

## **Wirnik silnika synchronicznego z magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim**

5           Przedmiotem wynalazku jest wirnik elektrycznego silnika synchronicznego z magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim (LSPMSM) i zredukowanym momencie zaczepowym. Silnik przeznaczony jest do napędu urządzeń przemysłowych posiadających zwłaszcza wentylatorowe charakterystyki obciążeniowe (wentylatory, pompy), a także suwnic, wirówek oraz przenośników taśmowych.

10           Znane są rozwiązania silników elektrycznych prądu przemiennego, w których strumień magnetyczny wzbudzenia wytwarzany jest poprzez magnesy trwałe. Silniki takie charakteryzują się większą sprawnością i większym stosunkiem mocy znamionowej do masy własnej. Istotną wadą takiego rozwiązania jest konieczność zasilania ich z trójfazowych falowników tranzystorowych. W wielu przypadkach nie jest  
15 konieczna regulacja prędkości kątowej układu napędowego wykorzystującego taką konstrukcję silnika. Wyeliminowanie falownika tranzystorowego w takim układzie znacząco może obniżyć jego koszty. Znane są konstrukcje silników synchronicznych o rozruchu bezpośrednim, czyli posiadających właściwości umożliwiające dołączenie silnika bezpośrednio do sieci i dokonanie rozruchu asynchronicznego. Istotną wadą  
20 takiego rozwiązania jest zjawisko momentu zaczepowego, niekorzystnie wpływającego na własności ruchowe takiej maszyny w tym utrudniające uzyskanie stanu synchronizacji.

            Znane są rozwiązania prowadzące do redukcji momentu zaczepowego. W publikacji wynalazku nr US6844652 ujawniono sposób redukcji momentu  
25 zaczepowego, polegający na wykonaniu wirnika silnika o geometrii, która wprowadza zmienność szczeliny pomiędzy obwodem magnetycznym stojana i wirnika.

            Inną konstrukcję opartą na takiej samej idei przedstawiono w publikacji opisu patentowego US6940205. Autorzy proponują również rozwiązania polegające na segmentyzacji wirnika. Poszczególne segmenty wirnika przesunięte są względem  
30 siebie o ustalony kąt, co pozwala na redukcję momentu zaczepowego. Szczególnym przypadkiem takiego rozwiązania jest wprowadzenie skosu magnesów trwałych w wirniku.

Istotą wynalazku jest wirnik elektrycznego silnika synchronicznego z magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim, wykonany w postaci pakietu z blach elektrotechnicznych, wewnątrz których, wzdłuż jego osi, w otworach rozmieszczone są magnesy trwałe, tworząc w sposób radialny bieguny magnetyczne, przy czym w żłobkach umieszczone są pręty aluminiowe lub miedziane, zwarte na końcach za pomocą pierścieni, wykonanych odpowiednio z aluminium lub miedzi, które to pręty wraz z pierścieniami zwierającymi tworzą klatkę rozruchową, charakteryzującą się tym, że wirnik podzielony jest na dwa obszary cylindryczne: wewnętrzny, niepodlegający skręceniu, obejmujący obwód magnetyczny, magnesy trwałe i dolną część klatki o wysokości „ $h$ ” oraz zewnętrzny, podlegający skręceniu laminarnemu, obejmujący obwód magnetyczny i górną przyszczelinową część klatki. Walec zewnętrzny jest skręcony w stosunku do części wewnętrznej wirnika o kąt „ $\alpha$ ”, odpowiadający jednej podziałce żłobkowej stojana.

Korzystnie, skręcenie płaszczyzn przekrojów poprzecznych na długości wirnika zrealizowane jest liniowo lub segmentowo z zachowaniem ciągłości zarówno magnetowodu jak i klatki.

Korzystnie, płaszczyzny przekrojów poprzecznych na krańcach wirnika są skręcone w przeciwnych kierunkach w stosunku do przekroju poprzecznego wirnika w środku jego długości.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym, fig. 1a – przedstawia widok wirnika silnika synchronicznego LSPMSM z walcem zewnętrznym skręconym laminarnie wzdłuż promienia, fig. 1b – przekrój A-A z fig.1a, fig. 2a – przekrój B-B z fig. 1a, fig. 2b – przekrój C-C z fig. 1a, a fig. 3 – widok wirnika silnika synchronicznego LSPMSM z segmentowym walcem zewnętrznym.

Wirnik silnika wykonany jest w postaci pakietu z blach elektrotechnicznych (**a**), wewnątrz których, wzdłuż jego osi, rozmieszczone są magnesy trwałe (**b**). Magnesy rozmieszczone są w otworach tworząc w sposób radialny bieguny magnetyczne. Ponadto w żłobkach (**c**, **d**), umieszczone są pręty aluminiowe lub miedziane, zwarte na końcach za pomocą pierścieni (**e**), również wykonanych odpowiednio z aluminium lub miedzi. Pręty wraz z pierścieniami zwierającymi (**e**) tworzą tak zwaną klatkę rozruchową. Pręty klatki, w przekroju poprzecznym wirnika w środku jego długości (A-A na Fig. 1a), mają kształt jak dla silników indukcyjnych klatkowych (Fig. 1b), wskazane głębokożłobkowych, co zapewnia uzyskanie odpowiedniego momentu

rozruchowego. W wirniku o promieniu  $r_w$  wyróżnia się dwa obszary: **1** – wewnętrzny o promieniu  $r_h$ , obejmujący obwód magnetyczny wraz z magnesami i częścią klatki o wysokości  $h$ ; **2** – zewnętrzny w postaci walca o grubości  $(r_w - r_h)$ . Walec zewnętrzny **2** zostaje skręcony w stosunku do części wewnętrznej **1** wirnika o kąt  $\alpha$  odpowiadający jednej podziałce żłobkowej stojana. Skręcenie walca zewnętrznego **2** powinno mieć 70 charakter laminarny wzdłuż promienia, zapewniając jednocześnie w tym obszarze ciągłość obwodów magnetowodu i klatki w kierunkach zarówno promieniowym, jak i osiowym. Dla zapewnienia symetrii skosu wirnika względem magnesów trwałych, płaszczyzny przekrojów poprzecznych w obszarze walca zewnętrznego na krańcach 75 wirnika są skręcone w przeciwnych kierunkach o  $1/2$  kąta  $\alpha$  w stosunku do przekroju poprzecznego wirnika w środku jego długości (Fig. 2a, Fig. 2b). Skręcenie płaszczyzn przekrojów poprzecznych w obszarze walca zewnętrznego, od przekroju środkowego do przekrojów krańcowych wirnika w zakresie kątów odpowiednio  $(-\alpha/2 \div 0)$  oraz  $(0 \div +\alpha/2)$  może być zrealizowane liniowo (Fig. 1a) lub w segmentowo (Fig. 3).

80 W przypadku budowy wirnika o  $N$  segmentach, kąt przesunięcia pomiędzy segmentami wynosi  $\alpha / (N-1)$ . Liczba segmentów  $N$  jest liczbą nieparzystą. Na Fig. 3 pokazano przypadek dla  $N = 5$ . Pręty klatki segmentu środkowego mają kształt jak w środkowym przekroju poprzecznym dla liniowego skręcenia (Fig. 1b).