

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОТОРНЫХ СИСТЕМ СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА

С.В. Леонов, к.т.н., доц.,
Д.Е. Растрепин, студент гр. 8Е81
Томский политехнический университет
E-mail: der5@tpu.ru

Введение

В настоящее время наибольшее распространение получили синхронные двигатели с постоянными магнитами, используемые как конструктивный элемент в составе мехатронных модулей и автономных роботехнических платформ. В силу того, что данный класс электрических машин обладает следующими преимуществами: лучшие массогабаритные качества, простота конструкции, выраженная в отсутствии коллекторного узла, также само наличие высококоэрцитивных магнитов в конструкции ротора позволило отказаться от роторных обмоток тем самым повысив КПД. Однако существенным недостатком является пульсация электромагнитного момента.

Поэтому целью нашей работы является проведение сравнительного анализа конструкций роторов СДПМ и выявление более предпочтительной с точки зрения минимизации пульсаций электромагнитного момента и энергетических характеристик.

Описание рассматриваемых конструкций

Основными критериями, по которому выбирались кандидаты являлись неизменный статор, единые массогабаритные показатели, равный для всех кандидатов объем магнитов и одинаковое количество пар полюсов. Первичный расчет конструкций проводился с применением метода зубцовых контуров [1], в ходе которого были определены три наиболее предпочтительные конструкции роторов. На рисунке 1 отражены рассматриваемые конструкции роторов.

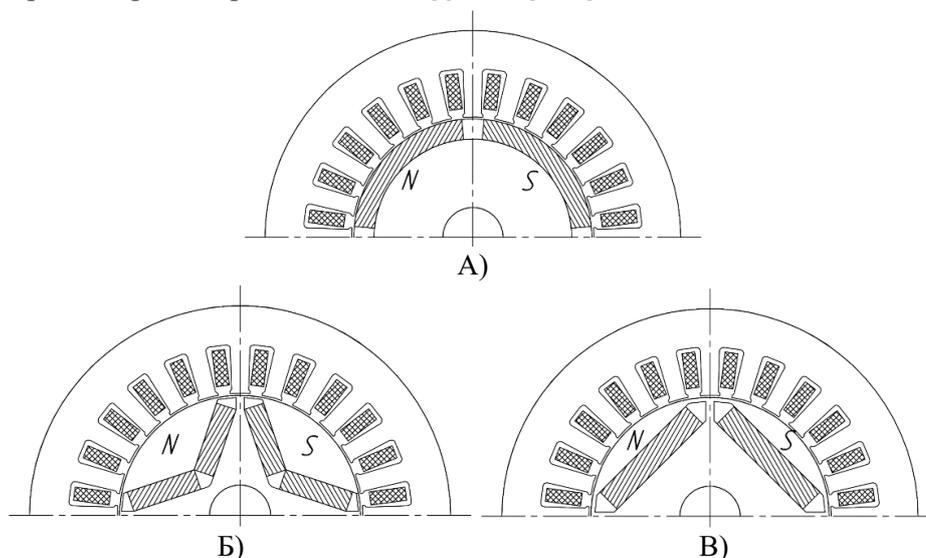


Рис. 1. Рассматриваемые конструкции роторов

Конструкция ротора *A* подразумевает, что реализована шестишаговая система управления, часто в литературе синхронные машины с подобной конструкцией ротора называют бесколлекторными двигателями постоянного тока (БДПТ) [2].

Моделирование в среде *Ansys Electronics*

Анализ конструкций проходил в среде *Ansys Electronics*. В таблице 1 приведены рабочие точки для различных скоростей. В случае конструкции *A* отсутствует реактивное сопротивление, потому определены лишь две рабочие точки: наибольшее КПД и максимальная полезная мощность.

Таблица 1. Сравнительные характеристики роторных систем

Конструкция	Скорость, <i>об/мин</i>	Момент сопротивления, <i>Н × м</i>	Мощность, Вт	КПД, %
А	1049,2	1,44	159	84
	498,3	9,66	504	46
Б	2500	1,37	358	85
	1000	4,38	460	83
	500	14,75	772	64
В	2500	0,73	191,2	91,6
	1000	3,92	411	75
	500	13,78	721,6	48

Исходя из проведённого анализа можно заключить что лучшими энергетическими характеристиками обладает конструкция *Б* позволяющая получить наибольшую мощность при прочих равных параметрах. Конструкция *В* предпочтительна для задач, требующих высокооборотный и низкомоментный электропривод с высоким КПД. Конструкция ротора *А* не желательна и показывает худшие энергетические характеристики, с другой стороны она не требует сложной системы управления как в случае с синхронными машинами *Б* и *В*.

Также важным параметром при сравнении конструкций ротора является величина пульсаций момента, так на рисунке 2 отражены графики момента на валу электрической машины для различных рассматриваемых конструкций при моменте сопротивления $M_c = 1,5 \text{ Н} \times \text{м}$.

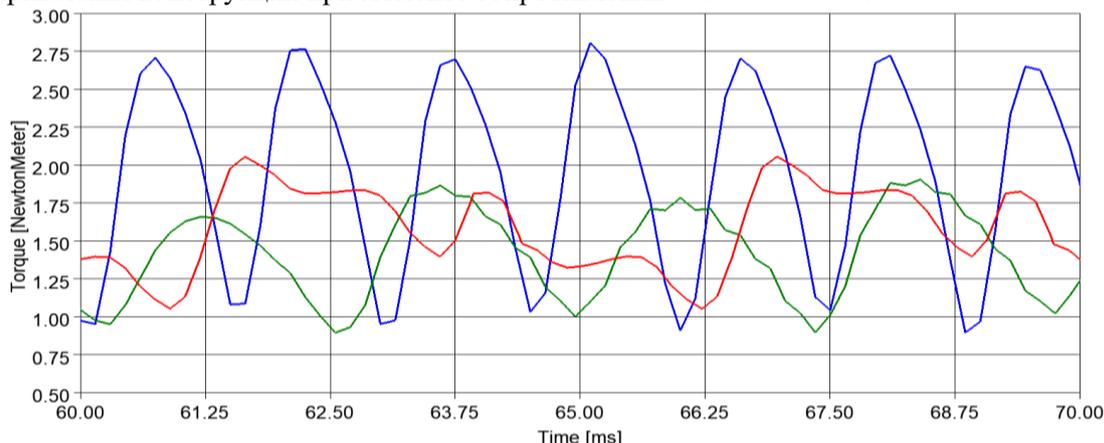


Рис. 2. Сравнительный график момента на валу двигателя для различных конструкций. Красный график - конструкция А; синий – Б; зеленый – В;

Исходя из полученного графика можно сделать вывод о том, что конструкции *А* и *В* предпочтительны для минимизации пульсаций электромагнитного момента, также конструкция *А* более предпочтительна в сравнении с тангенциальным расположением постоянных магнитов [3].

Заключение

Таким образом, в результате выполненных теоретических исследований были проанализированы ряд конструкций систем возбуждения БДПТ малого диаметра. Для широкого спектра применений актуальной является магнитная система с концентрацией потока и размещением постоянных магнитов внутри шихтованного ротора.

Список использованных источников

1. Дарьин, А.Г. Применение метода проводимости зубцовых контуров для расчета электромагнитных полей в электрических машинах – Москва: Информэлектро, 1985. – 33 с.
2. Hanselman D. C. Brushless permanent magnet motor design. – The Writers' Collective, 2003.
3. Кириллов И. В. и др. Сравнительный анализ роторных систем синхронных машин на постоянных магнитах // The Scientific Heritage. – 2021. – №. 71-1. – С. 26-30.