

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ БЕСКОНТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нитиевский С.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Процесс проектирования современных электроприводов сопряжен с необходимостью решения множества технических задач, одной из которых является выбор электродвигателя с максимальной возможностью эффективного использования в тепловом отношении, что особенно актуально для установок, для которых требования к массогабаритным показателям электропривода являются крайне критичными. В этой связи возникает необходимость моделирования тепловых состояний электродвигателя, при этом в зависимости от номинального режима работы электропривода методики расчета, моделирования и анализа тепловых состояний могут существенно различаться.

К примеру, при проектировании системы электропривода на основе бесконтактного двигателя постоянного тока (БДПТ) в некоторых случаях может быть целесообразно конструирование такого двигателя на основе серийного асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором. Методика такого конструирования подробно изложена в [1], и продолжает в некоторых случаях оставаться безальтернативной даже несмотря на гигантский скачок в развитии производства двигателей на постоянных магнитах. В этом случае проверить правильность принятых технических решений можно в том числе с помощью решения задачи стационарной теплопередачи методом конечных элементов с помощью ЭВМ.

Ниже на рисунках приведены результаты теплового моделирования двух БДПТ мощностью 1,5 кВт, сконструированных на основе серийных самовентилируемых АД. При этом в данном примере в том числе сравниваются возможные конструкции БДПТ с возбуждением от двух типов магнитов: на основе сплава неодим-железо-бор (NdFeB) и ферритов. Задача стационарной теплопередачи в данном случае решается методом конечных элементов с помощью программы ELCUT. Основой для анализа служат геометрические параметры поперечного сечения статора двигателя-прототипа. Ротор с магнитами в данном случае изображен в упрощенном виде. Геометрия поверхности охлаждения также упрощена.

В результате моделирования получены следующие значения температур установившегося режима: для БДПТ с возбуждением от магнитов на основе сплава NdFeB (рисунок 1, слева) температура обмотки $T_{\text{обм}}=103^{\circ}\text{C}$ (376 К), температура магнита $T_{\text{магн}}=95^{\circ}\text{C}$ (368 К); для БДПТ с возбуждением от магнитов на основе ферритов (рисунок 1, справа) температура обмотки $T_{\text{обм}}=138^{\circ}\text{C}$ (411 К), температура магнита

$T_{\text{магн}}=124^{\circ}\text{C}$ (397 К). Отличия в цветовых оттенках градиентов обусловлены настройками легенды программы.

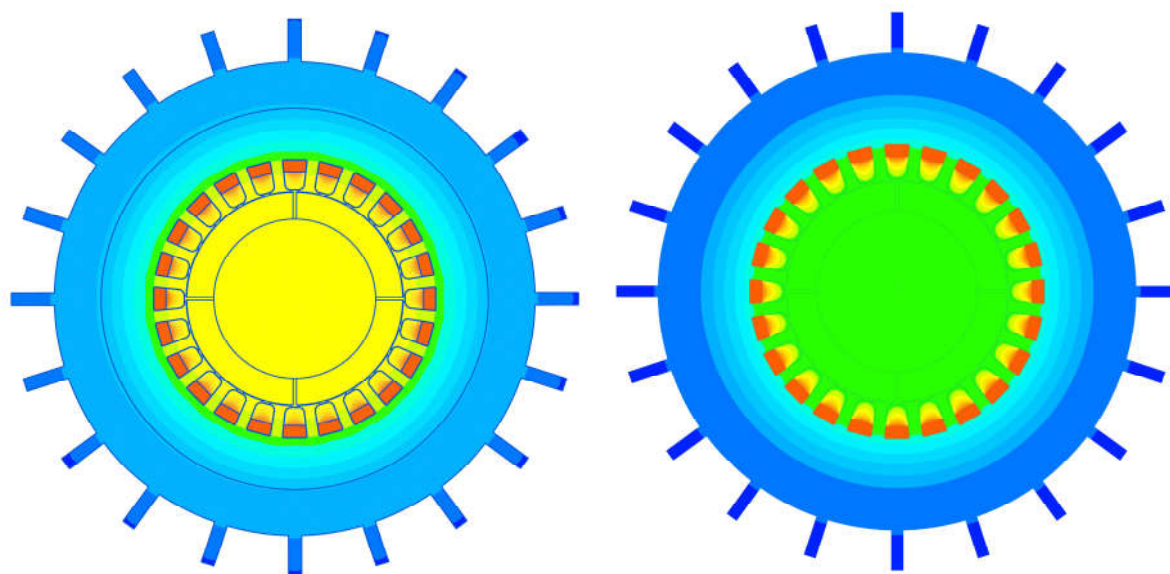


Рисунок 1 – Результаты теплового моделирования БДПТ

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что БДПТ на основе неодимовых магнитов имеет удовлетворительные показатели по нагреву. Полученные значения температур установившегося режима свидетельствуют о том, что тепловая нагрузка на обмотки статора и постоянные магниты находится в допустимых пределах, следовательно, значения превышений температур частей двигателя не выйдут за допустимые пределы. В то же время БДПТ на основе ферритовых магнитов имеет худшие температурные показатели. Полученное значение температуры для обмотки статора практически равно максимально допустимой температуре для класса изоляции В (140°C), применяемой в обмоточных проводах. Температура нагрева постоянного магнита также превышает допустимые пределы ($100\text{-}110^{\circ}\text{C}$). Следовательно, при данных параметрах существенное снижение тепловой нагрузки без изменения геометрии статора возможно лишь с помощью увеличения мощности двигателя на одну ступень.

Следует отметить, что решение задачи стационарной теплопередачи в основном является актуальным для электроприводов, работающих в продолжительном режиме S1. Для электроприводов с режимами работы, в которых преобладает динамика, необходимо обязательно рассчитывать переходные процессы и учитывать их влияние на тепловое состояние машины.

1. Фираго, Б. И. Реализация бесконтактного двигателя постоянного тока с ферритовыми магнитами на основе конструкции асинхронного двигателя / Б. И. Фираго, А. Г. Гульков, Л. Павлячик // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2001. – № 1. – С. 39-51.