

## ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНДУКТОРОВ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Исмагилов Ф.Р., Саттаров Р.Р., Полихач Е.А.

*Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия*

Известны две основные разновидности систем возбуждения синхронных машин: с электромагнитным возбуждением и синхронные машины с постоянными магнитами (магнитоэлектрические). Синхронные электрические машины с постоянными магнитами не нуждаются в возбудителе и благодаря отсутствию потерь на возбуждении в скользящем контакте их надежность существенно выше, чем у обычных синхронных машин, в которых вращающаяся обмотка возбуждения и щеточное устройство достаточно часто повреждаются. Постоянные магниты могут заменять обмотку возбуждения, как в многофазных синхронных машинах обычного исполнения, так и во всех специальных машинах.

Машины с постоянными магнитами по своим массо-габаритным показателям и эксплуатационным характеристикам в определенном диапазоне мощностей и частот вращения вполне могут конкурировать с синхронными машинами, имеющими электромагнитное возбуждение [2]. Появление и создание в последние десятилетия ряда высокоэнергетических магнитных материалов и создание постоянных магнитов на их основе позволило осуществить довольно значительный скачок в достижении высоких технических параметров по массе, габаритам, быстродействию в классе традиционных двигателей вращательного движения, а также электрических машин возвратно-поступательного движения.

В настоящее время в зарубежной печати для традиционных вращающихся и линейных машин с постоянными магнитами описывается принцип построения магнитной системы, предложенный Холбахом (K.Halbach) [4].

Целью работы является исследование описанных Холбахом (K.Halbach) магнитных систем, для чего эти системы были смоделированы и рассчитаны в программе ELCUT 5.3 [5]. Была подвергнута анализу конструкция магнитной системы, состоящей из восьми сегментов объединенных в окружность с изменением направления намагниченности сегментов. По результатам расчетов можно сделать вывод, что рассмотренная магнитная система может быть использована как двухполюсный индуктор в синхронных машинах и машинах постоянного тока. При этом отпадает необходимость использования внешнего и внутреннего магнитопроводов, так как поле образуемое магнитной системой однородное.

Поле внутри рассматриваемой магнитной системы [4] можно приближенно определить по формуле:

$$B_0 = B_r C_N \ln \frac{r_2}{r_1},$$

где  $r_1$  - внутренний радиус постоянного магнита;  $r_2$  - внешний радиус постоянного магнита;

$C_N = 0,9$  [4];  $B_r$  - остаточная индукция постоянного магнита.

Основные преимущества подобных конструкций – малая масса и инерция; отсутствие потерь в стали. При этом конструкция машины упрощается, так как на неё не накладывается ограничение величины воздушного зазора, появляется возможность извлечения большой пиковой мощности за короткое время. Из вышесказанного следует, что главные потери в этих машинах – потери в обмотках. Эти потери могут быть минимизированы увеличением количества меди в обмотках. При использовании магнитной системой Холбаха в магнитоэлектрических генераторах, возможно исполнение с внутренним и внешним индуктором, с неподвижными обмотками и магнитными системами, вращающимися вокруг обмоток.

Появление новых магнитных материалов и новых способов концентрации магнитного потока дает возможность создавать новые конструкции синхронных магнитоэлектрических машин, обладающих большей удельной мощностью, меньшей инерционностью по сравнению с традиционными магнитными системами на постоянных магнитах (звездочка, с полюсными башмаками, с полюсными наконечниками). Подобные системы возбуждения могут быть использованы также для улучшения характеристик электрических машин постоянного тока.

Список литературы:

1. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. М.: Энергия, Т.1. 2005. - 728 с.
2. Балагуров В.А. Электрические генераторы с постоянными магнитами. -М.: Энергоатомиздат, 1988.-279с.: ил.; 21см.-Библиогр.:с.276-278.

3. J.M.D. Coey. Permanent magnet applications. Journal of Magnetism and Magnetic Materials 248 (2002) 441-456.
  4. K. Halbach. Design of Permanent Magnet Multipole Magnets with Oriented Rare Earth Cobalt Material. Nuclear Instruments and Methods. 1980, pp. 1-10.
- ElCUT. Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Версия 53. Руководство пользователя. <http://elcut.ru>.