

Artur Pakosz
ul. Tuwima 15F
05-660 Warka
tel. 663-301-290

***Wpływ wybranych metod redukcji na moment zaczepowy maszyn wielobiegunowych
z magnesami trwałymi.***

Streszczenie

Rozprawa doktorska podejmuje problematykę redukcji momentu zaczepowego z wykorzystaniem łączenia różnych metod jego minimalizacji. Moment zaczepowy powstaje w wyniku współdziałania: pola magnetycznego magnesów trwałych umieszczonych na wirniku i stojana o zmiennej przewodności magnetycznej zależnej od kąta obrotu. Ma charakter pulsujący i występuje stale podczas pracy maszyny. Wpływa on na pracę całego współpracującego z maszyną elektryczną urządzenia powodując wibracje, naprężenia, hałas. Tworzy moment hamujący, a tym samym straty mocy i prowadzi przez to do szybszego zużycia elementów konstrukcyjnych maszyny. Przy dużej wartości momentu zaczepowego występują problemy z regulacją prędkości obrotowej. W przypadku prądnic stosowanych w elektrowniach wiatrowych utrudnia on rozruch i powoduje start elektrowni przy wiatrach o znacznych prędkościach. Z uwagi na te niekorzystne zjawiska, minimalizacja momentu zaczepowego jest w maszynach z magnesami trwałymi tematem aktualnym, a poszukiwanie najskuteczniejszych metod minimalizacji jest wysoce pożądane. Z uwagi na wysokie koszty budowy prototypu moment zaczepowy minimalizuje się podczas projektowania korzystając z metod numerycznych. Przy pomocy symulacji komputerowych poszukuje się takiego kształtu obwodu magnetycznego dla którego moment zaczepowy osiąga najmniejszą wartość.

Celem pracy było określenie czy i w jaki sposób kolejność metod minimalizacji wpływa na moment zaczepowy. Do badań wybrano dwie metody: 1 - niesymetryczne ułożenie magnesów na wirniku, 2 - zmniejszanie szerokości otwarcia żłobka. Badania prowadzono na maszynach: jedna w wykonaniu niesymetrycznym, druga - symetrycznym. Wartość minimalną uzyskiwano w wyniku rozwiązywania obwodów magnetycznych kolejnych modyfikacji maszyny. Dla każdej z metod poszukiwano takiej konfiguracji, która zapewni maszynie najmniejszy moment zaczepowy.

W celu weryfikacji poprawności wykonanych obliczeń zbudowano prototyp. Został on przebadany w laboratorium przy użyciu narzędzi do wyznaczania momentu zaczepowego. Wyznaczono charakterystykę badanego momentu w funkcji kąta obrotu wirnika. Wyniki badań maszyny rzeczywistej i modelu komputerowego są zbieżne, potwierdzając tym samym poprawność obliczeń.

W końcowej części pracy porównano wyniki symulacji i wyciągnięto wnioski. Stosując dwie metody minimalizacji niezależnie od ich kolejności uzyskuje się znaczną redukcję momentu zaczepowego.

Artur Pakosz
ul. Tuwima 15F
05-660 Warka
tel. 663-301-290

Influence of selected reduction methods on the cogging torque of multipolar machines with permanent magnets.

Abstract

Following doctoral dissertation concerns the reduction of the cogging torque using diverse methods of its minimization combined. The cogging torque is created as a result of the interaction of the magnetic field created by the permanent magnets placed on the rotator and a stator of alternating magnetic conductivity depending on the angle of rotation. It is pulsatory and occurs perpetually, as the machine is working. It affects the action of the entire device cooperating with an electric machine causing vibrations, tensions, and noise. The cogging torque creates the braking torque and thereby the power losses leading to a faster exhaustion of the machine's construction elements. At a high value of the cogging torque the problems with the regulation of the rotational speed occur. In the case of dynamos used in the wind power stations it impedes starting, thereby making the activation of a power station possible only with high-speed winds. Due to these disadvantageous phenomena the minimization of the cogging torque in the machines with permanent magnets is a current issue. Consequently, searching for the most effective ways of this minimization is highly desirable. Due to the high costs of building a prototype the cogging torque is minimized during the designing and using numerical methods. The shape of the magnetic circuit for which the cogging torque reaches the lowest value is searched through computer simulations.

The aim of this thesis is to determine if and how the sequence of the minimization methods affects the cogging torque. Two methods were applied to the research: 1. asymmetrical arrangement of the magnets on the rotator, 2. decreasing the width of the stator slot opening. The study was conducted on two machines; one was asymmetrical and the other was symmetrical. The minimal value was obtained as a result of solving magnetic circuits of the successive machine's modifications. For each method a configuration providing the least cogging torque was searched.

In order to verify the correctness of the conducted calculations a prototype was built. It was examined in the laboratory using the tools necessary to determine the cogging torque. The characteristic of the studied torque in the function of rotator's angular rotation was stated. The results of the study concerning the actual machine and a computer model are concurrent and thus they confirm the correctness of the calculations.

In the closing part of the thesis the results of the simulation were compared and the conclusions were drawn. Using two minimization methods - regardless their sequence - a significant reduction of the cogging torque can be achieved.