

В. І. Мороз¹
І. Ф. Снітков¹
Б. М. Харчишин¹

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ПАРАМЕТРИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ СИНХРОННИХ ВИКОНАВЧИХ ДВИГУНІВ МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНОГО ЗБУДЖЕННЯ

¹Національний університет «Львівська політехніка»

Проведено аналіз впливу шеститочкової комутації в безконтактних двигунах постійного струму на основі синхронних двигунів з постійними магнітами на відхилення їх параметрів від оптимальних, які досягнуті параметричним проектуванням. Показано, що в режимі безконтактного двигуна постійного струму відхилення проєктованих параметрів від розрахункових є незначними.

Ключові слова: безконтактні двигуни постійного струму, мікроконтролерне керування, синхронні двигуни з постійними магнітами.

Вступ і постановка задачі

Однією із сучасних тенденцій в електромеханіці є застосування безконтактних двигунів постійного струму на основі синхронних двигунів з постійними магнітами (СДПМ), які дають змогу отримати найвище співвідношення потужності до масо-габаритних показників. Це досягається як використанням сучасних магнітних матеріалів, так і використанням мікроконтролерного керування, що дає змогу забезпечити оптимальний кут Θ між магнітними потоками статора і ротора. Таким чином, з'явилася реальна можливість виконання СДПМ, які за допустимих електромагнітних навантажень (індукції в повітряному проміжку, густини струму в провідниках) забезпечували б роботу в області критичних значень кута Θ , що гарантує суттєве зменшення масо-габаритних показників двигуна.

Параметричне проектування виконавчих синхронних двигунів такого типу дає змогу просто врахувати як розкид їх параметрів, точність виготовлення і вплив зовнішніх факторів, щоб отримати найкращу ефективність використання як конструктивних матеріалів, так і найкращу енергетичну ефективність [1].

Аналіз досліджень і публікацій

Оптимальні параметри розроблюваного синхронного двигуна, які отримані параметричним проектуванням [1], можуть не досягатися внаслідок роботи типової системи керування СДПМ у режимі безконтактного двигуна постійного струму (БДПС), що реалізує, як відомо, шеститочкову комутацію силових ключів схеми керування і, відповідно, статорних обмоток [2, 3] (рис. 1). Такий спосіб комутації забезпечує дискретний характер кута повороту поля статора в межах $\pm 30^\circ$ від оптимального, що може привести до зменшення розрахункової енергетичної ефективності проєктованого двигуна.

Аналіз впливу дискретного характеру комутації статорних обмоток на оптимальні параметри СДПМ у відомій літературі не висвітлювався.

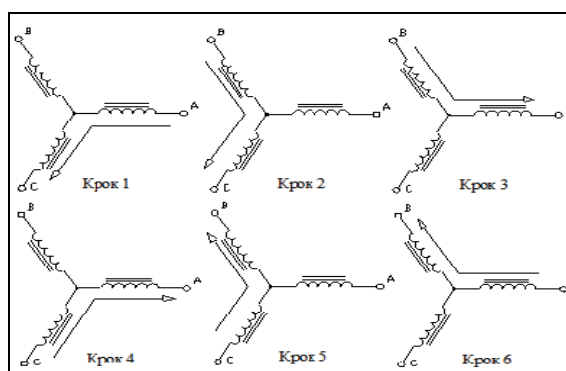


Рис. 1. Шеститочкова комутація обмоток СДПМ

Викладення основного матеріалу

Сучасні виконавчі СДПМ здебільшого виконують багатополосними зі збудженням від постійних магнітів типу Sm-Co чи Fe-Nd-B, які мають практично одиничну відносну магнітну проникність. Внаслідок цього СДПМ з одного боку мають зменшену реакцію якоря за поздовжньою і

поперечними осями, з іншого боку — практично рівність індуктивного опору фаз x їхньому активному опору r . Ще однією особливістю виконавчих двигунів такого типу є фактично відсутність електромагнітного зв'язку між фазними обмотками.

Достатньо повний аналіз робочих характеристик СДПМ у відносних одиницях проведено в роботі [1], зокрема, побудовано робочі характеристики для різних значень параметра $a = x/r$ — відносного значення індуктивного опору фази.

ККД визначається за формулою $\eta = \frac{P_2}{P_2 + I^2}$, а $\cos \phi$ розраховується за виразом

$$\cos \phi = \frac{1}{2} \left(\frac{P_2}{I} + I \right), \text{ де } I = \sqrt{\frac{P_2^2 + \left(\sqrt{4 - (P_2 + 1)^2} - a \right)^2}{1 + a^2}}; P_2 \text{ — відносне значення корисної потужності.}$$

Для ККД і $\cos \phi$ для різних значень параметра a отримано функціональні залежності від відносного значення корисної потужності P_2 на валу СДПМ, які показано на рис. 2.

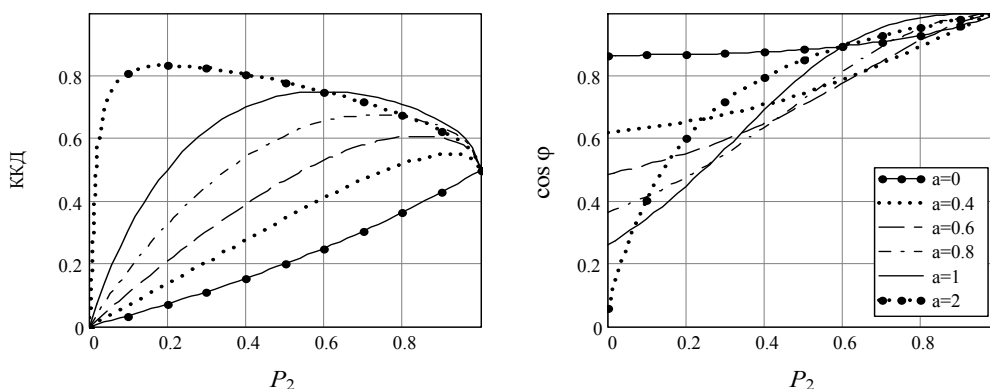


Рис. 2. Залежності ККД і $\cos \phi$ від відносної корисної потужності

Оцінити вплив дискретних значень кутів комутації СДПМ у режимі безконтактного двигуна (як вже згадувалося вище, його розкид знаходиться в межах $\pm 30^\circ$ від оптимального) на розрахункові параметри робочих характеристик можна, проаналізувавши розрахункове значення кута навантаження Θ . Графіки залежностей кута навантаження у функції від відносного значення індуктивного опору фази a та відносної корисної потужності P_2 показано на рис. 3. Зміну значення $\cos \Theta$ в залежності від максимально розкиду кута комутації обмоток статора стосовно оптимального кута навантаження показано на графіках рис. 4 для двох значень відносного значення індуктивного опору фази a . Як видно, відхилення від розрахункових значень складає менше 15 %.

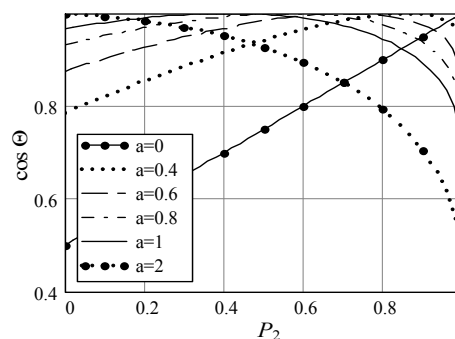


Рис. 3. Залежність розрахункового значення $\cos \Theta$ від відносного значення індуктивного опору фази та відносної корисної потужності

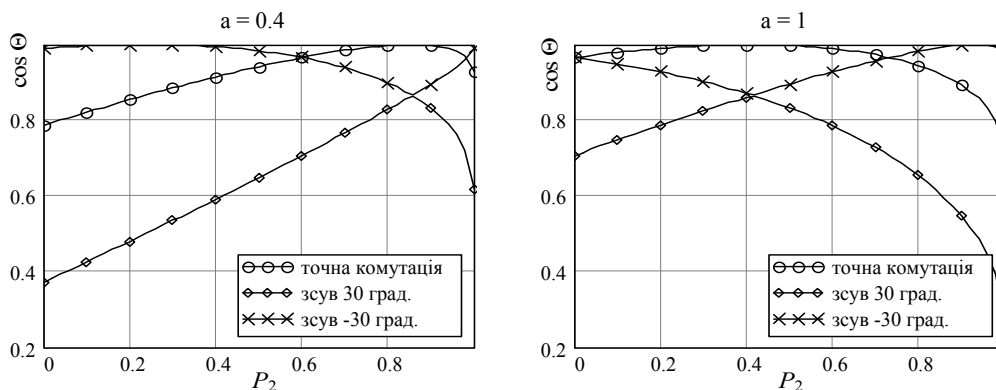


Рис. 4. Розрахункові значення $\cos \Theta$ для двох відносних значень індуктивного опору фази (приклад)

Висновки

Проведений аналіз показав, що використання традиційного способу шеститочкової комутації безконтактних двигунів постійного струму на основі синхронних двигунів з постійними магнітами практично не погіршує розрахункові енергетичні параметри виконавчих двигунів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Снітков І. Ф. Особливості параметричного проектування синхронних виконавчих двигунів магнітоелектричного збудження (Частина 1. Теоретичні засади параметричного проектування синхронних виконавчих двигунів) / І. Ф. Снітков, В. І. Черніков, В. Д. Завгородній // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Електроенергетичні та електромеханічні системи». — № 403. — 2000. — С. 157—161.
2. Мороз В. Трифазний двигун з постійними магнітами як об'єкт керування / В. І. Мороз, І. Ф. Снітков // Електротехнічні та комп'ютерні системи : за матеріалами XVIII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика — 2011». — 2011. — № 03 (79). — К. : Техніка, 2011 [науково-технічний журнал]. — С. 280—281.
3. Мороз В. Мікроконтролерне керування безконтактним двигуном постійного струму як метод реалізації оптимального використання конструктивних матеріалів / В. І. Мороз, І. Ф. Снітков, Б. М. Харчишин // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2012. — № 1. — С. 89—92.

Рекомендована кафедрою електричних станцій і систем ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 29.01.2014

Мороз Володимир Іванович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри електроприводу і комп'ютеризованих електромеханічних систем, e-mail: vmoroz@lp.edu.ua;

Снітков Ігор Філатович — с. н. с., в. о. завідувача лабораторії НДЛ-68 СКБ електромеханічних систем, e-mail snt68@lp.edu.ua;

Харчишин Богдан Михайлович — канд. техн. наук, с. н. с., пров. науковий співробітник НДЛ-68, в. о. директора СКБ електромеханічних систем; доцент кафедри електричних машин і апаратів.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів

V. I. Moroz¹
I. F. Snitkov¹
B. M. Kharchyshyn¹

Analysis of influence of control system on the self-reactance planning of synchronous executive engines of electro-magnetic excitation

¹National University "Lviv Politechnics"

The paper presents the analysis of influence of six point commutation conducted in the noncontact engines of direct-current on the basis of synchronous engines with permanent magnets on deviation of their parameters from optimal, which are got by the self-reactance planning. It is shown that in the mode of noncontact engine of direct-current deviation of project parameters from a calculation is insignificant.

Keywords: brushless DC motors, microcontroller, permanent magnet synchronous motors.

Moroz Volodymyr I. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of The Chair of Electromechanics and Computer-Assisted Electromechanic Systems, e-mail vmoroz@lp.edu.ua, vmoroz58@gmail.com;

Snitkov Ihor F. — Senior Research Assistant, Head of the Laboratory Scientific Research Laboratory of Special Construction Bureau of Electromechanic Systems; e-mail snt68@lp.edu.ua;

Kharchyshyn Bohdan M. — Cand. Sc. (Eng.), Senior Research Assistant of the Laboratory Scientific Research Laboratory of Special Construction Bureau of Electromechanic Systems; Assistant Professor of the Chair of Electric Machines and Vehicles.

В. И. Мороз¹
И. Ф. Снитков¹
Б. М. Харчишин¹

Анализ влияния системы управления на параметрическое проектирование синхронных исполнительных двигателей магнитоэлектрического возбуждения

¹Национальный университет «Львовская политехника»

Проведен анализ влияния шеститочечной коммутации в бесконтактных двигателях постоянного тока на основе синхронных двигателей с постоянными магнитами на отклонение их параметров от оптимальных, которые достигаются параметрическим проектированием. Показано, что в режиме бесконтактного двигателя постоянного тока отклонение проектных параметров от расчётных незначительно.

Ключевые слова: бесконтактные двигатели постоянного тока, микроконтроллерное управление, синхронные двигатели с постоянными магнитами.

Мороз Владимир Иванович — д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры электропривода и компьютеризированных электромеханических систем, e-mail: vmoroz@lp.edu.ua;

Снитков Игорь Филатович — с. н. с., и. о. заведующего лабораторией НИЛ-68 СКБ электромеханических систем, e-mail snt68@lp.edu.ua;

Харчишин Богдан Михайлович — канд. техн. наук, с. н. с., СКБ электромеханических систем, ведущий научный сотрудник НИЛ-68, в. о. директора СКБ электромеханических систем; доцент кафедры электрических машин и аппаратов.