

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **239110**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **431279**

(22) Data zgłoszenia: **26.09.2019**

(51) Int.Cl.

H02K 21/46 (2006.01)

H02K 1/27 (2006.01)

(54)

**Wirnik silnika synchronicznego z magnesami trwałymi
o małym momencie zaczepowym**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

06.04.2021 BUP 07/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

08.11.2021 WUP 32/21

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL
ADIAM SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

TOMASZ ZAWILAK, Wrocław, PL
JAN ZAWILAK, Wrocław, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Bartosz Kuriata

PL 239110 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wirnik silnika synchronicznego, magnesami trwałymi o małym momencie zaczepowym, z uzwojeniem w postaci prętów, połączonych na końcach pierścieniami zwierającymi, do uruchamiania silnika przez bezpośrednie przyłączenie uzwojenia stojana do sieci zasilającej. Wirnik przeznaczony do napędu urządzeń przemysłowych a zwłaszcza pomp, wentylatorów, suwnic, wirówek oraz pilarek do materiałów budowlanych.

Z literatury m.in. M. Dąbrowski: „*Projektowanie maszyn elektrycznych prądu przemiennego*” WNT W-wa 1994 r., Z. Goryca, M. Malinowski, A. Pakosz: „Wielobiegunowa maszyna z magnesami trwałymi o zredukowanym momencie zaczepowym” zgłoszenie patentowe nr P-395663 z dnia 15.07.2011, nr prawa wyłącznego 218930 z dn. 27.02.2015 r. znany jest wirnik silnika synchronicznego z umieszczonymi wewnątrz magnesami trwałymi oraz dwoma uzwojeniami w postaci prętów połączonych na końcach pierścieniami zwierającymi. Na każdej podziałce biegunowej, symetrycznie na obwodzie umieszczone są żłobki rozruchowe, w których ułożone są pręty uzwojenia wirnika. Jedne pręty ułożone są na obwodzie w żłobkach zewnętrznych bliżej średnicy zewnętrznej wirnika, zwarte na obu końcach pierścieniami tworzą jedną część uzwojenia rozruchowego natomiast drugie pręty ułożone są na obwodzie w żłobkach wewnętrznych bliżej osi wirnika, zwarte na obu końcach pierścieniami tworzą drugą część uzwojenia rozruchowego. Jednakowe żłobki ułożone są równomiernie na obwodzie wirnika a między ich częściami zewnętrznymi a wewnętrznymi wykonana jest szczelina powietrzna o minimalnej szerokości wynikającej z technologii wykrawania blach. Poniżej części wewnętrznej żłobków rozruchowych umieszczone są żłobki z magnesami trwałymi o wymiarach i kształtach wynikających z obliczeń elektromagnetycznych min. rodzaju zastosowanego materiału magnesu, potrzebnej siły magnetomotorycznej do wzbudzenia silnika, średnicy zewnętrznej wirnika związanej z parametrami silnika (min. mocą znamionową, prędkością obrotową, napięciem zasilania uzwojenia stojana). Minimalizację momentu zaczepowego uzyskuje się odpowiednim doбором liczby żłobków magnetowodu stojana, liczby żłobków wirnika skorelowanymi z liczbą biegunów pola magnetycznego.

Istota wirnika silnika synchronicznego z magnesami trwałymi o małym momencie zaczepowym, według wynalazku, polega na tym, że na każdej podziałce biegunowej, symetrycznie względem osi symetrii każdej podziałki biegunowej, wykonane są otwarte na powierzchnię walcową wirnika szczyrbami powietrznymi kolejno żłobki rozruchowe, żłobki skrajne oraz połówki żłobków wspólnych dzielone z połówkami żłobków wspólnych należących do sąsiedniej podziałki biegunowej, o budowie jednakowej jak żłobków rozruchowych, przy czym na przeciwległych podziałkach biegunowych znajduje się jednakowa liczba żłobków, natomiast sąsiednie podziałki biegunowe mają ilość żłobków rozruchowych różną co najmniej o jeden.

Korzystnie, żłobki skrajne mają ścianki boczne wykonane wzdłuż promieni wirnika oraz ścianki górne i dolne wykonane jako półokręgi, przy czym półokrąg tworzący ściankę górną ma średnicę równą 0,036 średnicy wirnika, półokrąg tworzący ściankę dolną ma średnicę równą 0,029 średnicy wirnika, ścianki boczne mają długości równe 0,029 średnicy wirnika, ponadto ścianki dolne żłobków skrajnych są oddalone od wpustów na magnesy trwałe o odległość równą 0,010 średnicy wirnika, a szczyrbina powietrzna żłobka skrajnego ma długość równą 0,004 średnicy wirnika i wysokość równą 0,001 średnicy wirnika.

Korzystnie, żłobki rozruchowe w części zewnętrznej mają przekrój kołowy o średnicy równej 0,025 średnicy wirnika, są otwarte szczyrbą o szerokości równej 0,004 średnicy wirnika oraz wysokości równej 0,001 średnicy wirnika, w części wewnętrznej żłobki rozruchowe mają ścianki górną i dolną w kształcie półokręgów, oraz ścianki boczne wykonane wzdłuż promieni wirnika, przy czym półokrąg tworzący ściankę górną ma średnicę równą 0,036 średnicy wirnika, a tworzący ściankę dolną ma średnicę równą 0,031 średnicy wirnika zaś długość ścianek bocznych wynosi 0,029 średnicy wirnika, natomiast między częścią zewnętrzną a wewnętrzną żłobków rozruchowych jest szczelina powietrzna o szerokości wynikającej z technologii wykrawania blach oraz wysokości równej 0,024 średnicy wirnika.

Zaletą rozwiązania według wynalazku są lepsze parametry silnika w porównaniu ze znanymi rozwiązaniami, większy współczynnik sprawności, większy współczynnik mocy, większą moc uzyskiwaną z jednostki masy, mniejszy moment zaczepowy.

Przedmiot wynalazku jest objaśniony w przykładzie wykonania i w oparciu o rysunek, który przedstawia przekrój poprzeczny wirnika czterobiegunowego silnika synchronicznego z magnesami trwałymi.

Przykład 1

W wirniku na każdej podziałce biegunowej 1a, 1b, symetrycznie względem osi symetrii każdej podziałki biegunowej, wykonane są otwarte na powierzchnię walcową 1c wirnika szczyrbami powietrznymi kolejno żłobki rozruchowe 2, żłobki skrajne 3 oraz połówki żłobków wspólnych 4 dzielone z połówkami żłobków wspólnych należących do sąsiedniej podziałki biegunowej 1, przy czym na przeciwległych podziałkach biegunowych znajduje się jednakowa liczba żłobków, natomiast sąsiednie podziałki biegunowe mają ilość żłobków rozruchowych różną o jeden. Na większej podziałce biegunowej 1a umieszczonych jest równomiernie wzdłuż obwodu 7 żłobków rozruchowych 2a na mniejszej podziałce biegunowej 1b takich żłobków jest 6. Większa podziałka biegunowa 1a ma rozpiętość kątową 95 stopni, natomiast mniejsza 1b ma rozpiętość kątową 85 stopni. Żłobki rozruchowe 2 w części zewnętrznej mają przekrój kołowy o średnicy równej 0,025 średnicy wirnika, tj. 6 mm, są otwarte szczyrbą powietrzną 2a o szerokości 4 mm oraz wysokości 1 mm. W części wewnętrznej żłobki rozruchowe mają ścianki górną i dolną w kształcie półokręgów, oraz ścianki boczne wykonane wzdłuż promieni wirnika, przy czym półokrąg tworzący ściankę górną ma średnicę równą 0,036 średnicy wirnika, tj. 8,64 mm, a tworzący ściankę dolną ma średnicę równą 0,031 średnicy wirnika, tj. 7,44 mm zaś długość ścianek bocznych wynosi 0,029 średnicy wirnika, tj. 6,96 mm. Między częścią zewnętrzną a wewnętrzną żłobków rozruchowych 2 jest szczelina powietrzna 2b o szerokości rzędu 1 mm wynikającej z technologii wykrawania blach oraz wysokości 0,024 średnicy wirnika, tj. 5,76 mm. Na skraju każdej podziałki biegunowej 1a, po obu stronach, umieszczone są żłobki skrajne 3, które ścianki boczne wykonane wzdłuż promieni wirnika oraz ścianki górne i dolne wykonane jako półokręgi, przy czym półokrąg tworzący ściankę górną ma średnicę równą 0,036 średnicy wirnika, tj. 8,64 mm, półokrąg tworzący ściankę dolną ma średnicę równą 0,029 średnicy wirnika, tj. 6,96 mm, ścianki boczne mają długości równe 0,029 średnicy wirnika, tj. 6,96 mm, ponadto ścianki dolne żłobków skrajnych są oddalone od wpustów na magnesy trwałe 5 o odległość równą 0,010 średnicy wirnika, tj. 2,4 mm, a szczyrbina powietrzna żłobka skrajnego 3a ma długość równą 0,004 średnicy wirnika i wysokość równą 0,001 średnicy wirnika, czyli odpowiednio 0,96 mm i 0,24 mm. Budowa żłobków wspólnych 4 jest jednakowa jak żłobków rozruchowych 2.

Działanie wynalazku jest następujące: Pole magnetyczne wytworzone w magnetowodzie, jeśli jest taka możliwość, stara się tak usytuować podzespoły by opór magnetyczny na drodze strumienia magnetycznego był jak najmniejszy. Taka sytuacja jest w zakresie ruchu wirnika na długości podziałki żłobkowej. Jest takie położenie, że opór magnetyczny jest najmniejszy i próba przesunięcia wirnika względem stojana wymaga momentu – moment ten nazywa się zaczepowym. W czasie pracy wirnik wiruje z inną prędkością obrotową względem stojana (różnica prędkości od prędkości synchronicznej do zera) i na moment obrotowy (jw.) nakłada się pulsujący moment zaczepowy powodując pulsowanie strumienia magnetycznego i drgania układu wirującego. Jedną z metod jest tzw. skoszenie żłobków wirnika tj. przesunięcie wzdłuż osi podłużnej o jedną podziałkę żłobkową i tak wykonuje się w silnikach asynchronicznych (średni opór magnetyczny wzdłuż długości maszyny jest stały). W silnikach z magnesami trwałymi jest to prawie niemożliwe a na pewno powiększyłoby bardzo koszt wykonania. Zastosowanie różnej liczby żłobków przypadających na podziałkę żłobkową w taki sposób by opór magnetyczny na parze biegunów (dwóch podziałkach żłobkowych) był taki sam. Występujące momenty zaczepowe na parze biegunów są przeciwne i się znoszą. Wypadkowy moment zaczepowy jest równy zero. Opisane w wynalazku ukształtowanie magnetowodu wirnika (wymiary żłobków górnych i dolnych oraz ich wzajemne usytuowanie) umożliwia najlepszą eliminację momentu zaczepowego i parametry silnika podczas procesu rozruchu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wirnik silnika synchronicznego z magnesami trwałymi i uzwojeniem dwuklatkowym o konstrukcji silnika klatkowego złożonego z kołowych kształtek, w których wykrojone są żłobki mieszczące pręty przewodzące i wpusty mieszczące magnesy trwałe, o średnicy zewnętrznej obliczonej znanymi metodami dla określonych parametrów silnika tj. mocy znamionowej, prędkości obrotowej, napięcia zasilania uzwojenia stojana, **znamienny tym**, że na każdej podziałce biegunowej (1a, 1b), symetrycznie względem osi symetrii każdej podziałki biegunowej, wykonane są otwarte na powierzchnię walcową wirnika (1c) szczyrbami powietrznymi kolejno żłobki rozruchowe (2), żłobki skrajne (3) oraz połówki żłobków wspólnych (4) dzielone z połówkami żłobków wspólnych należących do sąsiedniej podziałki biegunowej, przy czym

na przeciwległych podziałkach biegunowych znajduje się jednakowa liczba żłobków, natomiast sąsiednie podziałki biegunowe mają ilość żłobków rozruchowych (2) różną co najmniej o jeden.

2. Wirnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że żłobki skrajne (3) mają ścianki boczne wykonane wzdłuż promieni wirnika oraz ścianki górne i dolne wykonane jako półokręgi, przy czym półokrąg tworzący ściankę górną ma średnicę równą 0,036 średnicy wirnika, półokrąg tworzący ściankę dolną ma średnicę równą 0,029 średnicy wirnika, ścianki boczne mają długości równe 0,029 średnicy wirnika, ponadto ścianki dolne żłobków skrajnych są oddalone od wpustów na magnesy trwałe (5) o odległość równą 0,010 średnicy wirnika, a szczelina powietrzna żłobka skrajnego (3a) ma długość równą 0,004 średnicy wirnika i wysokość równą 0,001 średnicy wirnika.
3. Wirnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że żłobki rozruchowe (2) w części zewnętrznej mają przekrój kołowy o średnicy równej 0,025 średnicy wirnika, są otwarte szczeliną powietrzną (2a) o szerokości równej 0,004 średnicy wirnika oraz wysokości równej 0,001 średnicy wirnika, w części wewnętrznej żłobki rozruchowe mają ścianki górną i dolną w kształcie półokręgów, oraz ścianki boczne wykonane wzdłuż promieni wirnika, przy czym półokrąg tworzący ściankę górną ma średnicę równą 0,036 średnicy wirnika, a tworzący ściankę dolną ma średnicę równą 0,031 średnicy wirnika zaś długość ścianek bocznych wynosi 0,029 średnicy wirnika, natomiast między częścią zewnętrzną a wewnętrzną żłobków rozruchowych (2) jest szczelina powietrzna (2b) o szerokości wynikającej z technologii wykrawania blach oraz wysokości równej 0,024 średnicy wirnika.

Rysunek

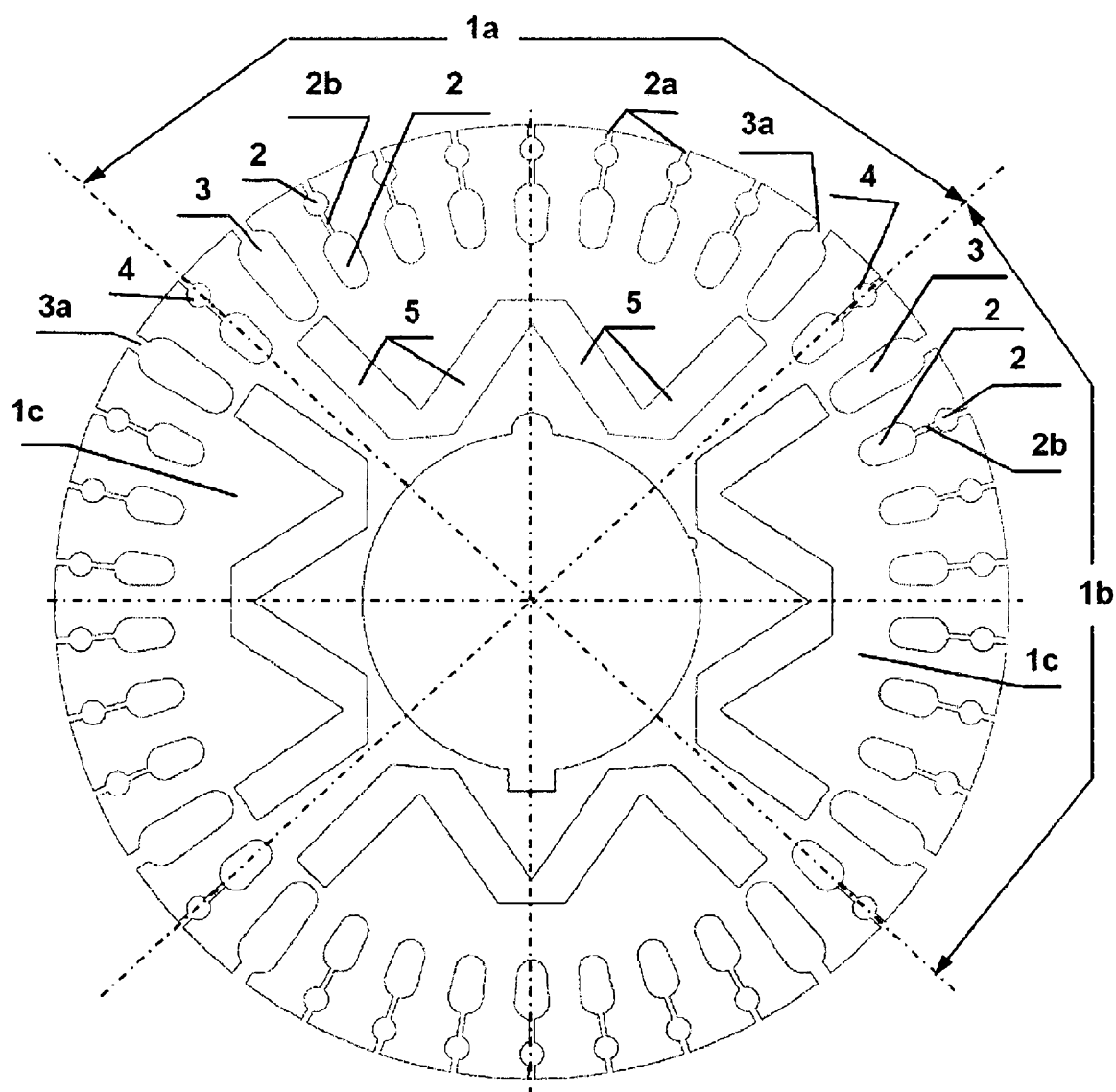


Fig. 1