

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **239130**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **433239**

(51) Int.Cl.
H02K 1/27 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **13.03.2020**

(54)

Wirnik silnika z magnesami trwałymi

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

11.01.2021 BUP 01/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

08.11.2021 WUP 32/21

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ- INSTYTUT
NAPĘDÓW I MASZYN ELEKTRYCZNYCH
KOMEL, Katowice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JAKUB BERNATT, Tychy, PL
TADEUSZ GLINKA, Gliwice, PL
JACEK PYTEL, Świętochłowice, PL
LESZEK BRYMORA, Będzin, PL**

PL 239130 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest konstrukcja wirnika z magnesami trwałymi przeznaczonego do silnika synchronicznego z rozruchem częstotliwościowym.

Znane jest rozwiązanie silnika synchronicznego z magnesami trwałymi z rozruchem asynchronicznym (Patent RP nr 218489, opubl. 31.12.2014 r.), według którego wirnik silnika ma zarówno magnesy trwałe jak i uzwojenie klatkowe. Magnesy trwałe są umieszczone w szczelinach w środku jarzma wirnika, a uzwojenie klatkowe wykonane jest z prętów miedzianych umieszczonych w żłobkach na obwodzie zewnętrznym wirnika zwartych pierścieniami na czołach. Uzwojenie klatkowe służy do rozruchu asynchronicznego silnika. Gdy wirnik w czasie rozruchu osiągnie prędkość obrotową podsyncroniczną, to strumień magnetyczny magnesów trwałych samoczynnie synchronizuje go i silnik pracuje jako synchroniczny. Zaletą tego rozwiązania jest prosta budowa wirnika, natomiast wadą jest duży prąd rozruchowy i duży moment uderowy silnika. Znane jest także z patentu RP 226639 rozwiązanie wirnika z magnesami trwałymi i pierścieniowym uzwojeniem rozruchowym. W rozwiązaniu tym magnesy trwałe są umieszczone także w szczelinach w jarzmie wirnika, a uzwojenie jest umieszczone w żłobkach na obwodzie wirnika. Uzwojenie jest trójfazowe wykonane z drutu miedzianego izolowanego i jest połączone w gwiazdę bądź w trójkąt, a końce faz są dołączone do trzech pierścieni ślizgowych umieszczonych na wale wirnika. Zaletą tego rozwiązania jest łagodny rozruch silnika poprzez rezystancję włączoną w obwód uzwojenia wirnika, a wadą znacznie droższe wykonanie uzwojenia wirnika oraz pierścienie ślizgowe i szczotki.

Silniki dużej mocy z wirnikami wykonanymi według wymienionych patentów, po synchronizacji, pracują przy bezpośrednim zasilaniu z sieci elektroenergetycznej o napięciu 6 kV lub 10 kV. Ich zaletą jest, w stosunku do silników indukcyjnych, wyższa sprawność energetyczna i większa wartość współczynnika mocy $\cos\varphi \approx 1$. Wadą jest niniejsza przeciążalność momentum spowodowana umieszczeniem magnesów trwałych wewnątrz jarzma wirnika, która powoduje, że przy zmiennym momencie obciążenia silniki mają tendencję wypadania z synchronizmu.

Znany jest także z opisu US 4,742,259 A wirnik silnika elektrycznego z magnesami trwałymi umieszczonymi na powierzchni jarzma. Na magnesy trwałe jest nałożona tuleja niemagnetyczna ze stali nierdzewnej. Tuleja jest założona i dociska magnesy trwałe do jarzma wirnika. Tuleja jest dłuższa od jarzma wirnika i na końcach jest zawinięta w kierunku osi wału. Zadaniem tulei jest mocowanie magnesów trwałych, co jest istotne w silnikach o dużej prędkości. Stal niemagnetyczna ma dużą rezystywność w tulei nie indukują się prądy wirowe i tuleja nie pełni funkcji tłumienia kołysani silnika przy zmianach momentu obciążenia. Ponadto tuleja jest nakładana skurcznie i dociska magnesy trwałe do jarzma wirnika sprzyja rozmagnesowaniu magnesów trwałych pod wpływem naprężeń mechanicznych.

Znany jest także z opisu CN 107800213 A kompozytowy wirnik silnika z magnesami trwałymi, o dużej prędkości obrotowej. Wirnik składa się z wału, bloku magnesów trwałych, tulei wykonanej z folii miedzianej o grubości 0,1 mm i włókna węglowego. Na brzegach wirnika są występy i tuleja jest umieszczona między tymi występami. W przykładzie podano częstotliwość napięcia zasilania silnika 8 kHz, z rysunku 3 wynika, że wirnik ma 4 pary biegunów, co odpowiada prędkości obrotowej silnika 120 000 obr/min. Tuleja zabezpiecza magnesy trwałe przed działaniem sił odśrodkowych.

Celem wynalazku jest zwiększyć przeciążalność momentum silników przy pracy synchronicznej z zachowaniem prostej budowy wirnika.

Według wynalazku wirnik silnika z magnesami trwałymi umieszczonymi na powierzchni zewnętrznej jarzma ma na magnesach trwałych osadzoną tuleję miedzianą. Tuleja na brzegach jest zawinięta w kierunku osi wału i zawinięcia te tworzą kołnierze tarczowe. Magnesy trwałe są umieszczone na powierzchni zewnętrznej jarzma wirnika w korytkach między zębami, przy czym zęby korzystnie mają kształt trapezu o mniejszym boku wewnętrznym lub też zęby mają kształt litery T.

Przedmiot wynalazku jest zilustrowany rysunkami, na których przedstawiono: fig. 1 wirnik w pół-przekroju, fig. 2 przekrój poprzeczny wirnika z zębami trapezowymi i fig. 3 przekrój poprzeczny wirnika z zębami w kształcie litery T.

Wirnik silnika ma magnesy trwałe **4** umieszczone na powierzchni jarzma **1**, a na magnesach trwałych **4** jest osadzona tuleja **5** miedziana. Tuleja **5** na brzegach jest zawinięta w kierunku osi wału **3**. Zawinięcia te tworzą kołnierze **6** tarczowe, widoczne na rysunku fig. 1. Magnesy trwałe **4** są umieszczone na powierzchni zewnętrznej jarzma **1** wirnika w korytkach między zębami **2**. Zęby **2** mają kształt korzystnie trapezu o mniejszym boku wewnętrznym lub kształt litery T, to znaczy mają mniejszy przekrój przy jarzmie **1** i większy przy tulei **5**. Kształt końcówek magnesów trwałych **4** jest dopasowany do

kształtu zębów **2**, Magnesy trwałe **4** w korytkach są przyklejone do powierzchni jarzma **1**. Tuleja **5**, zęby **2** trapezowe lub w kształcie litery **T** zabezpieczają dodatkowo magnesy trwałe **4** przed działaniem sił odśrodkowych i sił obwodowych generowanych przez moment elektromagnetyczny. Kołnierze **6** tarczowe końców tulei **5** zabezpieczają dodatkowo tuleję **5** i magnesy trwałe **4** przed przemieszczaniem osiowym.

Tuleja **5** spełnia ważną funkcję elektromechaniczną. Gdy prędkość wirowania wirnika różni się od prędkości synchronicznej pola magnetycznego twornik, to w tulei miedzianej **5** indukują się prądy wirowe. Kołnierze **6** tarczowe pełnią funkcje pierścieni zawierających dla wymienionych prądów wirowych. Prądy wirowe generują moment asynchroniczny, który stara się przywrócić prędkość synchroniczną wirnika. Stan taki występuje gdy moment obciążenia silnika zmienia się. Zmiany momentu obciążenia powodują kołysanie prędkości obrotowej wirnika, a nawet wypadnięcie synchronizmu. Kołysanie wirnika powoduje pulsacje prądu obciążenia silnika. Oddziałuje to niekorzystnie na maszynę roboczą i na sieć elektroenergetyczną. Moment asynchroniczny tłumi te kołysania i tym samym stabilizuje pracę silnika synchronicznego.

Tuleja miedziana **5** jest umieszczona w szczelinie między wirnikiem i stojanem. Rozwiązanie wirnika jest polecane do silników elektrycznych średniej i dużej mocy zasilanych bezpośrednio z sieci i z rozruchem częstotliwościowym. W maszynach średniej i dużej mocy szczelina powietrzna jest standardowo większa od 2 mm. W takiej szczelinie umieszczenie tulei o grubości 1 mm nie stwarza problemu technologicznego. Przenikalność magnetyczna względna miedzi i powietrza jest taka sama. Tuleja **5** nie zmniejsza strumienia magnetycznego wzbudzenia. Magnesy trwałe **4** są na zewnątrz jarzma **1** wirnika i wzbudzany strumień magnetyczny jest maksymalny, gdyż nie jest bocznikowany przez jarzmo **1**. Strumień ten determinuje maksymalny moment synchroniczny silnika. Silnik ma większy współczynnik mocy $\cos\phi$ i większą przeciążalność momentem w porównaniu z silnikiem, który ma magnesy trwałe umieszczone w jarzmie wirnika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wirnik silnika z magnesami trwałymi umieszczonymi na powierzchni zewnętrznej jarzma, **znamienny tym**, że na magnesach trwałych (**4**) jest osadzona tuleja (**5**) miedziana, przy czym tuleja (**5**) na brzegach jest zawinięta u kierunku osi wału (**3**) i zawinięcia te tworzą kołnierze (**6**) tarczowe.
2. Wirnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że magnesy trwałe (**4**) są umieszczone na powierzchni zewnętrznej jarzma (**1**) wirnika w korytkach między zębami (**2**), przy czym zęby (**2**) mają kształt trapezu o mniejszym boku wewnętrznym.
3. Wirnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że magnesy trwałe (**4**) są umieszczone na powierzchni zewnętrznej jarzma (**1**) wirnika w korytkach między zębami (**2**) przy czym zęby (**2**) w kształcie litery **T**.

Rysunki

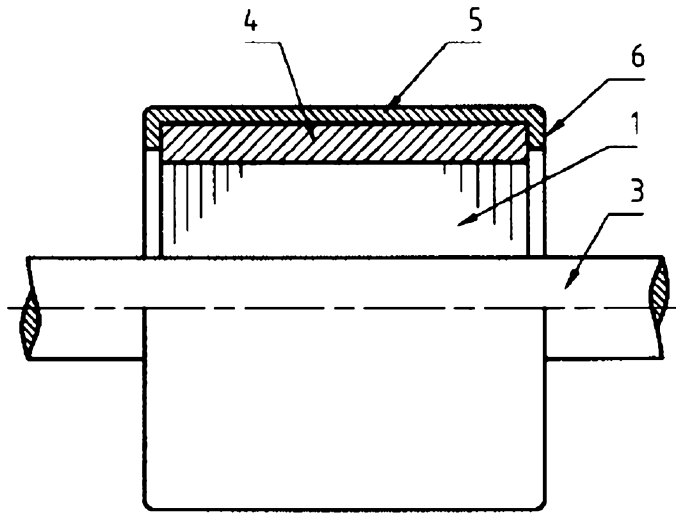


Fig. 1

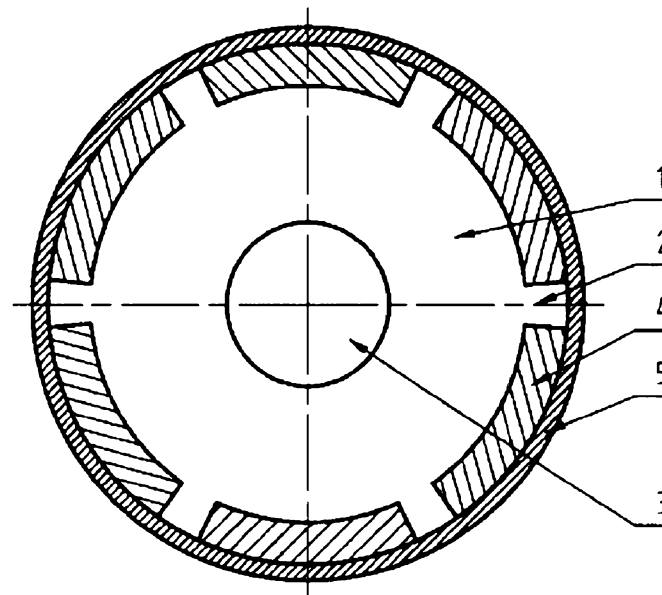


Fig. 2

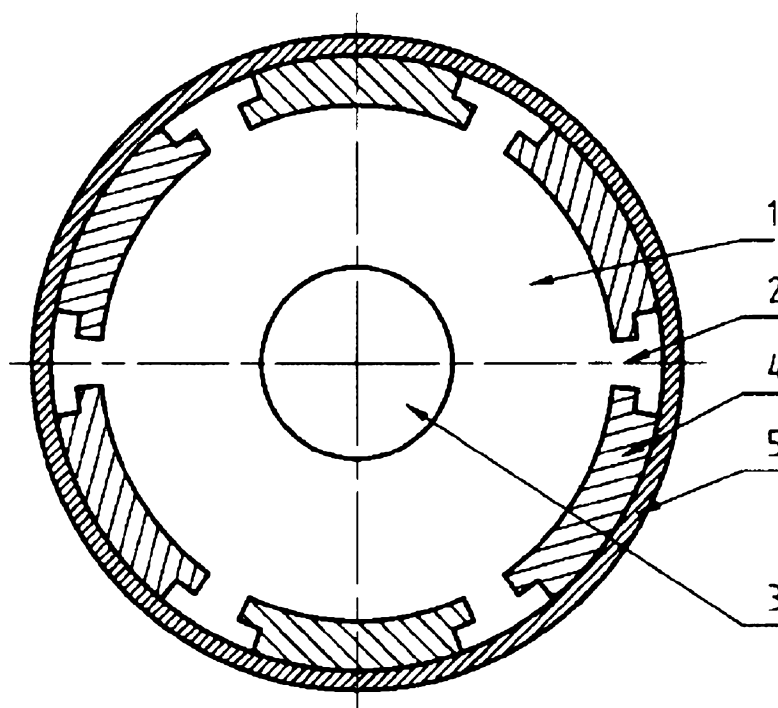


Fig. 3