

**POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA**



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

# OPIS PATENTOWY

**70 892**

Patent dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 04.03.71 (P. 146640)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 30.05.73

Opis patentowy opublikowano: 15.09.1976

MKP H02k 1/14

Int. Cl.<sup>2</sup> H02K 1/14

**CZYTELNIA**

Urzędu Patentowego  
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: \_\_\_\_\_

Uprawniony z patentu: Hitachi Ltd., Tokio (Japonia)

## Elektryczna maszyna wirująca

Przedmiotem wynalazku jest elektryczna maszyna wirująca w postaci silnika lub prądnicy komutatorowej prądu zmiennego lub stałego, a w szczególności maszyna wirująca o małych wymiarach, pracująca bez biegunów pomocniczych, używana do napędu na przykład aparatów elektrycznych ogólnego użytku domowego.

Maszyny wirujące tego typu miały dotąd bieguny magnetyczne umieszczone w stojanie symetrycznie z tym, że na skutek reakcji twornika występującej zawsze przy pracy maszyny, linie sił pola magnetycznego skupiały się i deformowały w części biegunów w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów wirnika w silniku i zgodnym z tym kierunkiem w prądnicy.

Jeśli reakcja twornika powodowała zakłócenia w komutacji, stosowano bądź to powiększenie szczeliny powietrznej w pobliżu odpowiednich części biegunów, bądź też zmniejszano przekrój biegunów w tych miejscach, tak aby zmniejszyć do minimum reakcję twornika. Jednakże przez zwiększenie szczeliny powietrznej zmniejsza się całkowity efektywny strumień magnetyczny maszyny i w przypadku maszyny ze szczotkami, mimo poprawy warunków komutacji, zmniejsza się niekorzystnie jej moc użyteczną.

Jeśli linie pola magnetycznego ulegają w pobliżu biegunów zdeformowaniu na skutek reakcji twornika, praca rdzenia stalowego w tych częściach biegunów magnetycznych zbliża się do stanu nasycenia, podczas gdy w innych miejscach rdzeń ten nie jest właściwie wykorzystany. Mając to na względzie, zgodnie z celem wynalazku dokonywano pomiarów wielkości strumienia magnetycznego w różnych częściach rdzenia stojana przy użyciu hallotronu lub cewki wzorcowej ustalając wartość indukcji magnetycznej stosownie do wartości strumienia i określano następnie kształt rdzenia stojana, tak aby uzyskać możliwie jak największy współczynnik jego wykorzystania i w ten sposób osiągnąć zwiększenie mocy użytecznej bez powiększania wymiarów zewnętrznych silnika. Aczkolwiek każdy wzrost mocy powodował zwykle zakłócenia w komutacji, obecny wynalazek pozwala uzyskać maszynę elektryczną o konstrukcji zapobiegającej tym trudnościom.

Celem wynalazku jest stworzenie maszyny o zwiększonej mocy bez powiększania jej zewnętrznych wymiarów.

Innym celem wynalazku jest wykonanie nabiegunków asymetrycznych w stosunku do geometrycznej osi biegunów magnetycznych, by uzyskać większy całkowity strumień magnetyczny. ~~Dalszym celem jest takie~~ zmodyfikowanie kształtu jarzma stojana, by dało to większy całkowity strumień magnetyczny maszyny. Jeszcze

innym celem jest skrócenie zwojów uzwojenia stojana, by w ten sposób zmniejszyć koszt maszyny. Wreszcie celem wynalazku jest takie przesunięcie nacięć w jarzmie stojana, aby spowodować zmianę rozptyłu strumienia magnetycznego z prawej i lewej strony jarzma, która by dała wzrost łącznego strumienia, przez co zwiększyłaby się sprawność maszyny i polepszyły warunki komutacji.

Miedzy drugim nabiegunkiem bieguna magnetycznego a twornikiem znajduje się szczelina powietrzna, która ma szerokość większą niż szerokość szczeliny utworzonej między pierwszym nabiegunkiem bieguna magnetycznego a twornikiem. W każdym położeniu twornika wzdłuż jego obwodu umieszczona jest szczotka.

Cel wynalazku został osiągnięty przez skonstruowanie maszyny wirującej, której jeden z nabiegunków znajdujący się w polu magnetycznym w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu twornika ma pole przekroju poprzecznego obwodu magnetycznego większe niż pole przekroju poprzecznego drugiego nabiegunka umieszczonego w polu magnetycznym po stronie kierunku zgodnego z obrotem twornika. W rozwiązaniu tym część rdzenia stojana znajdująca się bliżej nabiegunka drugiego ma pole przekroju poprzecznego drogi magnetycznej przebywanej przez część rdzenia stojana większe niż pole przekroju poprzecznego drogi magnetycznej przebywanej przez część rdzenia stojana znajdująca się bliżej nabiegunka pierwszego. W części obwodowej bieguna magnetycznego stojana znajduje się wycięcie przesunięte nieco w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu twornika.

Wynalazek dotyczy maszyn wirujących, ale zostanie omówiony na przykładzie jego wykonania odnoszącym się jedynie do silników komutatorowych prądu zmiennego dla ułatwienia przedstawienia istoty wynalazku. Zakres wynalazku nie ogranicza się jednak do silników komutatorowych prądu zmiennego, ale ma też zastosowanie do innych wymienionych wyżej maszyn wirujących.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładowym jego wykonaniu na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia kształt jarzma stojana i rdzenia twornika silnika komutatorowego prądu zmiennego w dotychczasowym rozwiązaniu z twornikiem umieszczonym obrotowo wewnątrz jarzma stojana, przy czym oba rdzenie są przedstawione schematycznie z pominięciem zewnętrznych urządzeń pomocniczych w przekroju, fig. 2 — pracę silnika komutatorowego jarzma jak na fig. 1, rozptyw strumienia magnetycznego w jarzmie stojana i rdzenia twornika, przy czym podane liczby określają wartość indukcji magnetycznej w poszczególnych miejscach tych rdzeni, fig. 3 — wykres natężenia pola magnetycznego w szczelinie między stojanem i wirnikiem w znanym rozwiązaniu, fig. 4 — kształt jarzma stojana i rdzenia twornika według wynalazku z uwidocznionym całkowitym przebiegiem linii sił pola magnetycznego w przekroju, fig. 5 — rozkład wartości indukcji magnetycznej w różnych miejscach jarzma stojana i rdzenia twornika, fig. 6 — wykres porównawczy natężenia pola magnetycznego w szczelinie powietrznej uwidaczniający różnice w konstrukcji maszyny według wynalazku i według znanego rozwiązania, fig. 7 — przekrój zasadniczej części maszyny, a fig. 8 — inny przykład wykonania maszyny według wynalazku w przekroju, fig. 9 — jeszcze inny przykład wykonania maszyny według wynalazku w przekroju, fig. 10 — również przykład wykonania maszyny według wynalazku w przekroju, fig. 11 — również przykład wykonania maszyny według wynalazku w przekroju.

Rdzeń twornika ma czternaście zębów 1 do 14. Rdzeń stojana S ma dwa wydane magnetyczne bieguny P. Na końcach biegunów P utworzone są nabiegunki 15 i 16 symetryczne względem geometrycznej osi O—O biegunów. Przez Y oznaczono jarzmo rdzenia stojana obejmujące części nabiegunka 15 i 16, z których pierwszą określono jako „część nabiegunka w kierunku zgodnym z obrotami wirnika”, a drugą jako „część nabiegunka w kierunku przeciwnym do obrotów wirnika”. Część 17 jarzma Y jest przeciwstawną nabiegunkowi 15 w kierunku zgodnym z obrotami wirnika, a część 18 jarzma Y jest przeciwległa do nabiegunka 16 w kierunku przeciwnym do obrotów wirnika, które to części jarzma określone będą jako przeciwległe części jarzma. Wycięcia 19 są niezbędne ze względów technologicznych montażu maszyny. Jarzmo Y, bieguny P magnetyczne, nabiegunki 15 i 16, przeciwległe im rdzenie 17 i 18 z wycięciem 19, wszystkie wymienione części stojana są wykonane zwykle z pakietów z krzemowej blachy stalowej, sprasowanych w jedną całość. Części 15 i 16 nabiegunka mogą być jednak przymocowane do biegunów P jako oddzielne elementy. Uzwojenie stojana 20 nawinięte na bieguny P, uzupełnia stojan maszyny. Ukryte uzwojenia 21 twornika jest rozłożone w żłobkach 22 utworzonych na zewnętrznej powierzchni twornika A, przy czym uzwojenie 21 nawinięte na rdzeń twornika A tworzy wraz z tym rdzeniem właściwy twornik. Wgłębienie 23 jest utworzone w rdzeniu S stojana, w którym założenie jest uzwojenie 20 stojana.

Jako rezultat różnych rozważań nad dalszą miniaturyzacją opisaną konstrukcją maszyny według wynalazku pomierzono współczynnik wykorzystania stalowych rdzeni maszynowych dla zbadania, czy są one w całości efektywnie wykorzystane. W pomiarach tych wymagane było tylko określenie indukcji magnetycznej w różnych miejscach rdzeni stalowych maszyny, toteż do pomiarów użyto hallotronów i cewki wzorcowej w znanym dobrze układzie. Wyniki pomiarów zestawiono w postaci wartości liczbowych (fig. 2) i w postaci wykreślnej rozkładu natężenia pola magnetycznego w szczelinie powietrznej g (fig. 3).

Pomiarami tymi potwierdzono zjawisko, które też jasno wynika z fig. 2 i 3, że rozkład indukcji ulega deformacji na skutek reakcji twornika, w kierunku przeciwnym do obrotów maszyny komutatorowej w czasie jej pracy silnikowej i w tym stanie, mimo symetrycznego rdzenia stojana, część 15 nabiegunnika w kierunku zgodnym z obrotami silnika wykazuje indukcję o wartości 0,19, 0,6 i 1,0 Wb/m<sup>2</sup>, a więc jej stal nie jest efektywnie wykorzystana, podczas gdy część 16 nabiegunnika w kierunku przeciwnym do obrotów silnika osiąga o wiele większy poziom indukcji 1,05, 2,07 i 1,45 Wb/m<sup>2</sup>, to jest jej stal wykorzystywana jest w warunkach znacznie poza punktem nasycenia. Jednakże przekrój drogi przepływu strumienia magnetycznego ze strony części 15 nabiegunnika w kierunku obrotów silnika do twornika A rozciąga się do części nabiegunnika w kierunku przeciwnym do obrotów silnika i zajmuje stosunkowo dużą część powierzchni bieguna P tak, że całkowity strumień magnetyczny wzrasta. Liczby podane na fig. 2 wskazują wartość 1,76 Wb/m<sup>2</sup>, to jest o 17% większą w stosunku do wartości indukcji w przeciwległej części 18 jarzma w kierunku przeciwnym do obrotów silnika, wynoszącej 1,5 Wb/m<sup>2</sup>. Jest wobec tego jasne, że przy dotychczasowym kształcie rdzenia S stojana niezależnie od niskiego współczynnika wykorzystania biegunów P magnetycznych istnieje problem odpowiedniego zwymiarowania jarzma P. Jednocześnie stało się jasne, że część 16 nabiegunnika w kierunku przeciwnym do obrotów silnika jest w stanie pełnego nasycenia ze względu na dużą indukcję, a w rezultacie wykazuje dużą oporność magnetyczną.

Wobec takich wyników analizy rozpatrywanych zjawisk podjęto myśl, że w przypadku równomiernego rozłożenia strumienia magnetycznego łączna jego wartość powinna się powiększyć, przez co uzyskano by silnik o wysokiej sprawności, a w konsekwencji o zwiększonej mocy użytecznej.

W tym celu zbadano, czy konstrukcja rdzeni maszyny polegająca na tym, że zmniejsza się szczelinę powietrzną w miejscach występowania niniejszego natężenia strumienia magnetycznego dla ułatwienia jego przepływu, a zwiększa ją w miejscach większego natężenia strumienia dla utrudnienia jego przepływu w tych miejscach, pozwoli uzyskać oczekiwany równomierny rozkład strumienia magnetycznego. Jednakże uzyskany wynik był wręcz przeciwny do oczekiwanego. Silnik komutatorowy zmniejszył swoją sprawność przy zmniejszonym strumieniu magnetycznym, bez jakiegokolwiek wzrostu mocy użytecznej. Stało się to wskutek tego, że w miejscach gdzie już uprzednio indukcja magnetyczna osiągała duże wartości, nie powiększyła się ona bynajmniej po zwężeniu szczeliny powietrznej. Traktując wyraźniej, stwierdzono, że całkowity strumień przenikający przez szczelinę g powietrzną jest mały, jak to obrazuje fig. 2, w tym również w zębach 1 lub 2 twornika A, a to wskutek działania siły elektromotorycznej reakcji twornika i z tego powodu zmniejszenie szerokości szczeliny g nie spowodowało istotnego wzrostu indukcji magnetycznej, gdy tymczasem w miejscach, gdzie wartości indukcji były większe, spowodowano gwałtowne ich zmniejszenie, co doprowadziło do zmniejszenia również całkowitego strumienia magnetycznego maszyny. Celem zwiększenia tego strumienia w tych nierównych odcinkach należałoby zwiększyć przekroje wszystkich części obwodu magnetycznego, aby doprowadzić do zmniejszenia wartości indukcji magnetycznej, wykryto w każdym bądź razie, że trudno jest zwiększyć strumień ponad ten, jaki uzyskuje się przy równomiernej szczelinie g nawet przy zastosowaniu podanych pomiarów, a więc nie można oczekiwać powiększenia strumienia przez tworzenie nierównomiernej szczeliny g.

Stwierdzono, że dla uzyskania silnika komutatorowego o zwiększonym całkowitym strumieniu magnetycznym w celu zwiększenia jego mocy użytecznej, bardziej celowe jest doprowadzić do przepływu większego strumienia raczej przez te części rdzenia maszyny, gdzie strumień osiąga już dużą wartość, aniżeli dążyć do równomiernego rozkładu strumienia we wszystkich jej częściach.

Powołując się na fig. 3, rozkład strumienia w części zębów 5 i 6 twornika A jest tego rodzaju, że spada gwałtownie po prawej ich stronie.

Powyższe wskazuje na to, że pokazana na fig. 1 część 16 nabiegunnika w kierunku przeciwnym do obrotów silnika staje się nasycona magnetycznie, wskutek czego znacznie wzrasta jej oporność magnetyczna. W przeciwstawieniu z tym, część 15 nabiegunnika w kierunku zgodnym z obrotami silnika wykazuje małą indukcję i jest niekorzystnie rozwiązana przez to, że pozwala na łatwiejszy przepływ strumienia rozproszenia od uzwojenia 20 stojana i strumienia reakcji twornika. Konstrukcja maszyny ulepszona z takiego punktu widzenia pokazana jest na fig. 4; przy czym pole przekroju części 16 nabiegunnika wyrobionej w całości rdzenia S stojana w kierunku przeciwnym do obrotów silnika jest powiększone (przez pogrubienie tej części), by w ten sposób ułatwić jeszcze bardziej przepływ strumienia, gdy tymczasem podobną część 15 nabiegunnika w kierunku przeciwnym do obrotów pocieniono, aby utrudnić przepływ strumienia, a przez to zwiększyć oporność magnetyczną dla strumienia rozproszenia, a zarazem też dla strumienia reakcji twornika. Cała konstrukcja rdzenia maszyny nakreślona jest na fig. 4 ciągłymi liniami. Fig. 7 przedstawia porównanie rozwiązania według fig. 4 z rozwiązaniem dotychczasowym zaznaczonym linią przerywaną. Przy takiej ulepszonej konstrukcji rdzenia maszyny rozkład strumienia w całym rdzeniu przedstawiony jest w postaci linii sił na fig. 4, który wskazuje na tendencję

znacznego zwiększenia indukcji magnetycznej po stronie części 16 nabiegunnika w kierunku odwrotnym do obrotów silnika.

Wartości indukcji magnetycznej w różnych miejscach tak zmodyfikowanej konstrukcji rdzenia maszyn pomierzono w ten sam sposób, jak poprzednio opisany, a wyniki tych pomiarów podano na fig. 5 w postaci liczbowej ( $\text{Wb/m}^2$ ). Z rysunku tego podającego wartość indukcji magnetycznej w części 15 nabiegunnika w kierunku obrotów silnika i w części 16 nabiegunnika w kierunku przeciwnym do obrotów silnika wynika wyraźnie, że indukcja osiąga bardzo duże wartości na krańcu części 16, podczas gdy przeciwległe części 17 i 18 rdzenia wykazują w przybliżeniu ten sam poziom indukcji magnetycznej tak, że rdzeń stalowy maszyny może być efektywnie wykorzystany, jeśli tylko osiąga odpowiedni poziom nasycenia. Rozkład natężenia pola magnetycznego w szczeliny g powietrznej maszyny o takiej konstrukcji przedstawiony jest w postaci wykresu na fig. 6 zaznaczonego linią ciągłą, gdy tymczasem linią przerywaną pokazano porównawczo podobny rozkład natężenia pola dla maszyny w dotychczasowym rozwiązaniu. Jak widać na rysunku, natężenie pola zmniejszające się w maszynie o dotychczasowej konstrukcji w skrajnym stopniu, szczególnie przy zębie 5, wzrasta w maszynie o ulepszonej konstrukcji zgodnie z wykresem wykonanym linią ciągłą i w ten sposób zwiększa się całkowity strumień magnetyczny maszyny mniej więcej o 10%.

Aczkolwiek zwiększenie powierzchni przekroju części 16 biegunu w kierunku przeciwnym do obrotów silnika powoduje wzrost strumienia reakcji twornika, to jednak magnesowanie zębów 5 i 6 zbliża się do punktu nasycenia tak, że strumień reakcji twornika wzrasta w niewielkim stopniu i obserwuje się nawet jego zmniejszenie w zębach 1 i 7. Należy rozumieć przez to, że przy usytuowaniu szczotki (nie uwidocznionej na rysunku) przy zębach 6 i 7 w miejscach przekazanych na fig. 6 (w których to miejscach natężenie pola magnetycznego jest mniejsze niż w przypadku symetrycznych biegunów magnetycznych), przebieg komutacji jest korzystniejszy niż w dotychczasowym wykonaniu maszyny.

Ponieważ małe jednofazowe silniki komutatorowe nie mają z reguły biegunów pomocniczych, w celu poprawienia komutacji praktykuje się przesuwanie szczotek w kierunku przeciwnym do obrotów wirnika.

Jeśli jednak reakcja twornika wywiera silniejszy wpływ na pracę silnika, strumień główny maszyny doznaje dużych zmian, w następstwie czego nie uzyskuje się strumienia zdolnego wytworzyć siłę elektromotoryczną potrzebną do prawidłowego przebiegu komutacji. Istnieją dwa sposoby ograniczenia reakcji twornika, z których pierwszy polega na zwiększeniu szczeliny g powietrznej, a drugi — na zmniejszeniu liczby zwojów uzwojenia 21 twornika. Sposoby te są jednak niekorzystne z następujących względów. Silnik komutatorowy o tej samej znamionowej mocy i prędkości obrotowej wypada przy takim ulepszeniu komutacji z dotychczasowej konstrukcji duży, co sprzeciwia się ogólnym dążeniom do miniaturyzacji urządzeń i jest niepożądane.

Jednakże w przypadku rozwiązania konstrukcyjnego pokazanego na fig. 4 z polem sił magnetomotorycznych i wielkością strumienia, jak w silniku o dotychczasowej konstrukcji, można albo zwiększyć strumień główny silnika, albo pójść na dalszą miniaturyzację i zmniejszenie jego kosztów, albo też polepszyć jeszcze bardziej warunki komutacji i maszyny bądź to przez niewielkie poszerzenie szczeliny powietrznej w części g bądź przez zwiększenie liczby zwojów uzwojenia 20 twornika.

Jako rezultat badania rozkładu strumienia magnetycznego w części S rdzenia stojana w silniku o dotychczasowej konstrukcji pokazanym na fig. 1 wykryto, że przeciwległa część 18 jarzma stojana wykazuje mniejsze wartości indukcji niż przeciwległa część 17. Stąd przeciwległą część 18 jarzma stojana można wykonać o przekroju mniejszym niż przeciwległa część 17 bez żadnych zakłóceń w pracy silnika, jak również można powiększyć nieco pole przekroju części 17 przeciwległej jarzma w stosunku do przekroju w dotychczasowym rozwiązaniu rdzenia stojana, a to w celu zwiększenia strumienia magnetycznego, po czym spodziewać się można dalszego wzrostu sprawności silnika. Konkretyzując, pole przekroju obwodu magnetycznego strumienia przepływającego z części 15 nabiegunnika w kierunku zgodnym z obrotami silnika do twornika A jest bardzo duże i dlatego mimo małej indukcji magnetycznej w części 15 nabiegunnika w kierunku obrotów wirnika zwiększa się całkowity strumień magnetyczny maszyny, którego część przepływająca przez przeciwległą część 17 jarzma ulega oczywiście również powiększeniu. W ten sposób stosownie do powiększenia pola przekroju obwodu magnetycznego przeciwległej części 17 jarzma stojana przepływnie przez nią jeszcze większy strumień zwiększając moc użyteczną silnika. Wręcz odwrotnie, indukcja magnetyczna w przeciwległej części 18 jarzma stojana w kierunku przeciwnym do obrotów silnika jest mała, mimo że część 16 nabiegunnika w kierunku przeciwnym do obrotów wirnika jest nasycona magnetycznie, co powoduje, że rdzeń stalowy maszyny nie jest w tym należyście wykorzystany. Stosownie do tego pole przekroju tej przeciwległej części 18 jarzma może być nieco zmniejszone bez jakichkolwiek ujemnych skutków. Stanowi to bardzo pożyteczną wskazówkę dla zmniejszenia wymiarów maszyny. Precyzując dokładniej, utworzone w rdzeniu stojana miejsca na uzwojenie 20 lub inaczej wgłębienie 23, uwzględniając chłodzenie tego uzwojenia, powinny mieć możliwie jak najmniejsze wymiary. Dla przykładu, jeśli powiększy się przekrój nabiegunnika, to zmniejszy się w tym samym stopniu wgłębienie 23 i nie

ma wtedy innego sposobu umieszczenia zwojenia, jak tylko przez zwiększenie zewnętrznych wymiarów jarzma Y w celu zapewnienia odpowiedniego chłodzenia uzwojenia 20 stojana.

Zgodnie z drugim z wymienionych rozwiązań stojana silnika według wynalazku, pokazanym na fig. 8, jarzmo Y pozwala na powiększenie całkowitego strumienia magnetycznego, a przy tym może być wykonanie niesymetrycznie. W szczególności przez pogrubienie przeciwległej części 17 rdzenia stojana po stronie nabiegownika 15 w kierunku zgodnym z obrotami wirnika przy jednoczesnym pocienieniu przeciwległej części 18 rdzenia stojana po stronie części 16 nabiegownika, który ma mieć zwiększony przekrój, zapewnia się minimalne wymiary wgłębienia 23 zapewniające odpowiednie chłodzenie uzwojenia 20 stojana bez powiększenia zewnętrznych wymiarów rdzenia S stojana. Daje to w wyniku wzrost całkowitego strumienia magnetycznego zgodnie z poprzednim omówieniem, co prowadzi do korzystnego zwiększenia mocy użytecznej silnika. Chociaż zwiększony przekrój przeciwległej części 17 jarzma stojana prowadzi do powiększenia strumienia rozproszenia w pobliżu bieguna P, to jednak zmniejszony przekrój części 15 nabiegownika w kierunku zgodnym z obrotami wirnika, jak to pokazuje fig. 7, zwiększa oporność tej części obwodu magnetycznego, co z kolei ogranicza wzrost strumienia rozproszenia. W przeciwieństwie do tego, chociaż powiększony przekrój części 16 nabiegownika w kierunku przeciwnym do obrotów wirnika, jak to wynika z fig. 3, zwiększa strumień rozproszenia w sposób podobny do opisanego wyżej, ten wzrost strumienia rozproszenia może być jednak stłumiony przez zmniejszenie pola przekroju przeciwległej części 18 jarzma stojana. W ten sposób możliwe staje się w ogólności polepszenie komutacji silnika komutatorowego prądu zmiennego.

W myśl podanego opisu istnieją dwa sposoby polepszenia sprawności, a przez to zwiększenie mocy użytecznej silnika. Jeden ze sposobów polega na niesymetrycznym ukształtowaniu jarzma pod względem jego przekroju w pobliżu biegunów P magnetycznych rdzenia S stojana. Drugi sposób natomiast polega na zróżnicowaniu przekrojów obu części 15 i 16 nabiegowników. Konstrukcja pokazana na fig. 9 wykorzystuje oba te sposoby jednocześnie, przy czym wykazuje ona większy wzrost mocy użytecznej niż konstrukcja urzeczywistniająca tylko jeden z wymienionych sposobów. Ponadto konstrukcja pokazana na fig. 9 powoduje tłumienie strumienia magnetycznego od reakcji twornika i jest zalecana ze względu na wymagane polepszenie warunków komutacji maszyny. Kształt rdzenia stojana pokazany na fig. 9 linią przerywaną odpowiada tradycyjnemu rozwiązaniu konstrukcyjnemu maszyny.

Jeśli, stosownie do trzeciego rozwiązania według wynalazku pokazanego na fig. 10, przesunie się wycięcie 19 wykonane w zewnętrznej części rdzenia S stojana nieco w kierunku przeciwnym do obrotów wirnika silnika w stosunku do geometrycznej osi O—O bieguna p magnetycznego, to powiększa się w ten sposób przekrój obwodu magnetycznego w przeciwległej części 17 jarzma stojana po stronie bieguna w kierunku zgodnym z obrotami silnika. Oczywiście przekrój obwodu magnetycznego w przeciwległej części 18 jarzma po stronie przeciwnej do kierunku obrotów silnika staje się przez to samo mniejszy. Dzięki temu całkowity strumień magnetyczny maszyny wzrasta, a współczynnik wykorzystania rdzenia S stojana ulega jeszcze dalszemu polepszeniu, po czym oczekiwać należy też wzrostu mocy użytecznej silnika. Fig. 10 pokazuje narysowany linią ciągłą kształt rdzenia stojana, który uwzględnia też ustalenia wymiarowe pierwszego i drugiego podanego poprzednio rozwiązania rdzenia silnika według wynalazku, natomiast linią przerywaną zaznaczono kształt rdzenia według tradycyjnego rozwiązania symetrycznego.

W niektórych dotychczasowych rozwiązaniach silników komutatorowych prądu zmiennego stosuje się nierównomierną szczelinę g powietrzną w celu polepszenia warunków komutacji. Przez kombinację nierównomiernej szczeliny i różnych kształtów rdzenia stojana według wynalazku można uzyskać silnik komutatorowy polepszony pod względem sprawności i warunków komutacji. Jak to wynika z fig. 2 indukcja od strumienia reakcji twornika jest większa w zębach 1 i 2 niż w zębach 5 i 6. Wobec tego przez zmniejszenie szczeliny g między nabiegunkiem 16 w kierunku przeciwnym do obrotów silnika a zębami 5 i 6 i zwiększenie jej między nabiegunkiem 15 w kierunku zgodnym z obrotami silnika a zębami 1 i 2 strumień magnetyczny po stronie nabiegownika 16 w kierunku przeciwnym do obrotów silnika zwiększa się powiększając całkowity strumień maszyny i w ten sposób poprawia się sprawność, a jednocześnie zwiększa się oporność magnetyczną po stronie 15 nabiegownika w kierunku zgodnym z obrotami silnika, co polepsza warunki komutacji. Taka konstrukcja silnika pokazana jest na fig. 11 jako czwarte rozwiązanie według wynalazku. W tradycyjnej konstrukcji silnika, w której nabiegunniki są symetryczne, a szczelina g powietrzna nierównomierna, nie można oczekiwać wzrostu strumieni magnetycznych ze względu na nasycenie magnetyczne części 16 nabiegownika w kierunku przeciwnym do obrotów silnika.

Ze względu na warunki komutacji nie zaleca się zmniejszenia szczeliny powietrznej po stronie 16 nabiegownika w kierunku przeciwnym do obrotów silnika. Jednakże zęby 5 i 6 są magnetycznie nasycone dla zabezpieczenia się przed przepływem strumienia reakcji twornika, co pozwala na powiększenie szczeliny po stronie 15 nabiegownika w kierunku zgodnym z obrotami silnika. W ten sposób uzyskuje się polepszenie

warunków komutacji. Taka konstrukcja silnika jest pokazana na fig. 11 linią ciągłą, natomiast linią przerywaną zaznaczono konstrukcję silnika według tradycyjnego rozwiązania.

Przy opisanych wyżej niesymetrycznych biegunach P magnetycznych ich podstawowe części mają tendencję do zwiększania swych wymiarów. Z tych przyczyn uzwojenie 20 stojana nawinięte na biegunach P magnetycznych osiąga nieekonomiczną długość. Dlatego część 15 nabiegunnika pocienia się, jak to pokazano na fig. 9 do 11, możliwie jak najbardziej, a jednocześnie nadaje się jarzmu maszyny taki kształt, aby najgłębsze części wgłębienia 23 części oznaczonej literą A znajdowały się możliwie jak najbliżej części B bieguna, co pozwala na skrócenie uzwojeń 20 stojana.

Ponieważ straty w miedzi uzwojenia stojana są przy stałym przekroju drutu nawojowego proporcjonalne do jego długości przy tej samej liczbie zwojów, zatem zmniejszają się w miarę skracania uzwojenia, a dzięki temu wzrasta moc użyteczna silnika.

Jak wynika z powyższego opisu, wynalazek dotyczy wirującego silnika elektrycznego zdolnego wytwarzać zwiększoną moc użytkową i mającego komutator bez zwiększenia wymiarów zewnętrznych. W tym celu poprawia się wykorzystanie rdzenia stojana na zasadzie pomiarów rozkładu indukcji magnetycznej w tym rdzeniu. Biorąc szczegółowo, na końcach biegunów magnetycznych stojana wykształtowane są nabiegunniki niesymetryczne względem geometrycznej osi biegunów, przy czym części nabiegunników w kierunku przeciwnym do obrotów silnika mają przekrój obwodu magnetycznego większy niż przekrój części nabiegunników w kierunku zgodnym z obrotami silnika.

Aczkolwiek opis odnosi się do silnika komutatorowego prądu zmiennego, wynalazek może mieć zastosowanie również do prądnicy komutatorowej prądu zmiennego, silnika i prądnicy prądu stałego i do innych maszyn wirujących. Biorąc ściślej, ponieważ w prądnicy strumień magnetyczny jest zdeformowany pod wpływem reakcji twornika w kierunku obrotów wirnika, przekrój części nabiegunników po stronie w kierunku zgodnym z tymi obrotami powinien być większy od przekroju części nabiegunników w odwrotnym kierunku, podczas gdy stosunek ten winien być odwrotny w odniesieniu do przekroju przeciwległych części jarzma stojana. Wszystkie rozwiązania są w swej zasadzie w odniesieniu do prądnicy odwrotnie jak w silniku, tak że wynalazek może być w łatwy sposób wykorzystany przez zastosowanie odwróconego w stosunku do kierunku obrotów maszyny zmodyfikowanego kształtu rdzenia stojana.

Możliwe są też inne wykonania maszyn w ramach zastrzeżeń dotyczących omówionego wynalazku.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Elektryczna maszyna wirująca, w której znajduje się rdzeń stojana, bieguny magnetyczne wyposażone na końcach w dwa nabiegunniki tworzące nierozdzielną całość, zawierające uzwojenie stojana umieszczone we wgłębieniach utworzonych między biegunami magnetycznymi a jarzmem, przy czym uzwojenia stojana są nawinięte na bieguny magnetyczne wyposażone w twornik osadzony obrotowo w środku rdzenia stojana, którego uzwojenie znajduje się we wgłębieniach rdzenia twornika oraz zespół doprowadzający prąd do uzwojeń twornika i stojana, z n a m i e n n a t y m, że jeden z nabiegunników (15, 16) znajdujący się w polu magnetycznym w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu twornika ma pole przekroju poprzecznego obwodu magnetycznego większe niż pole przekroju poprzecznego drugiego nabiegunnika umieszczonego w polu magnetycznym po stronie kierunku zgodnego z obrotem twornika.

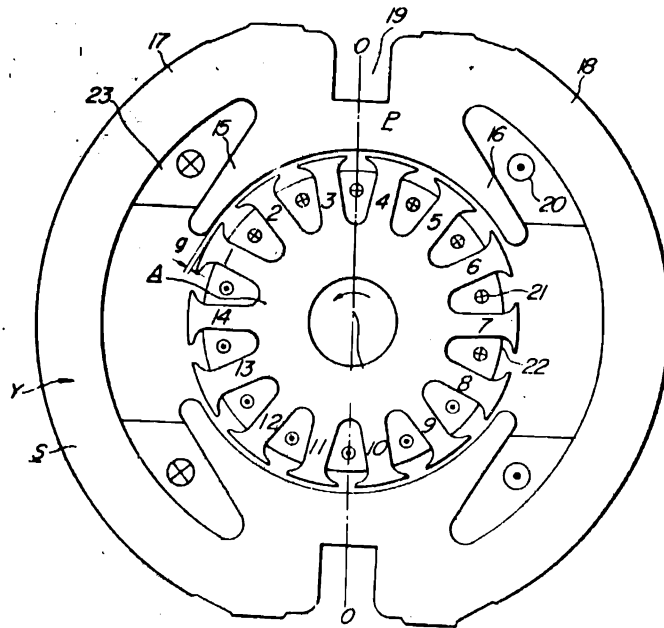
2. Maszyna według zastrz. 1, z n a m i e n n a t y m, że część rdzenia (S) stojana znajdująca się bliżej nabiegunnika drugiego (15) ma pole przekroju poprzecznego drogi magnetycznej przebywanej przez część rdzenia (S) stojana większe niż pole przekroju poprzecznego drogi magnetycznej przebywanej przez część rdzenia stojana znajdująca się bliżej nabiegunnika pierwszego (16).

3. Maszyna według zastrz. 1, z n a m i e n n a t y m, że w zewnętrznej części obwodowej każdego bieguna magnetycznego stojana znajduje się wycięcie (19) przesunięte nieco w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu twornika w stosunku do osi geometrycznej każdego bieguna magnetycznego.

4. Maszyna według zastrz. 1, z n a m i e n n a t y m, że szczelina powietrzna znajdująca się między drugim nabiegunnikiem każdego bieguna magnetycznego a twornikiem ma szerokość (g) większą niż szerokość szczeliny powietrznej utworzonej między pierwszym nabiegunnikiem każdego bieguna magnetycznego a twornikiem.

5. Maszyna według zastrz. 1, z n a m i e n n a t y m, że szczotka jest umieszczona w każdym położeniu twornika wzdłuż obwodu twornika gdzie gęstość strumienia magnetycznego jest zasadniczo mniejsza niż w jego pobliżu.

**FIG. 1**



**FIG. 2**

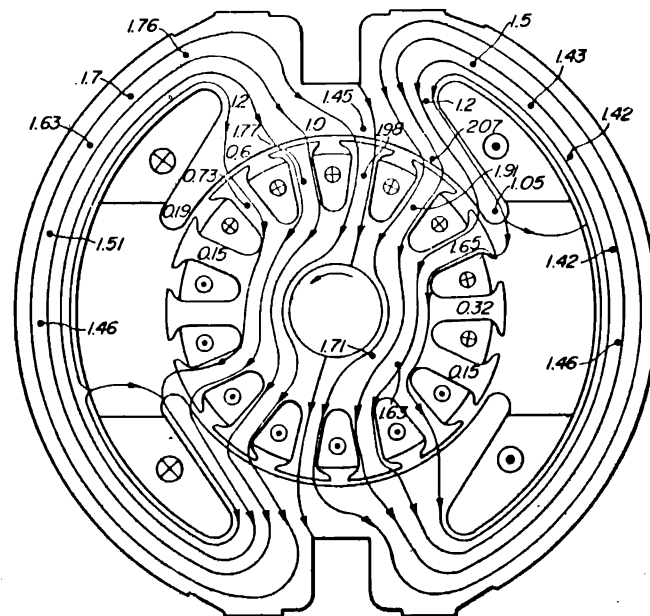


FIG. 3

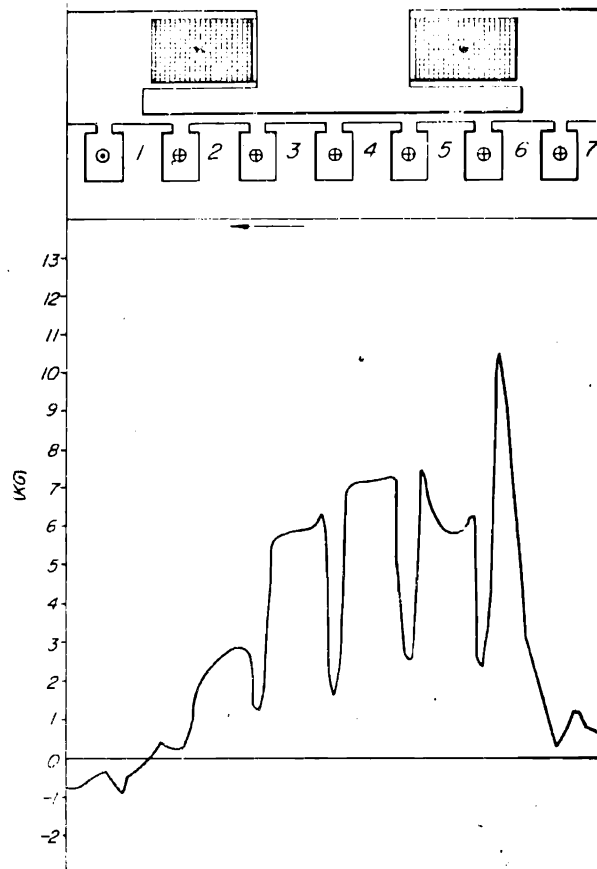


FIG. 4

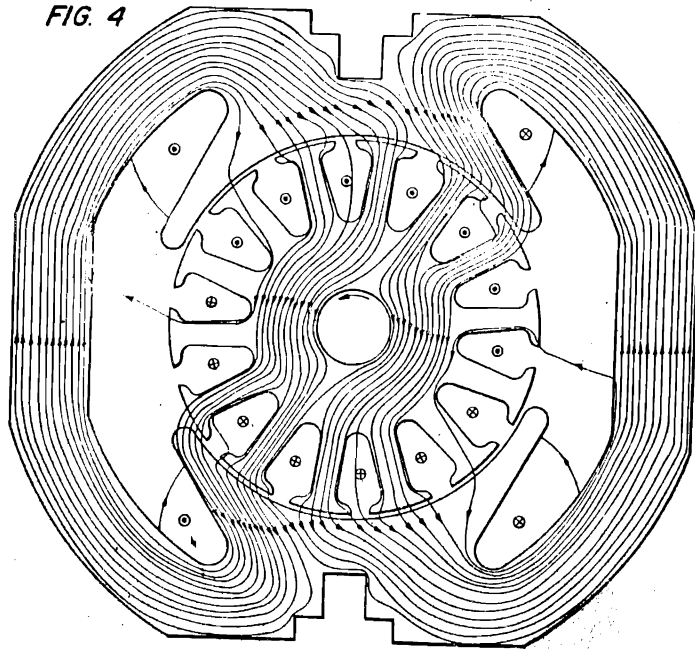




FIG. 5

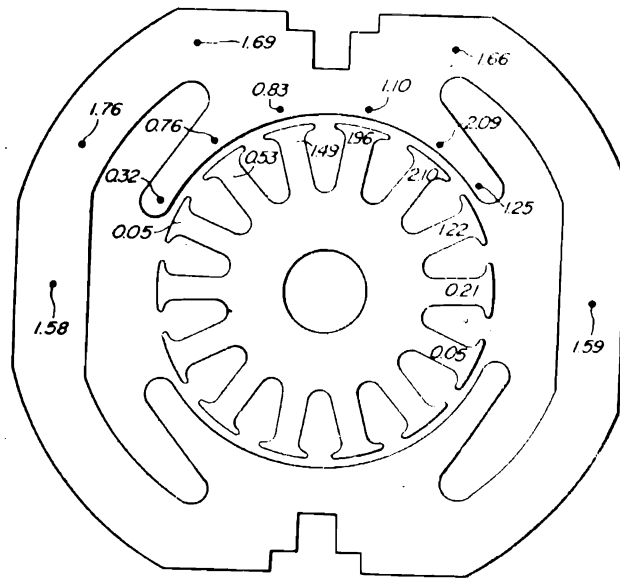


FIG. 6

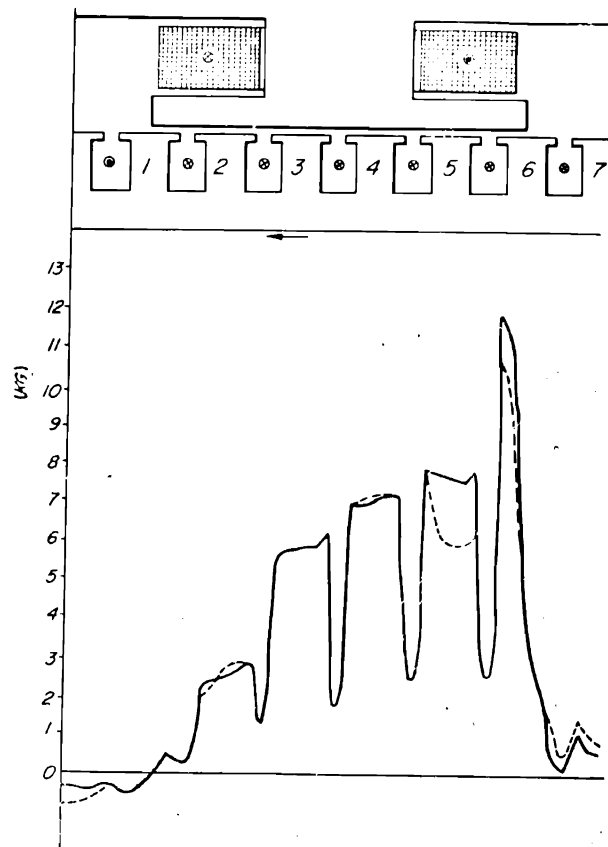


FIG. 7

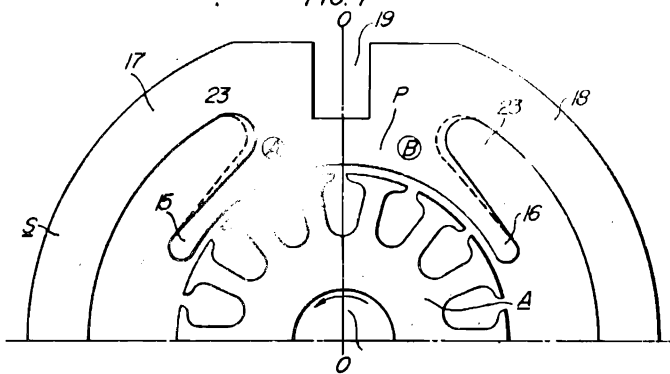


FIG. 9

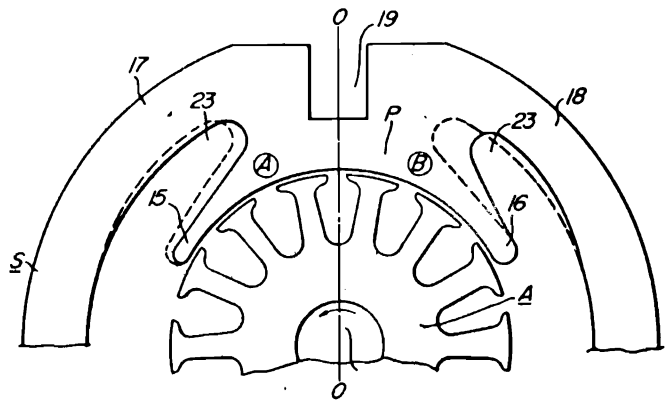


FIG. 8

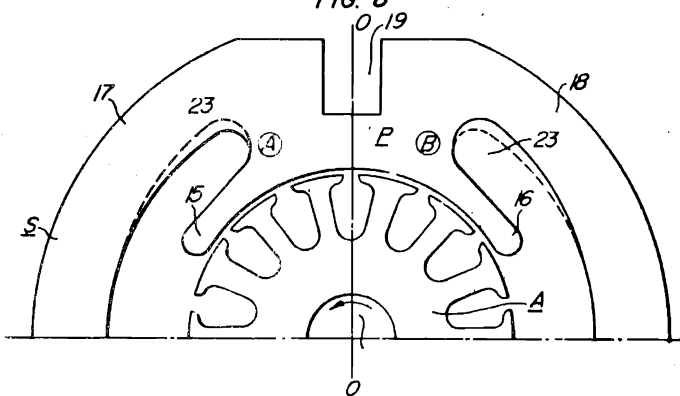


FIG. 10

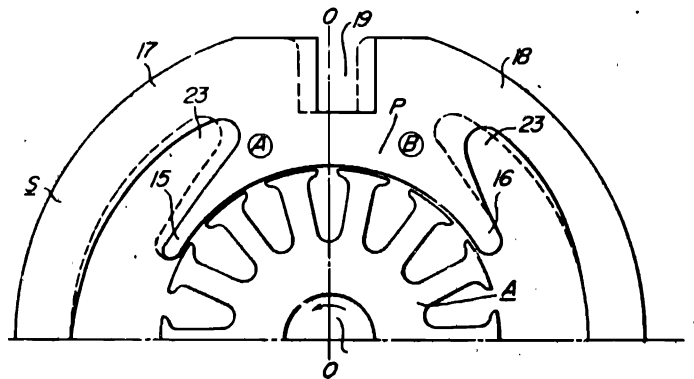
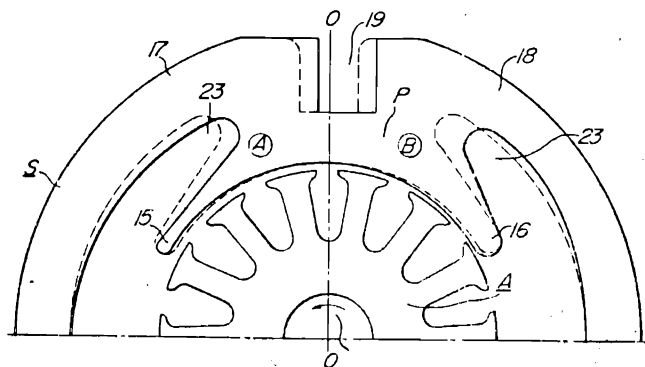


FIG. 11



CZYTELNIJA

Urzędu Patentowego  
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej