



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 40916

Kl. 21 d², 20

VEB Elektromaschinenbau Sachsenwerk

Drezno, Niemiecka Republika Demokratyczna

Wirnik klatkowy silnika asynchronicznego o dużej mocy i o dużej liczbie obrotów

Patent trwa od dnia 13 sierpnia 1954 r.

Wynalazek dotyczy wirnika klatkowego silnika asynchronicznego o dużej mocy i o dużej liczbie obrotów.

Powszechnie znane wirniki klatkowe z umieszczonymi na stronach czołowych pierścieniami zwierającymi, do których są przylutowane pręty miedziane, nie mogą być stosowane do silników prądu zmiennego o dużej mocy, np. o mocy większej od 1000 kW i dużej liczbie obrotów, np. $n = 3000$ obr./min., ponieważ nie okazują się one dostatecznie niezawodne w ruchu. Przy lutowaniu lub spawaniu prętów miedzianych, w pierścieniach zwierających, wskutek różnic w nagrzaniu i zmian długości prętów i pierścieni powstają naprężenia, które w najsłabszych miejscach połączeń, a mianowicie w miejscach lutowania, powodują uszkodzenia w postaci rys. Uszkodzenia takie powstają także na skutek różnic w nagrzaniu prętów, i wobec tego różnic w ich wydłużalności przy dużych obciążeniach prądem podczas biegu silników. Przyczyną różnic w nagrzewaniu prętów jest to, że nie przylegają one równomiernie do otaczającego ich pakietu blach, wskutek czego warunki odprowadzania ciepła prętów do pakietu blach w różnych miejscach nie są jednakowe. Podobne uszkodzenia występują także na skutek dużych naprężeń stycznych w pierścieniach, powodowa-

nych dużą liczbą obrotów przez siły odśrodkowe. Jest rzeczą zrozumiałą, że także i w tym przypadku narażone są najbardziej najsłabsze miejsca w pierścieniach zwierających, czyli miejsca lutowania, które w skrajnych przypadkach pękają. Wskutek rys w miejscach zlutowania prętów z pierścieniami, powstaje znaczne nagrzanie w prętach w pewnym stopniu jeszcze połączonych, mogące spowodować ich uszkodzenie, jak również wyrzucenie prętów z wirnika, co powoduje poważnie uszkodzenie uzwojenia stojana maszyny.

Znane są urządzenia do łączenia klatkowych lub tłumikowych prętów, znajdujących się na obwodzie wirnika, z pierścieniami zwierającymi o małej stosunkowo średnicy, które to pierścienie są połączone np. poprzez ukośne lub pod kątem prostym do wewnątrz wygięte końce prętów. Według innego rozwiązania pierścienie zwierające mogą być w tym celu zaopatrzone także w promieniowe ramiona, których końce są połączone z prętami. Dawniej proponowano wytwarzać chorągiewki z blaszanych taśm jako połączenia między końcami prętów i pierścieniami, przy czym chorągiewki te lutowano z końcami prętów i pierścieniami. W pewnym przypadku uzwojenie wzbudzające wkładano po wykończeniu tłumikowej klatki prętowej, gdyż wówczas klatka ta nie przeszkadza

przy dalszej budowie silnika. W innym natomiast przypadku chodziło o zwiększenie oporu twornika przez długie ramiona łącznikowe, stosowane między pierścieniami zwierającymi i końcami prętów, które to zwiększenie oporu wywiera wpływ na liczbę obrotów silnika. Według dawniej proponowanego rozwiązania oddzielne wkładanie uzwojenia wzbudzającego i uzwojenia klatkowego, jak również łączenie końców prętów z pierścieniami zwierającymi za pomocą chorągiewek uważano za szczególnie korzystne, a mianowicie dlatego, że końce prętów mogły się wydłużać i kurczyć. Stanowisko to było niewłaściwe. Chorągiewki posiadały największy wymiar w kierunku osiowym wirnika. Wskutek dużego wskaźnika wytrzymałości dla tego kierunku nie była zapewniona zupełnie podatność chorągiewek przy zmianach długości prętów klatkowych lub tłumikowych, wskutek czego połączenia lutowane pękały, zanim chorągiewki poddały się ugięciu. Jedynie dla zniesienia oddziaływania naprężeń odśrodkowych takie chorągiewki także posiadają pewną właściwość poddawania się w kierunku promieniowym. Przy zmianach długości prętów mógł być co najwyżej przez sztywne chorągiewki przesunięty na wale silnika pierścień zwierający, przy założeniu, że nie jest on na nim zaciśnięty. Także i wtedy połączenie lutowane między chorągiewkami i prętami, względnie pierścieniami, było zagrożone. Przesuwność pierścieni nie stanowi bowiem zabezpieczenia przed zniszczeniem połączeń lutowanych, jeżeli zmiany długości prętów są różne. Korzystniejszymi rozwiązaniami nie są pod tym względem również i inne znane konstrukcje, gdyż we wszystkich przypadkach połączenia pomiędzy prętami i pierścieniami zwierającymi posiadają największe wymiary właśnie w kierunku, w jakim przy zmianie długości prętów te pręty są narażone na gięcie, wskutek czego podatność nie jest zapewniona. Przedmiot wynalazku zapewnia niezawodną w pracy budowę silników asynchronicznych o dużej mocy i o dużej liczbie obrotów, zaopatrzonych w wirniki klatkowe, których pręty na obu czołowych stronach wirnika są zwarte, ponieważ w myśl wynalazku ramiona łącznikowe między końcami prętów, umieszczonych w zwykły sposób na obwodzie wirnika i wewnątrz leżącymi pierścieniami zwierającymi, posiadają w kierunku osi wirnika mniejsze wymiary aniżeli poprzecznie do tego kierunku, na skutek czego poddają się one przy zmianach długości prętów. Ramiona te korzystnie jest wykonać jako wygięte lub faliste, gdyż wówczas uzyskuje się pod każdym względem podatną część łącznikową, która zarówno przy lutowaniu, jak i podczas pracy poddaje się powstającym wskutek

nagrzewania zmianom długości prętów zwierających, dzięki czemu połączenia lutowane między prętami i ramionami nie podlegają znacznieszym naprężeniom i tym samym niezawodność pracy silników klatkowych zostaje zwiększona. Z drugiej strony zapobiega się pękaniu ramion pod wpływem dużych sił odśrodkowych dzięki podatności tych ramion aż do miejsca oparcia się prętów w jakimkolwiek otworze przewodniczym, np. w przciskowych tarczach pakietów blach wirnika.

Jeżeli ramiona łącznikowe stanowią jedną całość z pierścieniem to jest, są wykonane z jednego kawałka materiału, mogą być one najlepiej wycięte z płaskiego krążka pierścieniowego, którego wewnętrzna część stanowi następnie pierścień zwierający. Wycięte ramiona posiadają w płaszczyźnie krążka większą szerokość, aniżeli poprzecznie do tej płaszczyzny, wskutek czego już tylko przez dobór tego sposobu ich wykonania spełnione zostają wymagania, jakie w myśl wynalazku są stawiane szczególniemu wykonaniu ramion. Począwszy od krawędzi, krążek między przewidzianymi do osadzenia końców prętów zwierających otworami lub prostokątnymi wykrojami zostaje zaopatrzony w promieniowe szczeliny na tyle głębokie, aby uzyskać dostateczną podatność ramion łącznikowych otrzymanej w ten sposób gwiazdy zwierającej. Ponieważ korzystnie jest gwiazdę zwierającą wyposażyć w swego rodzaju piastę, jaką tworzy pierścieniowa część zwierająca, aby osadzić ją na wale wirnika z pewną ruchomością, krążek, z którego wytwarza się tę gwiazdę, otrzymuje zarówno na krawędzi do tworzenia głowic ramion, jak i wewnątrz odpowiednie zgrubienie, do którego wysięgają szczeliny idące od krawędzi zewnętrznej. Na dole szczeliny są zakończone otworami okrągłymi, które wcześniej wykonuje się w krążku i które zapobiegają powstawaniu karbów, jakie występują przy ostro ograniczonych wykrojach. Łagodnie przebiegające zamknięcie szczelin jest wyraźnie uwidocznione na figurach rysunku.

Liczba ramion odpowiada liczbie prętów miedzianych wirnika. Przekrój poprzeczny ramion jest prawie równy poprzecznemu przekrojowi prętów miedzianych, ażeby przebieg temperatury przy chłodzeniu tych części po lutowaniu był możliwie równomierny, w celu zapobieżenia w każdym przypadku narażenia miejsc lutowania na naprężenia. Falisty kształt ramion daje się utrzymać w ten sposób, że materiał krążka jest przy toczeniu oddalany ze stale zmieniającą się odległością względem ustawienia noża tokarskiego. Do tego jest oczywiście rzeczą konieczną, ażeby głębokości skrawania po obu stronach krążka zmieniały się stale o przeciwne sobie, lecz jednakowe wartości. Po-

nieważ wskutek promieniowych szczelin poprzeczny przekrój ramion nieco się zmniejsza w miejscach leżących najbliżej pierścieniowej części zwierającej, szczeliny mogą posiadać na przemian różne głębokości, jest jednakże korzystne ażeby były one oddalone od siebie na przemian o te same odległości. Dla przepływu prądu powstaje w ten sposób między ramionami i częścią pierścieniową dostateczny przekrój przewodzący, jeżeli nawet poprzeczny przekrój ramion nie jest na dole pogrubiony. Należy jednak tego unikać, ażeby nie zmniejszać elastyczności ramion.

Na końcach ramion wykonane są otwory z oczkami lub szczelinami do osadzania w nich wystających z pakietu blach wirnika końców prętów, które mogą być wykonane z materiału płaskiego lub okrągłego. Jeżeli ramiona nie stanowią jednej całości z pierścieniem zwierającym lecz wykonane są jako oddzielne części, korzystnie jest zaopatrzyć je w czopy, profilowane nożki lub tym podobne narzędzia, wluwane do odpowiednich wykrojów w pierścieniowej części zwierającej. Posiadające postać ramion łącznikowych połączenia między miedzianymi prętami a pierścieniem zwierającym, który otacza wał z pewnym małym odstępem lub też ściśle do niego przylega i nie jest osadzony na obwodzie wirnika, posiadają, wskutek szczególnego ich ukształtowania w kierunku osiowym i promieniowym, taką sprężystość, że połączenia te wydłużają się podatnie pod działaniem ciepła podczas lutowania lub przy szybkim biegu maszyny, a przy chłodzeniu powracają do pierwotnego położenia bez powodowania naprężania miejsc lutowania prętów.

Wynalazek jest poniżej wyjaśniony na kilku jego postaciach wykonania, uwidocznionych na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok wycinka wirnika klatkowego, fig. 2 — widok wycinka odmiany tego wirnika, fig. 3, 4 i 6 przedstawiają w przekroju trzy różne przykłady wykonania ramion łączących pierścień zwierający z prętami zwierającymi, fig. 5 przedstawia widok czołowy urządzenia według fig. 3 i wreszcie fig. 7 inną jeszcze odmianę wykonania wynalazku, w której wirnik posiada pręty zwierające wykonane z płaskiej miedzi.

Na fig. 1 cyfrą 1 oznaczona jest część pakietu blach wirnika klatkowego, na czołowej stronie którego jest umieszczona tarcza przyciskowa 2, zamocowana za pomocą zabezpieczającego pierścienia sprężynującego. Poprzez żłobki 4 wirnika i przyległe otwory 5 w tarczy przyciskowej 2 przetknięte są pręty miedziane 6 klatki zwierającej, rozmieszczone równomiernie na tej tarczy. Pierścień zwierający 7 służący do połączenia prę-

tów 6, jest szczelnie osadzony na wale silnika nie przedstawionym na rysunku i posiada ramiona 8, które przebiegają promieniowo i posiadają na końcu otwory 9 do umieszczenia w nich głowic prętów 6. Przez zalutowanie lub spawanie zostaje w tym miejscu wytworzone połączenie, dobrze przewodzące prąd. Powstające podczas lutowania zmiany długości prętów nie wywierają tu wpływu na jakość połączenia, ponieważ każde ramie jest podatne na działanie tych wydłużeń. Wspomniane już faliste ukształtowanie ramion 8 jest wyraźnie uwidocznione na fig. 1 i ma na celu rozdzielanie na pręty i ramiona znacznych naprężeń, powstających przy dużej liczbie obrotów maszyny. Naprężenia na rozciąganie można zmniejszyć przez oszczędnościowe dobranie wymiarów materiału np. dla głowic ramion, obejmujących wskutek tego końce prętów tylko na małym odcinku, przez co otrzymuje się małe naprężenia styczne w pierścieniach. Osadzenie końców prętów w grubym talerzu przyciskowym 2 przyczynia się do powstawania nieznacznych tylko naprężeń na rozciąganie w ramionach, wywołanych przez materiał prętów przy wirowaniu. Ścianki otworów 5 w tarczy przyciskowej 2 w kierunku na zewnątrz są w miejscu 10 przecięte szczelinami, w celu uniknięcia powstawania znacznie większych prądów wirowych dokoła końców prętów i tym samym nagrzewania się tarcz przyciskowych.

Na fig. 2 przedstawiono zastosowanie wynalazku do wirnika klatkowego z tak zwanymi prętami „wysokimi”, wykonanymi z miedzianego płaskownika. Oznaczenia liczbowe części odpowiadających częściom uwidocznionym na fig. 1 są te same. Częściowe tylko wluwanie końców prętów 11 z płaskiej miedzi do szczelin 12 ramion 8 jest wyraźnie uwidocznione na fig. 2. Powstające w tych miejscach mechaniczne naprężenia połączenia są tak nieznaczne, że przedstawione wymiary połączenia są wystarczające.

W postaciach wykonania wirnika z umieszczoną po wewnętrznej stronie klatki prętowej wirnika tarczą przyciskową, nie obejmującą prętów, ramiona 8 przebiegają począwszy od pierścienia 7 jako mocno wygięte aż do szczelnego ich przylegania do czołowej strony pakietu blach wirnika. Dzięki temu wystające końce prętów są wykonane jako bardzo krótkie, wskutek czego pomimo dużej liczby obrotów maszyny, jakiekolwiek większe naprężenia na rozciąganie nie mogą być wywierane przez materiał prętów na ramiona.

Część pierścieniowa 7 gwiazdy zwierającej nie musi być umieszczona bezpośrednio na wale wir-

nika, lecz może być osadzona także ruchomo, na pewnego rodzaju płaszcie tarczy przyciskowej.

Według innej postaci wykonania wynalazku, przedstawionej w przekroju na fig. 3, na pierścieniu zwierającym 7 są umieszczone promieniowo, w kierunku na zewnątrz, na podobieństwo złaczek lub taśm ramiona 8, co szczególnie wyraźnie jest uwidocznione na fig. 5, która jednocześnie uwidacznia gwiazdasty układ całości. Ramiona 8 są wykonane na końcu w kształcie oczek 17, w których osadzone są swobodne końce prętów miedzianych 6. W tym miejscu pręty 6 są łączone przez lutowanie z ramionami 8. Falisty kształt ramion lub złaczek 8 pozwala im wydłużać się pod działaniem ciepła lub kurczyć się po ich zlutowaniu z prętami 6.

Pierścień zwierający 7 jest celowo osadzony ślizgowo na wale 21 i tym samym posiada możność przesuwania się w kierunku osi wirnika, co jest wskazane ze względu na wyrównanie cieplnych wydłużeń prętów 6.

Inne wykonanie wynalazku, które uwidoczniono na fig. 4, polega na tym, że końce prętów zwierających 6 są szczególnie krótkie, co jest korzystne ze względu na uniknięcie bocznikowania prądów wirnika poprzez tarczę przyciskową. W tym przypadku ramiona 8 są mocno wygięte i sięgają prawie do pakietu blach 1. Ramiona 8 tworzą tutaj również podatne człony łącznikowe między końcami prętów 6 a pierścieniem zwierającym 7, wskutek czego w tym przypadku osiąga się zamierzony przez wynalazek cel przejmowania wydłużeń cieplnych.

W przykładzie wykonania wynalazku przedstawionym na fig. 6, analogicznie do powyżej opisanych postaci jego wykonania, zastosowana jest tarcza przyciskowa 2, która na swej krawędzi posiada wykroje 13 do przeprowadzenia przez nie prętów miedzianych 6. Według tej postaci wykonania wynalazku ramiona 8 nie są wykonane z jednego kawałka materiału wraz z pierścieniem miedzianym 7, lecz stanowią samodzielne części, które podczas montażu silnika są przylutowane w miejscach 12 do pierścienia zwierającego 7, w miejscach zaś 14 — w opisany już sposób — do prętów 6.

Pewną odmianą wykonania w stosunku do omówionych dotąd przykładów przedstawia fig. 7, na której uwidoczniony jest wirnik z prętami z miedzianego płaskownika. W tym przypadku oczka 22 na ramionach 8 pierścienia zwierającego 7 posiadają postać szczelinową i w oczkach tych są osadzone końce 23 płaskich prętów miedzianych. Na podstawie fig. 7 można stwierdzić, że poprzeczny przekrój ramion 8 może być utrzymany małym, przy

czym przekrój ten jest tak obliczony, że wytrzymałość, tak jak i przy wszystkich innych wykonaniach, wynosi po lutowaniu jeszcze dostateczną wielkość, ażeby powstające siły odśrodkowe mogły być z całą pewnością przejęte. Także i przy tej konstrukcji zastosowana jest tarcza przyciskowa 2, której zewnętrzna średnica odpowiada średnicy pakietu blach 1. Także i tutaj na krawędzi tarczy 2 są przewidziane wykroje, przez które przeprowadzone są pręty 6, w celu ich przylutowania do ramion 8.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wirnik klatkowy silnika asynchronicznego o dużej mocy i o dużej liczbie obrotów, którego pręty na obu czołowych stronach są zwarte, znamieny tym, że ramiona łącznikowe między końcami prętów, umieszczonych w zwykły sposób na obwodzie wirnika i pierścieniami zwierającymi, wewnątrz leżącymi, posiadają w kierunku osiowym wirnika na tyle mniejsze wymiary, aniżeli poprzecznie do tego kierunku, iż są one podatne na zmiany długości prętów.
2. Wirnik według zastrz. 1, znamieny tym, że ramiona (8) i pierścienie (7) są wykonane jako jednolita całość.
3. Wirnik według zastrz. 1, znamieny tym, że ramiona (8) są wykonane jako faliste, wygięte lub posiadające inny kształt taki, iż przejmują one podatnie naprężenia na zginanie lub rozciąganie.
4. Wirnik według zastrz. 1, znamieny tym, że część pierścieniowa obejmuje wał z pewnym nieznacznym odstępem lub też ściśle do niego przylega i wówczas jest na nim osadzona za pomocą ruchomego gniazda.
5. Wirnik według zastrz. 1, znamieny tym, że ramiona (8) są zlutowane zarówno z prętami, jak i z pierścieniami i dlatego posiadają ewentualnie na swych końcach otwory z oczkami względnie czopy lub tym podobne narządy i są zaopatrzone w szczeliny.
6. Wirnik według zastrz. 1, znamieny tym, że przy wirnikach z grubymi tarczami przyciskowymi, obejmującymi pręty na stronach czołowych wirnika, oprawa końców prętów w otworach ramion jest wykonana jako krótka, w stosunku do średnicy prętów.
7. Wirnik według zastrz. 6, znamieny tym, że tarcza przyciskowa w miejscach, gdzie znajdują się otwory, w których są umieszczone końce prętów, posiada promieniowe szczeliny, łączące się z tymi otworami.
8. Sposób wytwarzania gwiazdy zwierającej w silniku według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że od krawędzi krążka, zaopatrzonego w odstęp-

pach równych rozstawieniu prętów wirnika w otwory do ich osadzenia, wykonuje się promieniowe szczeliny na tyle głębokie, iż tworzą się elastyczne ramiona z otworami.

9. Sposób według zastrz. 8, znamienny tym, że wytwarza się szczeliny na przemian różnej głębokości, najkorzystniej jednak wszędzie z jednakowo dużą różnicą.

10. Sposób według zastrz. 8, znamienny tym, że w krążku o nieznacznej grubości ścianek między grubym obrzeżem i pewnego rodzaju pia-

stą, wytwarza się promieniowe szczeliny sięgające aż do tej piasty.

11. Sposób według zastrz. 10, znamienny tym, że obszar krążka o mniejszej grubości ścianek otrzymuje się przez dwustronne obtaczanie, tak że jednakowej grubości ramiona, które otrzymuje się po wykonaniu szczelin, posiadają kształt falisty, zakrzywiony, wygięty lub tym podobny.

VEB Elektromaschinenbau

Sachsenwerk

Zastępca: Kolegium Rzeczników Patentowych



