

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 44637

Kl. 21 d², 18/01

August Biolik

Katowice, Polska

Arkadiusz Puchała

Katowice, Polska

Hozk 17/64

Silnik indukcyjny jednofazowy z oporową fazą rozruchową

Patent trwa od dnia 18 października 1960 r.

Silniki indukcyjne jednofazowe wyposażone są celem umożliwienia samoczynnego rozruchu w dodatkowe fazy rozruchowe. Najszersze zastosowanie znalazła tzw. oporowa faza rozruchowa, w której konieczne przesunięcie czasowe prądu względem prądu w uzwojeniu roboczym osiąga się za pomocą odpowiednio dużej oporności czynnej tego uzwojenia. Ten rodzaj faz rozruchowych odznacza się zaletami technologicznymi i ekonomicznymi, nie pozwala jednak na osiągnięcie znacznie większych momentów rozruchowych, nadając się jedynie dla silników jednofazowych małych wielkości ze stosowanego zakresu mocy tego typu. Ograniczenie zakresu stosowalności oporowych faz rozruchowych wynika ze zbyt szybkiego wzrostu prądu fazy rozruchowej w porównaniu z wartością osiąganego momentu rozruchowego. Warunki dla sieci zasilających niesztynnych, zbyt

duże spadki napięć i uboczne zjawiska (np. migotanie światła itp.) kładą kres możliwościom zastosowania oporowej fazy rozruchowej dla silników średniej i większej mocy (z zakresu 0,1—1,5 KW.) lub o większych wartościach momentów rozruchowych przy małych mocach. Istotną przyczyną takiej zależności między parametrami optymalnie zwymiarowanej fazy rozruchowej jest paraboliczny wzrost reakcji rozproszenia uzwojenia rozruchowego w funkcji liczby zwojów umieszczonych we wspólnym żłobku i sprzężonych wspólnym strumieniem rozproszenia. Wraz ze wzrostem żądanej wartości momentu rozruchowego optymalne parametry uzwojenia rozruchowego prowadzą do konieczności obniżenia liczby zwojów tego uzwojenia. W wyniku otrzymuje się znaczny wzrost prądu tej fazy. Zależności te ilustruje funkcja $y = \frac{M_r}{I_r} / M_r$ — moment rozruchowy,

I_r — prąd fazy rozruchowej), która zbliża się do hiperboli typu $y = \frac{C}{x}$. Jeżeli x odpowiada

$$I_r \text{ wtedy } y = \frac{M_r}{I_r} = K \frac{1}{I_r}.$$

Uzwojenie według wynalazku odznacza się znacznie wyższymi wartościami momentu rozruchowego przy tej samej wartości natężenia prądu i pozwala na osiągnięcie takich samych momentów przy znacznie mniejszych prądach I_r . Istotą wynalazku jest stworzenie takiej konfiguracji elektromagnetycznej (obwodu magnetycznego i rozkładu uzwojenia) która pozwala na uzyskanie minimalnej wartości sprzężonego strumienia rozproszenia — (liniozwojów rozproszenia). Oznaczając przez Δ_1 przewodność dla strumienia rozproszenia żłobka, wartość sprzężonego strumienia rozproszenia tego żłobka będzie proporcjonalna do:

$$\Psi_1 = \Delta_1 (Z_1 - Z_{1-1})^2 \approx \chi_1$$

χ_1 — reakcja rozproszenia żłobka i

Z_1 — liczba zwojów fazy rozruchowej wypełniającej i żłobków

n — liczba żłobków.

Całkowity strumień sprzężony dla fazy rozruchowej:

$$\Psi_r = \sum_{i=1}^n \Delta_i (Z_i - Z_{i-1})^2 \approx \chi_r$$

Wartość ta jest funkcjonalem; warunkiem uzyskania minimum tego funkcjonala jest

$$\frac{\partial \Psi_r}{\partial Z_i} (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) = 0$$

z czego wynika $\frac{\partial \Psi_r}{\partial Z_i} = 0$ dla każdego i .

W wyniku tego rozumowania liczba zwojów fazy rozruchowej wypełniających i żłobków winna wynosić:

$$Z_i = \frac{Z_{i+1} \Delta_{i+1} + Z_i \Delta_i}{\Delta_{i+1} + \Delta_i}$$

lub stosunek zwojów w poszczególnych żłobkach tej fazy

$$\frac{Z_{i+1} - Z_i}{Z_i - Z_{i-1}} = \frac{\Delta_i}{\Delta_{i+1}}$$

Dla przypadku żłobków jednakowego kształtu warunek przechodni brzmi:

$$Z_{i+1} - Z_i = Z_i - Z_{i-1} = \text{Const.}$$

Stąd wynika warunek rozkładu uzwojenia rozruchowego według wynalazku.

Dyskusja matematyczna wpływu liczby punktów podziału „ n ” prowadzi do wyniku, że wartość sprzężonego strumienia rozproszenia maleje hiperbolicznie w zależności od „ n ”. Wynika stąd konieczność powiększenia liczby żłobków, w których umieszczone jest uzwojenie fazy rozruchowej w stosunku do znanych rozwiązań. Uzwojenie fazy rozruchowej ułożone zostaje w żłobkach przeznaczonych dla fazy rozruchowej oraz w żłobkach sąsiednich, w których umieszczone są zewoje uzwojenia roboczego. Zarówno zasada jak również i konstrukcyjne parametry tak zwymiarowanej fazy różnią się od znanych dotychczas rozwiązań. Modelowe doświadczenia potwierdzają zupełną zgodność z teorią i znaczne korzyści uzyskane przy stosowaniu uzwojenia według wynalazku. Żłobki fazy rozruchowej oraz żłobki wspólne posiadają większą szczelinę wlotową $b > a$ niż żłobki pozostałe oraz kształty jak na fig. 1, 2, 3 i 4, przy czym na fig. 1 przedstawiono wypadek $b > a$.

Fig. 2 przedstawia sposób zmniejszenia przewodności magnetycznej dla strumienia rozproszenia dwoma sposobami ($h'_1 > h_1$ oraz $b > a$).

Fig. 3 przedstawia inną odmianę sposobu przedstawionego w fig. 2, w którym $b > a$, $h'_1 > h_1$.

Fig. 4 przedstawia przypadek w którym obniżono wysokość tych żłobków, które wypełniane są wyłącznie uzwojeniem rozruchowym.

Ponieważ przekrój zezwoju fazy rozruchowej jest na ogół mniejszy od przekroju zezwoju fazy roboczej, przekrój żłobka wypełnionego przez fazę rozruchową może być obniżony. Zmniejszenie się spadku napięcia magnetycznego w zębie (na skutek zmniejszenia się wysokości żłobka) pozwala na zwięźlenie zęba, co w konsekwencji obniża tym bardziej przewodność magnetyczną żłobka (z uwagi na jego skrócenie i poszerzenie) i w ten sposób żłobki i zęby przedstawione na fig. 4 charakteryzują się nierównościami: $b > a$, $h'_1 > h_1$, $c > c'$. Celowym jest zatem projektowanie krótszych i szerszych żłobków dla uzwojenia rozruchowego (fig. 4). Z uwagi na konieczność uniknięcia momentów pasożytniczych, zwłaszcza asynchronicznego momentu od trzeciej harmonicznej pola, rozkład uzwojenia rozruchowego musi spełnić warunek zamykania się wielokrotność stworzonego z wektorów SMM trzeciej harmonicznej,

przedstawiających amplitudy pól trzeciej harmonicznej każdej cewki uzwojenia. Dla niektórych układów warunek ten pociąga za sobą konieczność wypełnienia jednego żłobka. W takich przypadkach żłobek „nieaktywny“ wypełniony może być bifilarnym układem prętów. W żłobku tym dopuścić można pewną liczbę prętów magnetycznie czynnych pod warunkiem, że wzrost krytycznej wartości momentu pasywnego trzeciej harmonicznej nie przekroczy przyrostu momentu pierwszej harmonicznej osiągniętego przez wartość czynnych w tym żłobku amperoprętów. W tym stopniu dopuszczalne jest niedomykanie się wieloboku SMM trzeciej harmonicznej.

Na fig. 5 przedstawiono przykład uzwojenia silnika według wynalazku, w którym: liczba żłobków $Z = 36$, $p = 2$, liczba wypełnionych żłobków uzwojenia roboczego $1/3$, $Z = 24$, $r = 9$ żłobków, liczba żłobków na biegun i fazę dla fazy roboczej = 6 żłobków. Kółka zakreskowane oznaczają uzwojenie robocze, niezakreskowane — uzwojenie pomocnicze. Fig. 5 przedstawia układ zezwojów jednego bieguna. Celem jest aby w żłobkach wspólnych uzwojenie rozruchowe umieszczone było bezpośrednio pod klinem zamykającym żłobek. Wpływy strumienia rozproszenia fazy roboczej na pręty uzwojenia rozruchowego, leżące w tym samym żłobku, muszą być wyeliminowane odpowiednim skrótem lub połączeniem.

Na fig. 6 oraz 7 przedstawiono dwa dalsze przykłady uzwojenia dla układu zezwojów jednego bieguna, według wynalazku, wykonane zgodnie z wyżej podaną zasadą, dla 36 żłobków i $2p = 4$ (fig. 6) oraz dla 24 żłobków i $2p = 4$ (fig. 7). Przykład ten wskazuje rozwiązanie z niecałkowitym ale dopuszczalnym domknięciem się wieloboku dla SMM trzeciej harmonicznej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik indukcyjny jednofazowy z oporową fazą rozruchową o uzwojeniu częściowo dwu a częściowo jednowarstwowym, w którym

obydwie fazy rozmieszczone są częściowo w tych samych żłobkach, znamieny tym, że dla uzyskania minimalnej wartości sprzężonego strumienia rozproszenia lub reaktancji rozproszenia, rozkład zwojów uzwojenia rozruchowego spełnia równanie:

$$\frac{\delta \Psi_r}{\delta z_i} = 0 \text{ dla } i = 1, 2, \dots, n$$

gdzie liczba n oznacza liczbę żłobków, w których mieści się uzwojenie rozruchowe, co sprowadza się do warunku:

$$\Delta_1 (Z_1 - Z_{1-1}) = \text{const.}$$

- oraz do powiększenia liczby n poza liczbą żłobków przeznaczonych wyłącznie dla fazy rozruchowej i założenia uzwojenia rozruchowego również w żłobkach zajętych przez fazę roboczą z tym, że wielobok utworzony z wektorów sił magnetomotorycznych trzeciej harmonicznej przestrzennego rozkładu w szczelinie jest co najmniej w tym stopniu otwarty, aby krytyczna wartość momentu pasywnego trzeciej harmonicznej nie przewyższała przyrostu momentu pierwszej harmonicznej wynikłego z działania amperozwojów powodujących otwarcie tego wieloboku.
2. Silnik indukcyjny według zastrz. 1, znamieny tym, że żłobki, w których umieszczone jest uzwojenie rozruchowe posiadają kształt obniżający przewodność magnetyczną dla strumienia rozproszenia w przestrzeni zajmowanej przez klin zamykający żłobek (fig. 1—4).
 3. Silnik indukcyjny według zastrz. 1, znamieny tym, że żłobki w których umieszczone jest uzwojenie rozruchowe posiadają szersze szczeliny wlotowe niż żłobki pozostałe.
 4. Silnik indukcyjny według zastrz. 1, znamieny tym, że żłobki przeznaczone wyłącznie dla uzwojenia rozruchowego są krótsze i szersze niż żłobki pozostałe.

August Bioliński
Arkadiusz Puchała

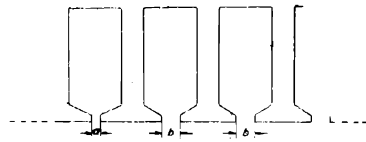


Fig. 1

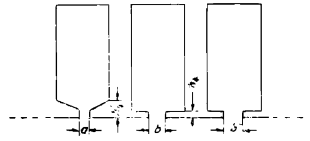


Fig. 2

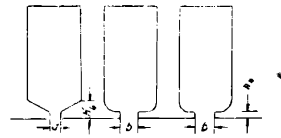


Fig. 3

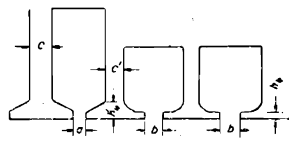


Fig. 4

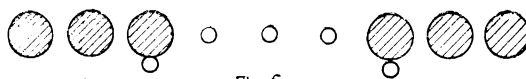


Fig. 5

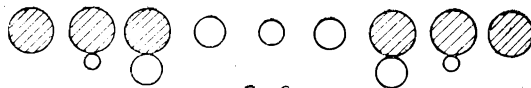


Fig. 6

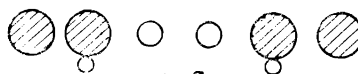


Fig. 7