

Wirnik silnika elektrycznego z magnesami trwałymi

Przedmiotem wynalazku jest wirnik silnika elektrycznego z magnesami trwałymi, przeznaczony zwłaszcza do napędu różnych maszyn roboczych.

Silniki z magnesami trwałymi ze względu na dużą sprawność, prostą konstrukcję i technologię wykonania, dużą wartość momentu i mocy przypadającą na jednostkę objętości, przydatność do zasilania z układów przekształtnikowych i dobrą dynamikę znajdują coraz szersze zastosowanie.

Dotychczas stosowane silniki elektryczne wzbudzone magnesami trwałymi charakteryzują się tym, że w stojanie silnika umieszczone jest uzwojenie jedno lub wielofazowe a w ferromagnetycznym jarzmie wirnika lub na jego powierzchni umieszczone są magnesy trwałe, które wytwarzają strumień magnetyczny. Znane są również rozwiązania, w których magnesy trwałe zamontowane są w stojanie, natomiast uzwojenie silnika znajduje się w wirniku.

Maszyna elektryczna znana z dokumentu US2014/00090044 zawiera kadłub, w którym zamocowany jest stojan maszyny, wewnątrz którego znajduje się cylindryczny wirnik z magnesami trwałymi. Na wale maszyny zamontowany jest cylindryczny rdzeń wirnika na powierzchni którego zamontowane są magnesy trwałe. Na wale silnika zamontowany jest również detektor pola magnetycznego.

Z opisu zgłoszenia WO2017/049954A1 znany jest wirnik silnika z magnesami trwałymi rozmieszczonymi równolegle w stosunku do promienia wirnika, przy czym grubość magnesów zmienia się wraz z odległością od osi obrotu wirnika. Im odległość ta jest większa tym również większa jest grubość magnesów.

W polskim opisie patentowym PL213898B1 przedstawione jest rozwiązanie konstrukcyjne pompy wyporowej ze zintegrowanym napędem elektrycznym. W rozwiązaniu tym w wirnik silnika elektrycznego wbudowana jest obudowa pompy wyporowej, która wiruje wraz z tym wirnikiem.

Istotą rozwiązania przedstawionego w zgłoszeniu EP3280031A1 jest maszyna elektryczna wielofazowa z uzwojeniem znajdującym się w stojanie, dzielonym na dwie części, które mogą być łączone ze sobą w różny sposób. Przedstawione rozwiązanie jest maszyną elektryczną, w której moment obrotowy przynajmniej częściowo powstaje w wyniku działania momentu reluktancyjnego

(maszyna jest zbudowana jako maszyna reluktancyjna lub jako maszyna synchroniczna z magnesami trwałymi i momentem reluktancyjnym). Obszary niemagnetyczne w wirniku są ukształtowane w taki sposób, aby uzyskać asymetrię magnetyczną w osi podłużnej i poprzecznej wirnika w celu uzyskania momentu reluktancyjnego.

W opisie JP2008109838A przedstawione jest rozwiązanie konstrukcyjne silnika magnetoelektrycznego, w którym wielobiegunowy magnes trwały znajduje się na powierzchni wirnika. Zewnętrzna powierzchnia magnesu ma kształt okręgu, natomiast wewnętrzna część ma kształt wielokąta i umieszczona jest na magnetycznym rdzeniu wirnika. Wirnik silnika może być wykonany również jako kubkowy. W rozwiązaniu tym we wnętrzu wirnika znajduje się jedynie wał.

W chińskim dokumencie CN107681858A przedstawiony jest silnik elektryczny reluktancyjny. W stosunku do rozwiązań klasycznych silników reluktancyjnych opisane rozwiązanie różni się strukturą obwodu magnetycznego wirnika. W ferromagnetycznym rdzeniu wirnika wykonane są szczeliny powietrzne w kształcie litery U zapewniające niesymetrię magnetyczną w osi podłużnej i poprzecznej silnika. W części każdej z tych szczelin, po jednej ich stronie, zamontowany jest magnes trwały namagnesowany tangencjalnie. Takie ukształtowanie wirnika ma za zadanie koncentrowanie strumienia magnetycznego w taki sposób, aby uzyskać większą wartość momentu mechanicznego przypadającego na jednostkę objętości maszyny.

W chińskim opisie wzoru użytkowego CN206894460U przedstawiony jest reluktancyjny silnik przełączalny o osiowym kierunku strumienia magnetycznego. Składa się on z zespołu wirnika, kadłuba, zespołu stojana oraz toroidalnego uzwojenia umieszczonego w wirniku.

Z opisu zgłoszenia WO2015155731A3 znany jest wirnik maszyny elektrycznej wzbudzanej magnesami trwałymi zawierający magnetyczny rdzeń oraz przynajmniej dwa magnesy trwałe tworzące biegun magnetyczny wirnika. Magnesy te umieszczone są w wycięciach rdzenia o kształcie litery U lub V. Celem elementów niemagnetycznych w wirniku jest zmniejszenie strumienia rozproszenia magnesów trwałych.

Amerykański opis patentowy US6917133B2 dotyczy klimatyzatorów z maszynami wzbudzonymi magnesami trwałymi. Maszyny elektryczne przedstawione w opisie zawierają klasyczny stojan z uzwojeniem skupionym oraz klasyczny wirnik z magnesami trwałymi. Magnesy trwałe zamontowane są wewnątrz wirnika i rozmieszczone w kształcie litery V albo litery U. Rozwiązanie to jest podobne do przedstawionego wirnika z magnesami trwałymi w dokumencie EP3280031A1. Istota patentu US6917133B2 związana jest z zastosowaniem przedstawionej maszyny elektrycznej z magnesami trwałymi do napędu klimatyzatorów.

W silnikach, w których magnesy trwałe umieszczone są w wirniku, znaczna część jego wnętrza nie jest wykorzystana elektromagnetycznie, co stanowi problem techniczny do rozwiązania.

Istota wirnika silnika elektrycznego z magnesami trwałymi, według wynalazku, w którego ferromagnetycznym jarzmie wirnika bądź na powierzchni wirnika, oddzielonego pierwszą szczeliną powietrzną od stojana, są osadzone magnesy trwałe, natomiast w osi wirnika znajduje się nieruchoma część wirującej maszyny roboczej, polega na tym, że w jarzmie wirnika osadzony jest koncentrycznie element magnetoizolacyjny w postaci rury, zaś wewnątrz niego współosiowo koncentrycznie osadzona jest ruchoma część wirującej maszyny roboczej, nieruchoma względem wirnika silnika wraz z elementem magnetoizolacyjnym, oraz oddzielona od niej drugą szczeliną powietrzną nieruchoma część maszyny roboczej.

Korzystnie, element magnetoizolacyjny w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki wewnętrzne i zewnętrzne tworzą współśrodkowe wielokąty foremne.

W wariantcie wynalazku element magnetoizolacyjny w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki wewnętrzne i zewnętrzne tworzą współśrodkowe okręgi.

W wariantcie wynalazku element magnetoizolacyjny w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki wewnętrzne tworzą okrąg a zewnętrzne współśrodkowy wielokąt foremny.

W kolejnym wariantcie wynalazku element magnetoizolacyjny w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki zewnętrzne tworzą okrąg a wewnętrzne współśrodkowy wielokąt foremny.

Korzystnie, element magnetoizolacyjny jest wykonany z materiału diamagnetycznego.

W wariantcie wynalazku element magnetoizolacyjny jest wykonany z materiału paramagnetycznego.

Główną korzyścią wynikającą z zastosowania elementu magnetoizolacyjnego jest możliwość wykorzystania wnętrza ferromagnetycznego wirnika przez wbudowanie do niego wirującej wraz z nim części maszyny roboczej, do której nie wnika strumień magnetyczny.

Wirnik silnika z magnesami trwałymi, wg wynalazku, jest przedstawiony bliżej w przykładach realizacji i w oparciu o rysunek, którego fig. 1 przedstawia przekrój poprzeczny silnika z magnesami trwałymi, w którym element magnetoizolacyjny w przekroju poprzecznym stanowi pierścień, którego ścianki wewnętrzne i zewnętrzne tworzą współśrodkowe wielokąty foremne, fig. 2 element magnetoizolacyjny w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki wewnętrzne i zewnętrzne tworzą współśrodkowe okręgi, fig. 3 element magnetoizolacyjny, który w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki zewnętrzne tworzą okrąg a wewnętrzne współśrodkowy wielokąt foremny, fig. 4 element magnetoizolacyjny, który w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki wewnętrzne tworzą okrąg a zewnętrzne współśrodkowy wielokąt foremny.

Przykład 1

W ferromagnetycznym jarzmie wirnika 3, oddzielonego pierwszą szczeliną powietrzną 8 od stojana 1, są osadzone magnesy trwałe 4, które wytwarzają strumień magnetyczny przenikający przez ferromagnetyczne jarzmo wirnika 3 pierwszą szczelinę powietrzną 8 pomiędzy jarzmem wirnika 3 i stojanem 1 oraz stojan 1. W jarzmie wirnika 3 osadzony jest koncentrycznie element magnetoizolacyjny 5 w postaci rury z materiału diamagnetycznego, jakim jest miedź, zaś wewnątrz niego współosiowo osadzona jest ruchoma część 6 wirującej maszyny roboczej, nieruchoma względem wirnika silnika wraz z elementem magnetoizolacyjnym oraz oddzielona od niej drugą szczeliną powietrzną 9 nieruchoma część 7 maszyny roboczej. Element magnetoizolacyjny w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki wewnętrzne i zewnętrzne tworzą współśrodkowe sześciokątne foremne. Ruchoma część napędzanej maszyny roboczej 6, zamontowana wewnątrz elementu magnetoizolacyjnego 5, wiruje wraz z elementem magnetoizolacyjnym 5, magnesami trwałymi 4 i jarzmem wirnika 3. Elementy te wspólnie wirują względem nieruchomej części 7 maszyny roboczej oraz względem stojana 1 wraz z jego uzwojeniem 2. Nieruchomą częścią 7 maszyny roboczej może być nieruchoma część z łopatkami pompy łopatkowej odwróconego działania, nieruchoma część wentylatora, bądź nieruchomy element innej maszyny roboczej, której ruchoma część jest wbudowana w wirnik silnika elektrycznego. Element magnetoizolacyjny 5 zabezpiecza umieszczoną w jego wnętrzu maszynę roboczą przed wnikaniem do niej strumienia magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe 4. W klasycznym stojanie 1 silnika według wynalazku umieszczone jest uzwojenie 2 jedno- lub wielofazowe.

Przykład 2

Wirnik jak w przykładzie 1, z tą różnicą, że element magnetoizolacyjny 5 w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki wewnętrzne i zewnętrzne tworzą współśrodkowe okręgi.

Przykład 3

Wirnik jak w przykładzie 1, z tą różnicą, że element magnetoizolacyjny 5 w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki zewnętrzne tworzą okrąg a wewnętrzne współśrodkowy sześciokąt foremny.

Przykład 4

Wirnik jak w przykładzie 1, z tą różnicą, że element magnetoizolacyjny 5 w przekroju poprzecznym tworzy pierścień, którego ścianki wewnętrzne tworzą okrąg a zewnętrzne współśrodkowy sześciokąt foremny.

Przykład 5

Wirnik jak w przykładach poprzednich, z tą różnicą, że element magnetoizolacyjny 5 jest wykonany z materiału paramagnetycznego, jakim jest stal niemagnetyczna.