

Silnik komutatorowy do napędu rogatek

Grzegorz Stefański, Łukasz Michta, Mirosław Krzowski, Marcin Kaniewski

1. Wstęp

W krajowej sieci kolejowej znajduje się kilka tysięcy przejazdów kolejowych. Większość z nich chroniona jest szlabanami zamykanymi na czas przejazdu pociągu oraz dodatkową sygnalizacją świetlną. Około 20% szlabanów wyposażonych jest w stare, mechaniczne napędy typu JEGD z szeregowo-bocznikowymi silnikami prądu stałego o mocy 240 W i prędkości obrotowej 1500 obr./min zasilanymi napięciem 24 V. Napędy te nie są produkowane od wielu lat i sukcesywnie zastępowane są napędami RHR (hydrauliczne) lub EEG (mechaniczne). Z uwagi na ochronę środowiska preferowane są napędy mechaniczne pozbawione możliwości wycieku oleju hydraulicznego do otoczenia. Ostatnio opracowany w firmie Kombud napęd rogatek jest napędem mechanicznym. Wspomniane napędy mechaniczne (EEG i napęd Kombudu) wyposażone są w silniki komutatorowe z magnesami trwałymi (silnik PRMOa90-90) o mocy 170 W i prędkości obrotowej 1100 obr./min. Jak wykazały doświadczenia eksploatacyjne, silnik ten ma zbyt mały moment obrotowy, co uwidacznia się zwłaszcza w warunkach zimowych. Z tego powodu firma Kombud zmieniła ten silnik na silnik o mocy 250 W i prędkości obrotowej 3000 obr./min. wyposażony w przekładnię planetarną o przełożeniu 1:3,7, co na wyjściu przekładni daje prędkość obrotową na poziomie 810 obr./min. Producent tego zestawu silnik + przekładnia określa jego moment znamionowy na poziomie 2,4 Nm. Są to oczywiście parametry uzyskiwane przy zasilaniu napięciem o poziomie 24 V i w temperaturze 20°C. Należy przypuszczać, że w niskich temperaturach moment ten

ma znacznie mniejszą wartość, ale jest wystarczający do przestawiania położenia napędu. Podstawową wadą takiego rozwiązania jest wysoka cena zestawu silnik – przekładnia planetarna oraz w ostatnim czasie długi okres oczekiwania na ten napęd. Dodatkową wadą są znaczne straty mocy w przekładni planetarnej występujące głównie zimą. Z tego powodu firma Perfopol opracowała do tego zastosowania nowy silnik o mocy około 200 W i prędkości obrotowej 850 obr./min, dysponujący momentem około 2 Nm. Silnik ten wyposażony jest w nowoczesne magnesy neodymowe i dzięki temu jego masa i wymiary porównywalne są z dotychczasowym silnikiem PRMOa90-90 wyposażonym w przekładnię planetarną.

2. Założenia konstrukcyjne

Przy projektowaniu silnika kierowano się głównie wymogami czasu zamykania i otwierania napędu i określonym przez przekładnię wymaganym momentem mechanicznym. Założono moc silnika na poziomie 200 W, prędkość obrotową 850 obr./min i napięcie zasilania 24 V DC. Wartości te były danymi wejściowymi do obliczeń geometrii obwodu magnetycznego i uzwojenia silnika. Założono także wzbudzenie silnika w postaci magnesów trwałych o symbolu N42. Z uwagi na zastosowanie przyjęto tryb pracy S2 – 5 minut.

3. Konstrukcja silnika

Opracowany silnik jest typowym silnikiem komutatorowym wzbudzonym magnesami trwałymi umieszczonymi w stojanie. W dotychczasowych rozwiązaniach stosuje się na ogół ferrytowe magnesy trwałe wykonane w postaci

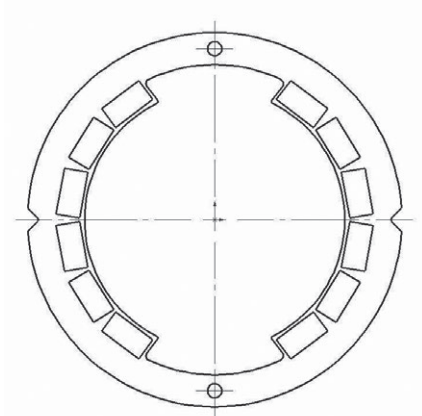


Rys. 1. Stojan typowego silnika komutatorowego z magnesami ferrytowymi

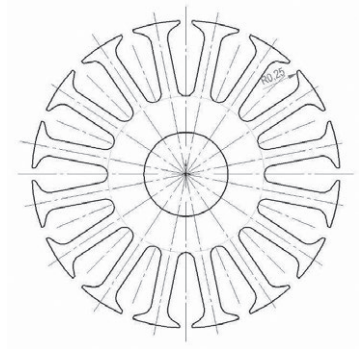
wycinków pierścienia przyklejonych wewnątrz stalowej rury – taką konstrukcję ma wspomniany silnik PRMOa 90-90.

Zaletą tego rozwiązania jest niska cena magnesów ferrytowych, zaś wadą znaczne rozmiary silnika ze względu na stosunkowo małą wartość indukcji magnetycznej w szczeliny silnika. Magnesy neodymowe o podobnym kształcie (wycinków pierścienia) są wielokrotnie droższe i dlatego w opracowanym silniku zdecydowano się na rozwiązanie pośrednie – magnesy w kształcie prostopadłościów umieszczone wewnątrz stojana wykonanego z blachy elektrotechnicznej.

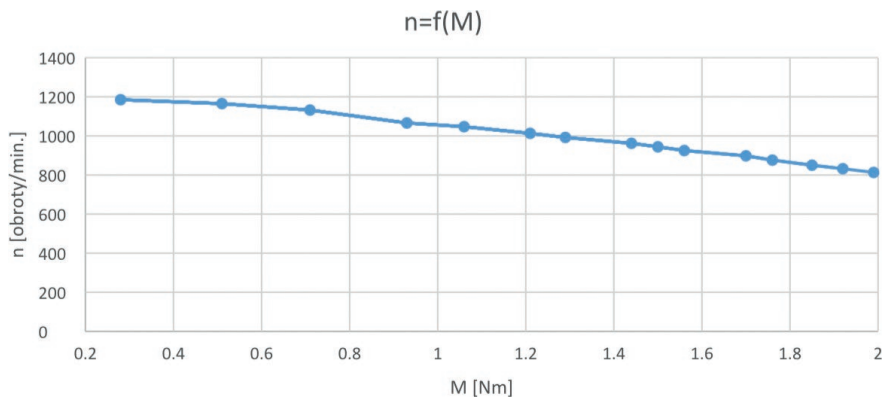
Takie ukształtowanie obwodu magnetycznego stojana ma kilka zalet: magnesy nie mogą odkleić się od obudowy, jak może się zdarzyć w poprzednim rozwiązaniu, magnesy są mniej podatne na rozmagnesowanie (są umieszczone



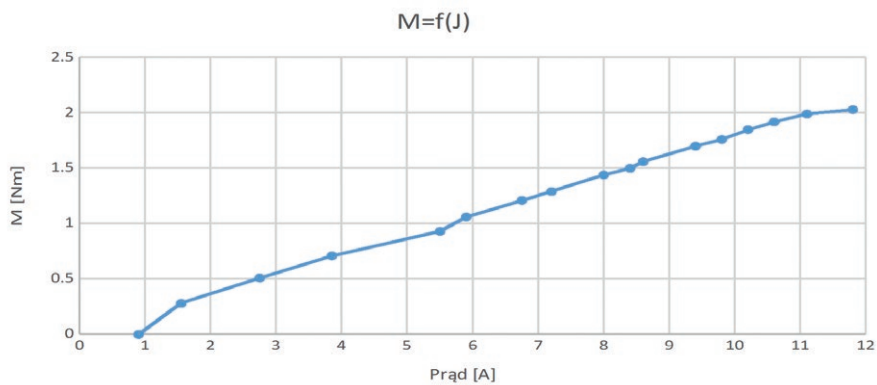
Rys. 2. Kształt blach stojana opracowanego silnika



Rys. 3. Kształt blach wirnika



Rys. 4. Charakterystyka mechaniczna opracowanego silnika



Rys. 5. Zależność momentu wytwarzanego od pobieranego prądu

wewnątrz stojana), zapewniony jest szybki i precyzyjny montaż – magnesy są wsuwane w otwory. Dodatkową zaletą jest niska cena typowych magnesów prostokątnych. Wadą rozwiązania jest zamykanie się części strumienia

magnetycznego każdego magnesu przez trapezoidalną część obwodu magnetycznego występującą między magnesami. Z tego względu odstępy te powinny być tak małe, jak jest to możliwe ze względów technologicznych. W opracowanym

reklama

silniku blachy stojana wykonane były metodą cięcia laserowego i minimalny odstęp między magnesami wynosił 0,8 mm. Dzięki takiemu rozwiązaniu stojana uzyskano indukcyjność magnetyczną w szczelinie silnika na poziomie 0,6 T.

Wirnik silnika ma typowy kształt walca ze żłobkami, w których umieszczono uzwojenie pętlicowe. Końce cewek uzwojenia wyprowadzone są do wycinków komutatora.

4. Badania laboratoryjne

Badania laboratoryjne obejmowały wyznaczenie podstawowych parametrów silnika oraz pomiary rezystancji uzwojenia i izolacji. Badany silnik umieszczony był w uchwytach z łożyskami i zamocowano na nim dwuramienną, zrównoważoną dźwignię. Dzięki temu możliwy był dokładny pomiar momentu przez pomiar nacisku dźwigni na precyzyjną wagę. Prędkość obrotową silnika

mierzono dokładnym obrotomierzem. Dodatkowo mierzono napięcie zasilające silnik i prąd pobierany. Badany silnik napędzał trójfazowy generator. Generator obciążony był układem żarówek wytwarzającym 12 poziomów obciążenia. Na rys 4–6 pokazano charakterystykę mechaniczną opracowanego silnika, zależność momentu od pobieranego prądu oraz widok silnika na stanowisku badawczym.

Wnioski

Opracowany silnik ma większy moment znamionowy od dotychczas stosowanego silnika PRMOa90-90a i dzięki temu istnieje pewność przestawiania napędu w trudnych warunkach zimowych. Ze względu na niską prędkość obrotową nie ma konieczności stosowania przekładni planetarnej i pozbywamy się związanych z tą przekładnią problemów eksploatacyjnych i strat mocy w niej występujących. Ponadto silnik ten jest tańszy od dotychczasowego silnika z przekładnią i bardziej dostępny – produkcja krajowa. Niestety pozostają dotychczasowe problemy silników komutatorowych – konieczność wymiany i kontroli szczotek oraz konieczność okresowego czyszczenia silnika z pyłów powstałych ze ścierania się szczotek i komutatora. Obecnie w firmie Perfopol trwają końcowe prace nad wykonaniem silnika BLDC do takiego zastosowania.

Grzegorz Stefański, Łukasz Michta,
Mirosław Krzowski, Marcin Kaniewski
PPUH PERFOPOL Sp. z o.o.

artykuł recenzowany



Rys. 6. Widok silnika na stanowisku badawczym (maszyna niebieska to generator obciążający silnik)