grubości 0,3 - 0,5 mm, izolowanych między sobą cienką warstwą papieru lub lakieru w celu zmniejszenia strat na prądy wirowe. Gdyby rdzeń twornika stanowił pełny walec żelazny, to pod wpływem ruchu zwartej masy metalowej w polu magnetycznym powstawałyby w niej bardzo silne prądy wirowe, których kierunek mamy wskazany na rys. 10.



Rys. 10.

Przyczyną powstawania prądów wirowych jest różna szybkość obrotowa poszczególnych elementów rdzenia, wzrastająca w miarę odsuwania się od osi.

Prądy wirowe ogrzewają mocno żelazo, a ciepło to otrzymuje się kosztem pracy silnika, napędzającego prądnicę. Z tego ciepła niema żadnego pożytku, pozatem przy znacznym nagrzaniu się twornika może być łatwo uszkodzona izolacja uzwojenia.

Przez podział rdzenia na warstwy prostopadłe do kierunku sił elektromotorycznych zmniejszamy w znacznym stopniu wielkość prądów wirowych i ciepło przez nie powstające. Im cieńsze są blachy w tworniku, tem mniejsze będą straty na prądy wirowe.

Wielkość strat na prądy wirowe określa się wzorem:

$$P_w = \frac{\sigma_w}{100} \cdot \frac{f^2}{10000} \cdot \frac{B^2}{10000} \quad \text{wat/kg} \quad /7/$$

gdzie σ_w - współczynnik charakteryzujący zachowanie się danego gatunku żelaza względem prądów wirowych, B - indukcja magnetyczna w rdzeniu, f - częstotliwość, którą obliczamy ze wzoru

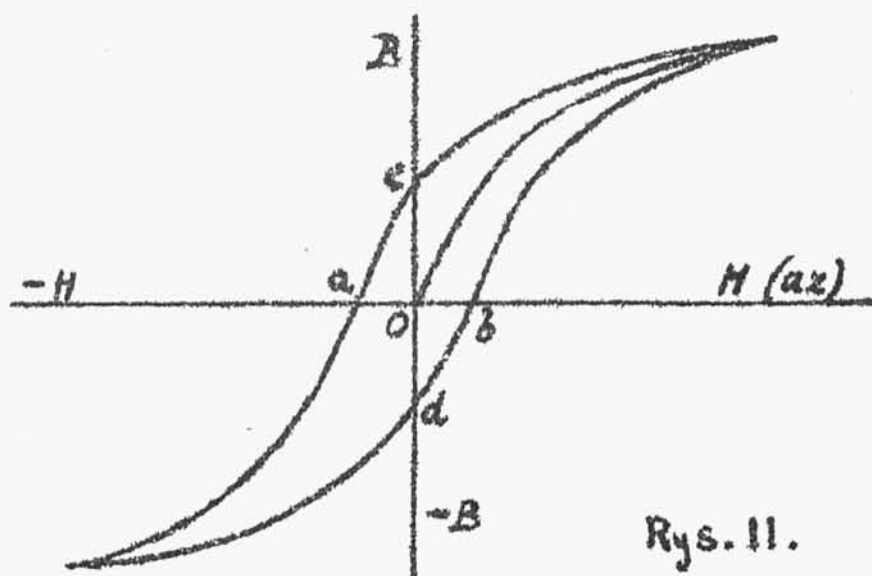
$$f = \frac{p \cdot n}{60} \quad /8/$$

gdzie p - liczba par biegunów, n - liczba obrotów twornika na minutę.

Straty na prądy wirowe zależą w dużym stopniu

od dobrego wykonania twornika i izolacji między blachami. Rzeczywiste straty na prądy wirowe wypadają zwykle kilkakrotnie /2-5/ większe od obliczonych wg. wzoru 7.

Twornik, obracając się w polu magnetycznym, ulega ciągłym przemagnesowaniom. Ze względu na to, że żelazo posiada własność histerezy, część energii zużywać się będzie na pracę przy przemagnesowywaniu rdzenia i stanowi stratę na histerezę. Wielkość tych strat będzie proporcjonalna do pola ograniczonego pętlą histerezy, rys.11.



Odcinek cO wyraża wielkość magnetyzmu szczątkowego, a odcinek aO - siłę koercji t.j. ujemną wartość natężenia pola, pod działanie którego należy poddać dany materiał magnetyczny, aby pozbyć go magnetyzmu szczątkowego.

Wielkość pola histerezy zależy od składu chemicznego i twardości żelaza. Nieznaczna domieszka krzemu

znacznie zmniejsza pole histerezy, a więc i straty.

Blachy o zawartości 4% krzemu są wysokowartościowe /straty małe/ i używane przeważnie do transformatorów. Im żelazo jest twardsze tym większe daje pole histerezy.

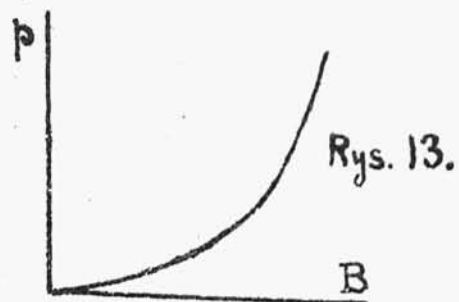
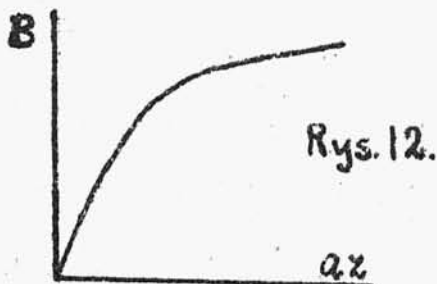
Straty na histerezę określamy wzorem

$$p_h = \xi \cdot \left(\frac{f}{100}\right) \cdot \left(\frac{B}{10000}\right)^2 \text{ wat/kg} \quad /9/$$

gdzie ξ - współczynnik zależny od gatunku żelaza i grubości blachy.

Elektrycznie gatunek blachy określa się t.zw. stratnością $/p_w + p_h/$ t.j.wielkością strat w watach na 1 kg. lub 1 dm³ żelaza. Na tworniki używa się blachy walcowanej, dobrze wyżarzanej o stratności $p = 3,0 \div 3,6$ wata na 1 kg. przy częstotliwości 50 okresów na sekundę i przy indukcji 10000 gausów. Jeżeli szczególnie zależy na małych stratach w rdzeniu twornika można stosować żelazo w lepszym gatunku o stratności mniejszej.

Do każdego gatunku blachy fabryki zwykle dają wykresy: $B = f/a_z$, rys.12 i $p = f/B$ rys.13.



Mając stratność możemy w bardzo prosty sposób określić ogólne straty /na prądy wirowe i histerezę/ w żelazie przy dowolnej indukcji i częstotliwości. Ponieważ krzywa na rys.13 jest zbliżoną do paraboli, zatem dla dowolnej indukcji

$$p_B = p \cdot \left(\frac{B}{10000} \right)^2 \quad /10/$$

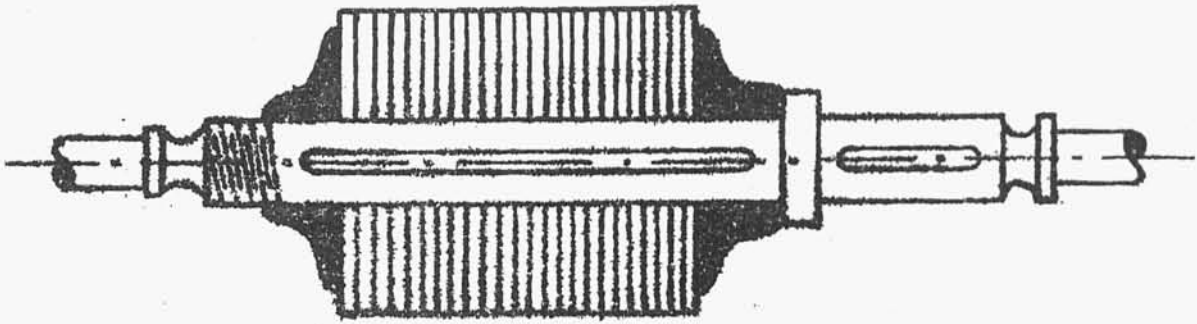
Co do różnych częstotliwości to można przyjmować że straty zmieniają się proporcjonalnie.

Stratność oraz wielkość współczynników ϵ i σ_w w zależności od gatunku i grubości blachy

gatunek	gr.w mm	p-w wat/kg	ϵ	σ_w
średni	1	7,8	4,4	22,4
średni	0,5	3,6	4,4	5,6
najwyższy	0,5	3,0	4,1	3,2
średni	0,4	1,6-1,8	3,0	1,2
najwyższy	0,4	1,3	2,4	0,6

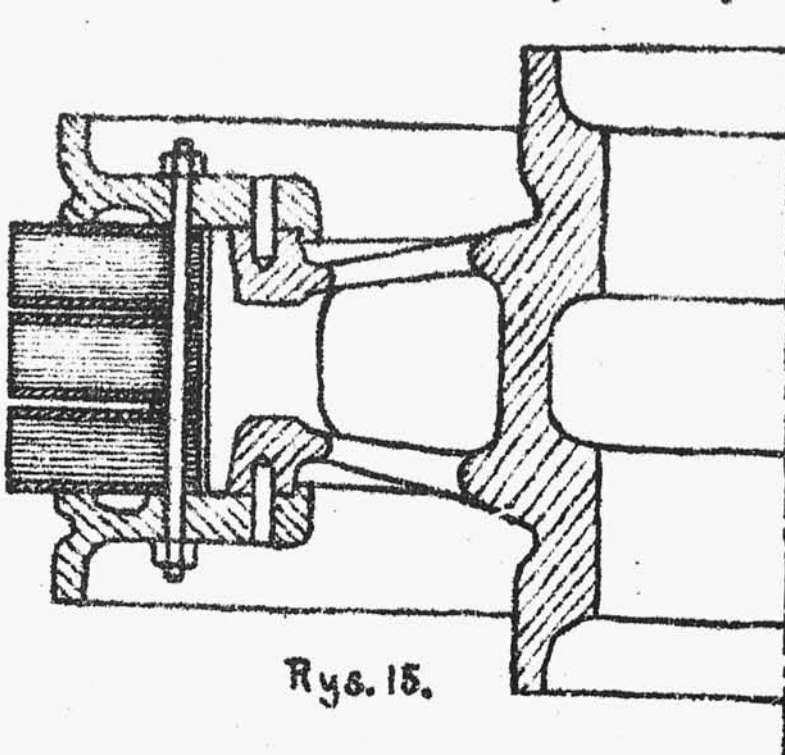
Blachy tworników nie-wielkich maszyn osadza się bezpośrednio na stalowym wale, ściska się mocno za pomocą prasy hydraulicznej i w tym stanie utrzymane są przez dość grube tarcze osadcze i śruby, rys.14 .

Przy większych maszynach blachy twornika umocowane są za pomocą śrub, izolowanych preszpanem, na płaszczyźnie żeliwnej lub stalowej, która zaklinowana jest na wale, rys.15.



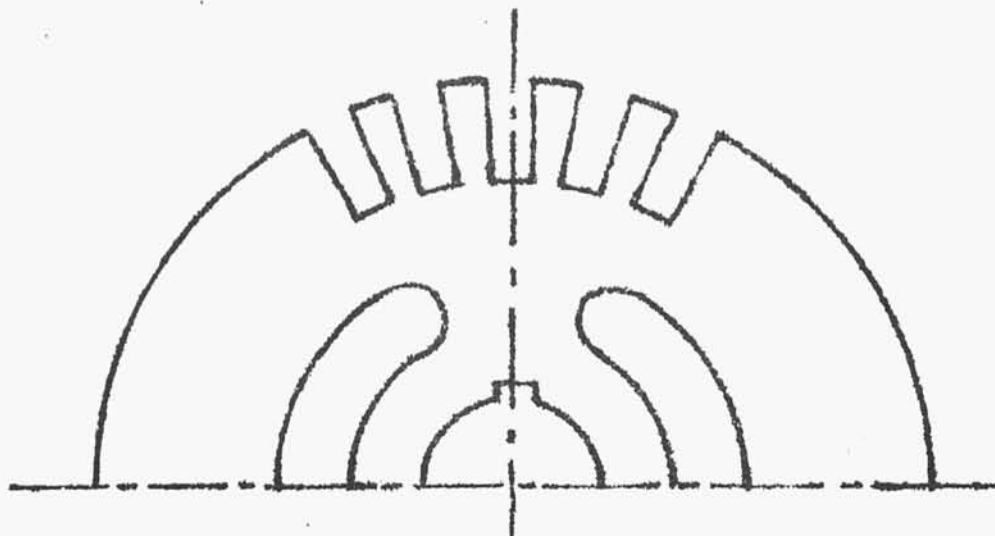
Rys. 14.

W czasie pracy w maszynie powstaje znaczna ilość ciepła; należy przeto zabezpieczyć jej dostateczne chłodzenie. Do tego celu służą kanały wentylacyjne. Większe rdzenie twornikowe posiadają kanały do przewietrzania zwykle w kierunku promieniowym, co osiąga się przez podzielenie blach rdzenia na kilka paczek, rys. 15.



Rys. 15.

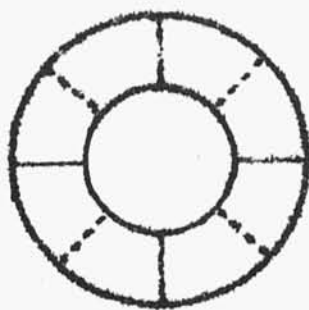
Oprócz tego w blachach robi się odpowiednie wykroje, rys.16, które po złożeniu dają kanały wentylacyjne poprzeczne, zmniejszające jednocześnie wagę rdzenia



Rys. 16.

Blachy tworników o średnicy do 1000 mm sztan-

cowane są w całości. Przy dużych średnicach koniecznym



Rys. 17.

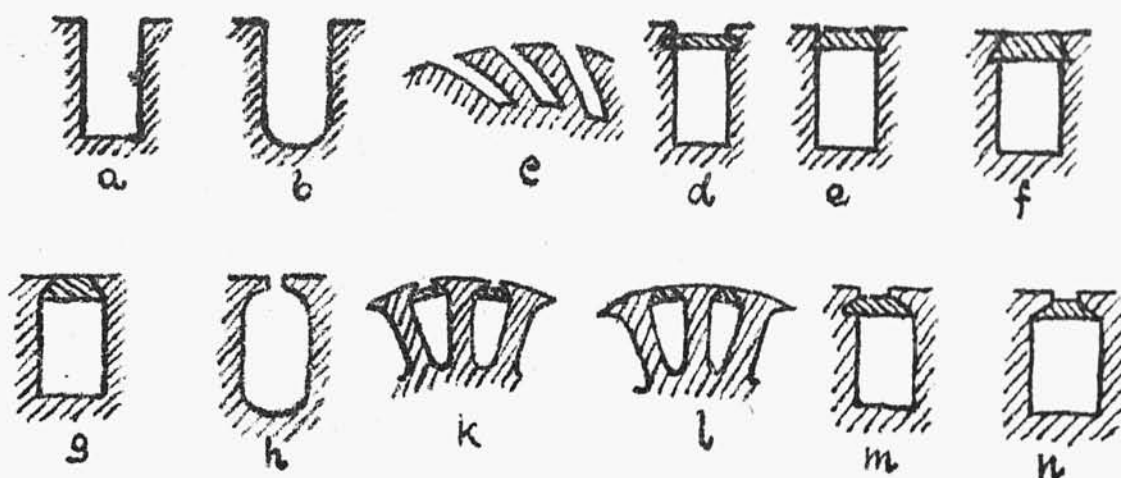
jest montować blachy rdzenia z oddzielnych sektorów, składowanych w ten sposób, że styki blach jednej warstwy są o pewien kąt przesunięte względem styków warstwy przylegającej. rys.17.

Obie skrajne blachy twornika są grubsze /3-5 mm/ dla nadania większej sztywności rdzeniom.

U z w o j e n i e t w o r n i k a .

Uzwojenie umieszcza się w żłobkach, rys.16, odpowiednio izolowanych. Liczba warstw izolacyjnych i rodzaj materiału izolacyjnego zależy od napięcia i od temperatury, przy której maszyna ma pracować. Na warstwy izolacyjne między uzwojeniami, a żelazem używane są: taśma bawełniana, papier nasycony, płótno, preszpan, mikanit i t.p.

Dawniej frezowano żłobki po całkowitem złożeniu rdzenia. Jednakże przy frezowaniu brzegi blach zaginały się i tworzyły między sobą połączenia elektryczne, przez co wzrastały straty na prądy wirowe. Obecnie sztancuje się każdą blachę oddzielnie i po złożeniu, gdy żłobek wyjdzie niezbyt równy należy go opikować; przy tym sposobie straty są mniejsze.



Rys. 18.

Formy żłobków, rys.18, mogą być rozmaite, zależnie od sposobu nawijania : szablonowego czy ręcznego, od napięcia , prądu i przeznaczenia maszyny. Druty uzwojenia twornika zwijane są zazwyczaj w zwojnice odpowiedniego kształtu, rys.52 - 57, zwykle na szablonach i izolowane odpowiednio do napięcia maszyny. Do szablonowych uzwojeń, posiadających zwojnice wielozwojowe, można stosować tylko żłobki otwarte, rys.18/a,b,c,d,e,f/

a przy zwojnicach jednozwojowych - nawet półotwarte /g,h,k,l,m,n/ wówczas gotowe zwojnice wsuwa się w żłobki od strony płaskiej twornika.

Materiał na drut jest przeważnie miedź o profilu okrągłym lub prostokątnym, zależnie od wielkości prądu przepływającego przez uzwojenie. W Niemczech druty są znormalizowane: okrągłe stosuje się o 1,2 - 2,2 mm średnicy. Mniej niż 1 mm, w normalnych maszynach , nie stosuje się, gdyż bardzo trudne nawijać, szczególnie szablonowo. Gdy wypadnie dawać druty grubsze stosujemy je o przekroju prostokątnym, które korzystniej wypełniają żłobek.

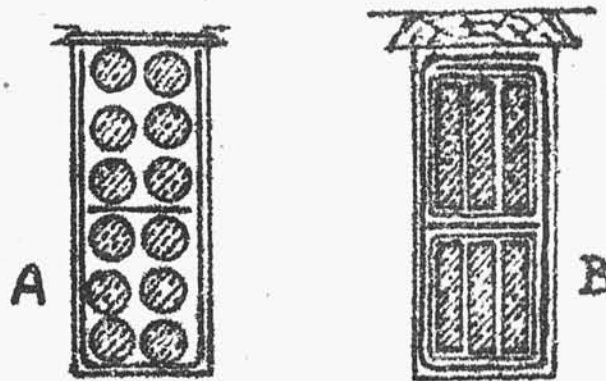
Na rys.19, pokazany jest przekrój żłobka z drutami o profilu okrągłym i prostokątnym.

Drut uzwojenia twornika jest izolowany bawełną raz lub dwa, omotany, a przy większych maszynach i opleciony. O ile mamy mało miejsca i nie liczymy się z

kosztami stosujemy izolację jedwabną.

Aby siła odśrodkowa przy ruchu wirowym nie wyrzuciła przewodników ze żłobków, stosuje się do zabezpieczenia kliny zwykłe z drzewa lub fibry, rys.19.B .

Dawniej do tego celu używano obręczy z drutu /gr.0,6-1,0mm/ brązowego o dużej wytrzymałości, nawiniętego w kilku miejscach w odpowiednich wycięciach na tworniku, rys.19.A



Rys.19.

Wystające ze żłobków części uzwojenia, z obu stron rdzenia, są zmocowane bandażami z drutu brązowego wspomnianego wyżej, w celu zabezpieczenia zwojnic przed wygięciem skutkiem ruchu wirowego.

Przekrój miedzi zajmuje tylko część przekroju żłobka, resztę wypełnia izolacja. Stopień zabezpieczenia żłobka miedzią zależy od grubości użytej izolacji, a więc od wysokości napięcia maszyny i od przekroju drutu. Stosunek przekroju miedzi w żłobku do przekroju całego żłobka nazywamy **s p ó ł c z y n n i k i e m w y p e ł-**

n i e n i a żłobka

$$f_k = \frac{\text{przekrój miedzi}}{\text{przekrój żłobka}}$$

Tak np. przy drutach okrągłych o przekroju 6 mm^2 w twornikach uzwojonych na 500 woltów, współczynnik wypełnienia wynosi około 0,3 , a na 125 woltów około 0,4. Przy drutach prostokątnych o przekroju 150 mm^2 w twornikach uzwojonych na 500 woltów współczynnik wypełnienia wynosi około 0,4 , a na 125 woltów około 0,6.

Współczynnik, wypełnienia żłobka w zależności od napięcia i mocy maszyny

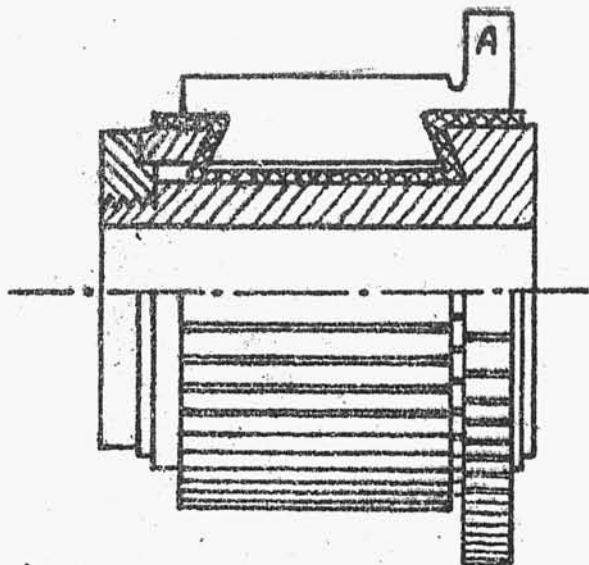
V \ kW	5	10	20	30	40	50	70
100	0,33	0,39	0,44	0,46	0,485	0,495	0,505
600	0,20	0,25	0,31	0,335	0,345	0,350	0,355

K o m u t a t o r .

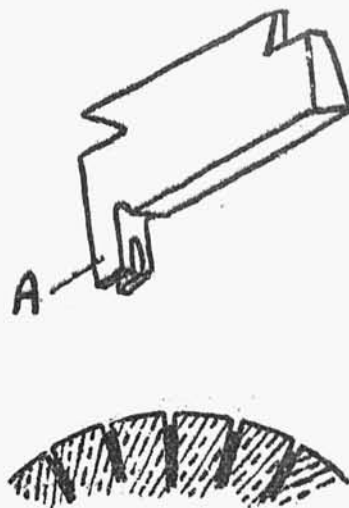
Obok rdzenia na ten sam wał nasadza się na oddzielnej piaście, komutator, rys.20, który składa się z odcinków płaskownika miedzianego o trapezoidalnym przekroju.

Odcinki te stanowią działki komutatora, izolowane jedna od drugiej i od piasty za pomocą czystej miki lub częściej mikanitu. Na działki używa się miedzi twardej, ciągnionej wysokiego gatunku. Izolacja, między działkami jest twardszą od miedzi i zużywa się wolniej niż działki, skutkiem czego na komutatorze powstają

nierówności, przez co ślizgające się po nim szczotki drgają, powodując iskrzenie szczotek i psucie się komutatora. Aby komutator zużywał się równomiernie izolacja nie dochodzi do samej jego powierzchni, rys.21.



Rys. 20.

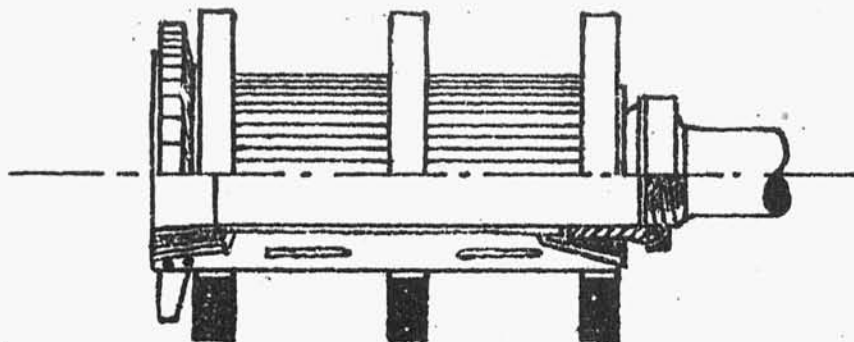


Rys. 21.

Kolektory takie należy często czyścić, gdyż pył ze ścierających się szczotek zapełnia przestrzenie między działkami, tworzy zwarcia ich, powodując t.zw. ogień komutatorowy. W miarę zdzierania się komutatora należy izolację wycinać.

Wystająca część A działki komutatora, rys.20 posiada rozwidlenie, w które wkłada się koniec uzwojenia i lutuje lutem miękkim, lub twardym. Lut twardy szczególnie stosuje się przy maszynach podlegających dużym i raptownym zmianom obciążenia.

Długie komutatory i przy maszynach szybkoobrotowych są usztywniane za pomocą pierścieni stalowych, rys.22 nasadzonych na komutator. Pierścienie są oddzielone od komutatora paskiem izolacji.



Rys. 22.

Gotowy twornik suszy się w rozrzedzonym powietrzu, następnie pogrąża się /aż do kolektora/ w lakierze, gdzie przebywa dopóty, dopóki nie przestaną wydobywać się pęcherzyki powietrza. Po nasyceniu twornik suszy się od 6 do 12 godzin w temperaturze od 80 do 90°C.

Komutator musi być dokładnie cylindryczny i zawsze czysty. W miarę zużywania się komutatora, co pewien czas należy go wygładzać szklistym lub karbo-rundowym papierem. Nie można nigdy wyrównywać komutatora pilnikiem. Przy szlifowaniu papierem lub płótnem szlifierskim, należy posługiwać się klockami drewnianymi,

szczelnie przylegającymi do komutatora. W razie znacznych nierówności na kolektorze trzeba go obtoczyć ostrym krótko osadzonym nożem tokarskim. Najpierw wyskrobać miękę, potem szlifować komutator.

S z c z o t k i .

W celu utworzenia połączenia obwodu nieruchomego z wirującym uzwojeniem twornika służą szczotki ślizgające się po komutatorze. Szczotki bywają metalowe i węglowe.

Szczotki metalowe, zwykle miedziane, sporządzane z tkaniny drucianej lub cienkich blaszek, stosowane są tylko przy prądnicach na niskie napięcie/kilkunastu woltów/. Szczotki takie wymagają lekkiego smarowania komutatora grafitem, woskiem lub wazeliną dla zabezpieczenia od ścierania się go.

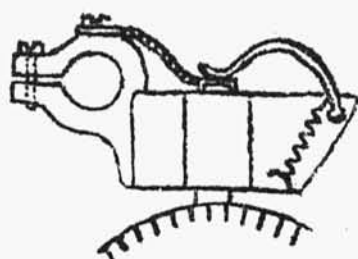
Powszechnie używane są szczotki węglowe z węgla, grafitu, lub mieszaniny tych dwóch składników; bywają różnej twardości. Ponadto są jeszcze szczotki węglowo-metalowe, wyrabiane z mieszaniny węgla z proszkiem metalowym, które wypierają z użycia szczotki metalowe.

Najczęściej stosuje się obecnie szczotki węglowe, dlatego, że mało zużywa się komutator i warunki komutacji są lepsze, wobec większej oporności obwodu zwarcia, powstającego, gdy szczotka stanie na sąsiednich

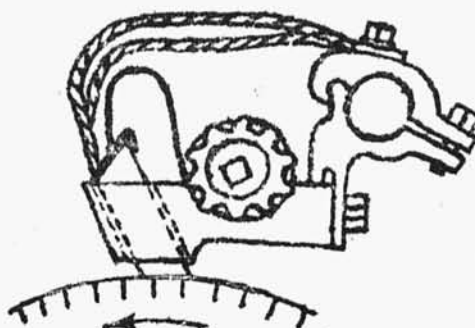
wycinkach kolektora.

Szczotka pokrywa kilka działek komutatora zależnie od rodzaju uzwojenia. Gdy chodzi o zbieranie silniejszego prądu należy dawać szczotki o większym przekroju, ale tylko do pewnej granicy, powyżej której szczotka wypadłaby za duża i za ciężka, bowiem małe szczotki lepiej przystosowują się do wszelkich nierówności niż duże. Wymiar jednej szczotki w kierunku poprzecznym waha się 10 do 30 mm., a po obwodzie komutatora 5 - 30 mm. Gdy wypadnie stosować większe szczotki wówczas zamiast jednej dajemy dwie lub więcej mniejszych, ustawionych w szereg wzdłuż tworzącej komutatora i połączonych ze sobą elektrycznie. Cały ten szereg szczotek, umieszczonych na wspólnym sworzniu, stanowi jeden dodatni lub ujemny biegun maszyny.

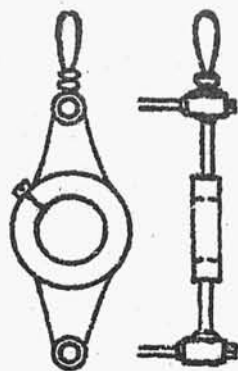
Szczotki umocowane są w obsadach: metalowe nieruchomo, a węglowe przeważnie ruchomo.



Rys. 23.



Rys. 24.



Rys. 25.

Na rys. 23 widzimy obсадę ze szczotką węglową, do której przymocowana jest miedziana linka odprowadzająca prąd.

Do komutatora szczotki są lekko przyciskane sprężynami zwykle z siłą odpowiadającą, ciśnieniu 0,12 - 0,15 kilograma na centymetr kw.

ratowy.

Siła przyciskająca szczotkę do kolektora powinna przechodzić przez środek ciężkości powierzchni styku szczotki z komutatorem.

Szczotki ustawione prostopadle do powierzchni komutatora, rys.23, nadają się dobrze do ruchu maszyny w obu kierunkach, co bywa nieraz przy zastosowaniu tych maszyn jako silników elektrycznych. Oprócz szczotek węglowych ustawionych prostopadle do powierzchni komutatora, obecnie często są stosowane szczotki węglowe, stojące ukośnie, rys.24. Kierunek wirowania komutatora musi być zwrócony w stronę pochylenia szczotki jak zaznaczono na rysunku. Wtedy szczotka stoi sztywno w oprawce.

Obsady zaciska się zwykle na sworzniach szczotkowych, które są wstawiane w rurkach izolacyjnych na

uchwycie szczotkowym, rys. 25. Sworznie muszą być sztywne, aby się nie trzęsły /szczególnie w silnikach trakcyjnych/. Uchwyt zazwyczaj daje się obracać i w ten sposób cały zespół szczotek odpowiednio ustawia się na komutatorze.

Uchwyt obraca się na walcu będącym panewką wału głównego, osadzoną w bocznej pokrywie jarzma. Przy maszynach wielkiej mocy, wielobiegunowych, bolce z obładami szczotkowymi umocowane są na specjalnym wieńcu przytwierdzonym do korpusu maszyny.

Szczotki muszą być dokładnie dotarte do powierzchni komutatora tak, aby stykały się z nim całą swą powierzchnią. Na oporze samych szczotek i przy przejściu prądu ze szczotek do komutatora zachodzi pewna strata napięcia, która zależy od nacisku szczotki i od stanu jej oraz komutatora. Gęstość prądu pod szczotkami należy utrzymywać w granicach ustalonych przez praktykę, zależnie od rodzaju szczotek.

gat. szczotki	gęst. prądu $\frac{A}{cm^2}$	strata nap. wolt.	spółcz. tarcia
metalowe-miedziane	15 - 40	0,06	0,25
węglowe b. miękkie	8 - 11	1,4 - 1,9	0,12 - 0,15
-"- miękkie	6 - 10	1,5 - 1,9	0,15 - 0,18
-"- śr. twardości	5 - 7	1,6 - 2,0	0,23 - 0,25
-"- twarde	4 - 6	1,9 - 2,0	0,27 - 0,28
węglowo-metalowe	15 - 30	0,10	0,20

M a t e r j a ł y i z o l a c y j n e , używane do budowy maszyn elektrycznych.

Pewność działania maszyn elektrycznych zależy od dobroci izolacji. Jakość izolacji nie da się ściśle ustalić, nawet laboratoryjnie. O stanie izolacji możemy orzec dopiero po długotrwałości maszyny. Ogólny stan izolacji będzie dostatecznie wiadomy o ile będziemy znali stan izolacji w najgorzszym jej miejscu.

Wymagania jakim powinna odpowiadać dobra izolacja są bardzo liczne i tak różnorodne, że żaden gatunek w równej mierze nie zadośćuczynił tym wszystkim wymaganiom. Z tego względu staramy się tworzyć izolację sztuczną, której możemy narzucić pewne wymagane własności, których gatunki naturalne nie posiadają.

Obecnie istnieje specjalna gałąź przemysłu fabrykacji materiałów izolacyjnych, niezbędnych dla celów elektrotechnicznych.

Następujące własności charakteryzują izolację używaną w elektrotechnice:

- a/wytrzymałość mechaniczna
- b/wytrzymałość cieplna
- c/odporność na wilgoć
- d/duży opór omowy
- e/wytrzymałość na przebicie
- f/odporność na wpływy chemiczne

Rozpatrzmy po kolei wszystkie własności:

a/wytrzymałość mechaniczna musi być dostateczna podczas samej obróbki; materiał musi się wielokrotnie wyginać nie pękając, a zatem musi być ciągliwy i elastyczny,

b/wytrzymałość cieplna t.zn., że materiał powinien zachowywać swoje pierwotne własności będąc poddany pod wpływ stały lub zmienny, suchego lub wilgotnego ciepła przez kilka lat; nie powinien pękać, kruszeć, łupać się,

c/odporność na wilgoć; dobra izolacja nie powinna absorbować wilgoci z powietrza. Tej własności nie posiadają materiały włókniste i dlatego muszą być nasycone lub pokrywane materiałem izolacyjnym, płynnym np. lakierem,

d/duży opór omowy; właściwy opór omowy wszystkich gatunków izolacji jest naogół bardzo znaczny, wynosi setki i tysiące megomów na cm. Badanie oporu izolacji dokonywa się w stanie rozgrzanym, gdyż tylko taki pomiar jest miarodajny. Dla materiałów izolacyjnych które łatwo pochłaniają wilgoć zależność oporu od temperatury zmienia w ten sposób, że początkowo wraz ze wzrostem temperatury /zmniejszeniem się wilgotności/ opór szybko wzrasta, a później maleje,

e/wytrzymałością na przebicie będziemy nazy-

wali napięcie przebijające 1 mm grubości danego materiału. Określenie wytrzymałości na przebicie jest możliwe tylko w przybliżeniu, bowiem w każdym miejscu danej sztuki materiału izolacyjnego może się okazać różna wytrzymałość na przebicie. Napięcie przebicia zależne jest od czasu działania. Wpływ temperatury na wytrzymałość na przebicie jest znikomy.

f/odporność na wpływy chemiczne; każdy używany materiał izolacyjny musi być chemicznie obojętny, t.j. nie zawierać w sobie żadnych kwasów, ani zasad, któreby mogły reagować na metale. Materiały izolacyjne mogą być: stałe, płynne i włókniste, zwykle nasyczone.

Z pośród materiałów izolacyjnych naturalnych najwięcej stosowanymi są: mika, czyli kryszyk, azbest, kauczuk, żywica i drzewo.

M i k a jest krzemianem glinu, potasu lub sodu. Daje się doskonale łupać na bardzo cienkie płytki. Wysoką jej cenę powoduje duża ilość odpadków przy wydobywaniu i obróbce. Zabarwienie miki jest zależne od tlenków metali z którymi występuje. Posiada wysoką wytrzymałość na przebicie, jest ogniotrwała, wcale niehygroskopijna i chemicznie obojętna. Mała wytrzymałość mechaniczna miki powoduje, że nie stosuje się jej w stanie czystym, lecz w połączeniu z innymi materiałami z czego otrzymujemy mikanit, megomit i t.p.

M i k a n i t składa się z cienkich płatków mikowych, które pod wysokim ciśnieniem i temperaturą łączone są zapomocą specjalnego kleju o własnościach izolacyjnych. Klej po rozgrzaniu staje się miękkim czyniąc mikanit giętkim i elastycznym. Wytrzymałość na przebicie wynosi 6-7 kV na 0,2 mm grubości.

M e g o m i t jest podobny do mikanitu, mniej wrażliwy na olej niż mikanit; wytrzymałość na przebicie posiada taką samą jak mikanit. Aby otrzymać materiał jeszcze giętki o większej wytrzymałości na przebicie często łączymy mikę z papierem, albo z materiałem włóknistym lub tkaniną, z czego otrzymujemy mikafoljum, papier mikanitowy lub płótno mikanitowe.

A z b e s t jest ogniotrwałym dlatego bardzo cennym. Wytrzymałość na przebicie 1 - 3 kV na 2 mm. Jest bardzo hygroskopijny i dlatego w stanie czystym się nie stosuje, lecz w połączeniu z innymi materiałami.

Tkanina azbestowa z szellakiem daje materiał **e t n a**.

Mieszanina azbestu i asfaltu stanowi **g u m o** o wytrzymałości cieplnej do 1000°C. Wytrzymałość na przebicie 3 - 5 kV na 1 mm.

Połączenie włókien azbestowych, żywicy ziemii alkalicznych tworzy **t e n a c y t**, który rozmiękcza się w temperaturze około 100°C. Wytrzymałość na przebi-

cie 10 kV na 1 mm.

A m b r o i n a składa się z rozpuszczonej żywicy w alkoholu i tkaniny azbestowej. Jest mało hygroskopijna, posiada opór mniejszy od kauczuku i może być poddawana wysokiemu ciśnieniu, dlatego stosuje się na izolację pod zaciski. Wytrzymałość na przebicie 10 kV na 10 mm.

K a u c z u k jest doskonałym izolatorem, lecz z powodu małej wytrzymałości na temperaturę w stanie czystym się nie używa. Topi się już przy 80°C. Powietrze i światło czynią go w krótkim czasie kruchym i łamliwym. Jest mało wytrzymały na kwasy i mało hygroskopijny.

A z b e s t w u l k a n i z o w a n y jest mieszaniną rozpuszczonej w benzynie gumy i tkaniny azbestowej. Praktycznie wytrzymuje temperaturę około 150°C. Mechanicznie jest wytrzymalszy niż azbest, mało hygroskopijny i z powodu włóknistej budowy daje się trudno obrabiać.

S t a b i l i t jest również sztuczną kompozycją, daje się bardzo łatwo obrabiać. Jest mało hygroskopijny; wytrzymuje 10 kV na 1 mm grubości.

D r z e w o może być używane jako izolator tylko do niskich napięć. Nasycone olejem lnianym lub parafiną staje się lepszym izolatorem, gdyż przestaje

być hygroskopijne. Przed nasyceniem należy drzewo wysuszyć, następnie kąpać w gorącym oleju, a potem suszyć powoli. Wytrzymałość drzewa na przebicie jest od 2 do 5 razy mniejsza w kierunku włókien, niż prostopadle.

F i b r a w u l k a n i z o w a n a jest z włókien drzewnych, spreparowanych z chlorkiem cynku i kwasem siarkowym. Przygotowanej, przed wysuszeniem, masie nadaje się żadaną formę. Po wysuszeniu fibra daje się doskonale obrabiać, lecz jest hygroskopijna.

P a p i e r, z powodu stałego i równomiernego składu, jest stosowany jako materiał izolacyjny; może być w połączeniu z miką. Ze względu na dużą hygroskopijność bywa zawsze nasycany.

P r e s z p a n zwany drzewnikiem jest rodzajem tektury, która po dokładnem wyschnięciu gotuje się w roztworze czystego oleju lnianego, rozcieńczonego w benzynie. Czas gotowania zależy od grubości preszpanu. W budowie maszyn elektrycznych stosuje się bardzo często, jako izolacja żłobków, łożysk etc.

Płynne materiały izolacyjne stosuje się przeważnie do nasycania materiałów włóknistych, aby nadać im większą odporność na wilgoć i zwiększyć opór omowy.

Do płynnych materiałów należą: lakiery, emalie, oleje.

Lakiery składają się z żywicy, kalafonji,

szellaku, smoły, gutaperki i innych substancji; wszystko to rozpuszcza się w terpentynie, benzynie, benzolu, alkoholu, olejach, parafinie i t.p.

Lakier powinien być równomiernie gęsty, tworzyć warstwę trwałą i elastyczną, szybko schnąć, nie pękać, nie kruszeć podczas pracy maszyny. Lakiery żywiczne zawierają w sobie około 20% kwasów żywicznych, które pod działaniem oleju wyzwala się, niszcząc materiał przewodowy. Wytrzymałość lakieru na przebicie wynosi około 11 kV na 0,025 mm grubości.

Bardzo trwałą i elastyczną powłokę stanowi lakier Ssterlinga.

A r m a - l a k i e r , stanowiący, rozpuszczony w nalcie, wosk parafinowy, jest wolny od kwasów.

L a k i e r e m a l j o w y służy jako izolacja dla cienkich drutów. Izolacja emaljowa wypada cieńszą niż bawełniana. Druty izolowane lakierem emaljowym posiadają własność dobrego oddawania ciepła.

S z e l l a k dawniej był bardzo szeroko stosowany w budowie maszyn elektrycznych. Posiadając kwasy żywiczne tworzy z miedzią witryoleje, które niszczą oprzędę. Szellak składa się z różnych żywic i wosku, rozpuszczonych w alkoholu. Jest bardzo kruchy i rozpada się.

L a k i e r b a k i e l i t o w y jest wy-

naloziony przez amerykanina Bakelanda. Otrzymuje się go przez kondensację krezoliny, formaliny lub kwasu karbolowego.

O l e j l n i a n y przy schnięciu chciwie absorbuje kwasy powietrza, co powoduje po wyschnięciu kruszenie i pękanie. Schnięcie powinno odbywać się w temperaturze do 80°C i przy tych warunkach tworzy się warstwa trwała przez co pory ciała nasycanego zamykają się chroniąc materiał od wilgoci.

Z materiałów włóknistych stosowane bywają przede wszystkim bawełna, perkal, płótno, batyst i t.p. Wszystkie te materiały są hygroskopijne, dlatego muszą być nasącane.