

СРАВНЕНИЕ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С РАЗНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ОБМОТОК РОТОРА

Виноградов Д. С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Актуальность настоящей работы обусловлена всё более увеличивающимися требованиями к повышению КПД у электрических машин. Так как во многих электроприводах требуется изменение частоты вращения, то использование асинхронных двигателей с частотным преобразователем является приоритетным из-за большего КПД таких двигателей.

Цель работы – создание математической модели асинхронного двигателя в среде *ansys Maxwell* для сравнения разных материалов обмотки короткозамкнутого ротора.

Данная цель обусловила необходимость решения следующих задач:

- 1) Расчет базовой машины;
- 2) Выбор типов обмотки ротора;
- 3) Моделирование в среде *ansys Maxwell*.

Частотный преобразователь в комплекте с асинхронным электродвигателем позволяет заменить электропривод постоянного тока. Системы регулирования скорости двигателя постоянного тока достаточно просты, но слабым местом такого электропривода является электродвигатель. Он дорог и ненадежен. При работе происходит искрение щеток, под воздействием электроэрозии изнашивается коллектор. Такой электродвигатель не может использоваться в запыленной и взрывоопасной среде.

Асинхронные электродвигатели превосходят двигатели постоянного тока по многим параметрам: они просты по устройству и надежны, так как не имеют подвижных контактов. Они имеют меньшие по сравнению с двигателями постоянного тока размеры, массу и стоимость при той же мощности. Асинхронные двигатели просты в изготовлении.

Основной недостаток асинхронных электродвигателей – сложность регулирования их скорости традиционными методами (изменением питающего напряжения, введением дополнительных сопротивлений в цепь обмоток).

Управление асинхронным электродвигателем в частотном режиме до недавнего времени было большой проблемой, хотя теория частотного регулирования была разработана еще в тридцатых годах. Развитие частотно-регулируемого электропривода сдерживалось высокой стоимостью преобразователей частоты. Появление силовых схем с IGBT-транзисторами, разработка высокопроизводительных микропроцессорных систем управления позволило различным фирмам Европы, США и Японии создать современные преобразователи частоты доступной стоимости.

Известно, что регулирование частоты вращения исполнительных механизмов можно осуществлять при помощи различных устройств: механических вариаторов, гидравлических муфт, дополнительно вводимыми в статор или ротор резисторами, электромеханическими преобразователями частоты, статическими преобразователями частоты.

Применение первых четырех устройств не обеспечивает высокого качества регулирования скорости, неэкономично, требует больших затрат при монтаже и эксплуатации.

Статические преобразователи частоты являются наиболее совершенными устройствами управления асинхронным приводом в настоящее время.

Вследствие того, что момент в частотных преобразователях поддерживается аппаратными средствами, имеет смысл замены алюминиевой беличьей клетке, на медную.

ANSOFT Maxwell / ANSYS Maxwell - это ведущее программное обеспечение для моделирования электромагнитных полей, используемое для проектирования и исследования двумерных и трехмерных моделей, типа двигателей, датчиков, трансформаторов и других электрических и электромеханических устройств различного применения. Maxwell базируется на методе конечных элементов (Finite Element Method - FEM) и точно рассчитывает статические, гармонические электромагнитные и электрические поля, а также переходные процессы в полевых задачах.

Известно, что АД в момент пуска имеют две проблемы: меньший, чем номинальный, пусковой момент и большой пусковой ток, который может превышать номинальное значение тока в 5–8 раз. Также известно, что увеличение активного сопротивления обмотки ротора в момент пуска позволяет улучшить пусковые характеристики. Если не учитывать эти особенности и не вносить особые решения в конструкцию ротора (глубокий паз для реализации скин-эффекта), то плохие пусковые характеристики могут значительно усложнить возможность использования АД в электроприводах.

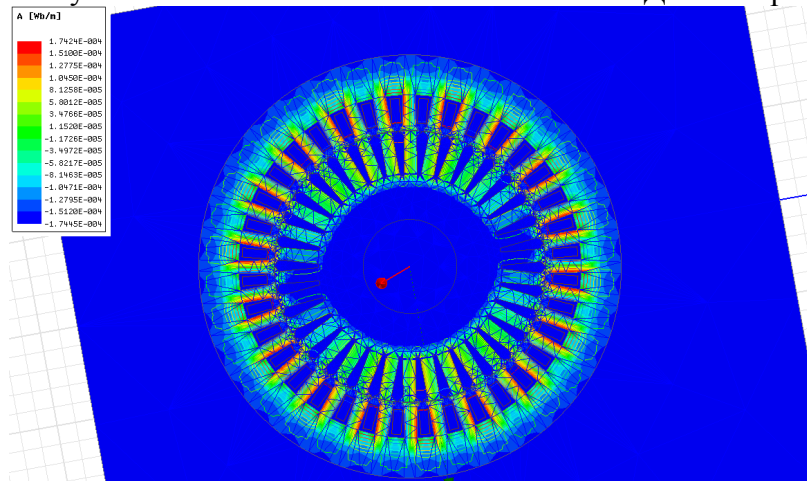


Рис.1. Распределение силовых линий и магнитного потока в АД с алюминиевой обмоткой ротора

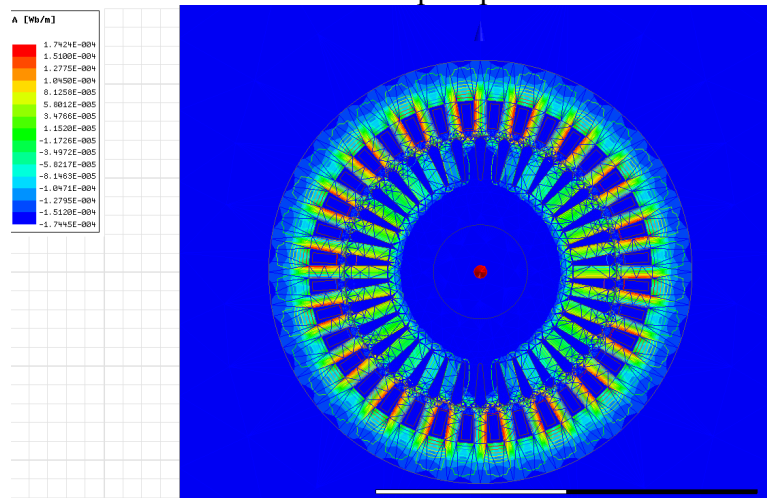


Рис.2. Распределение силовых линий и магнитного потока в АД с медной обмоткой ротора

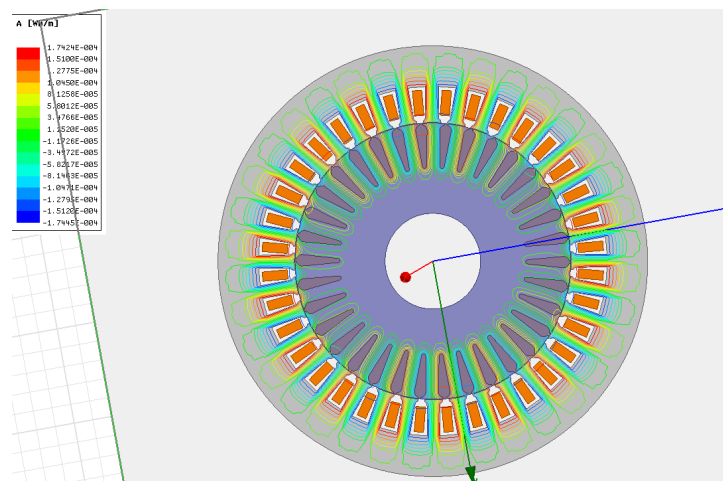


Рис.3. Распределение силовых линий в АД с алюминиевой обмоткой ротора

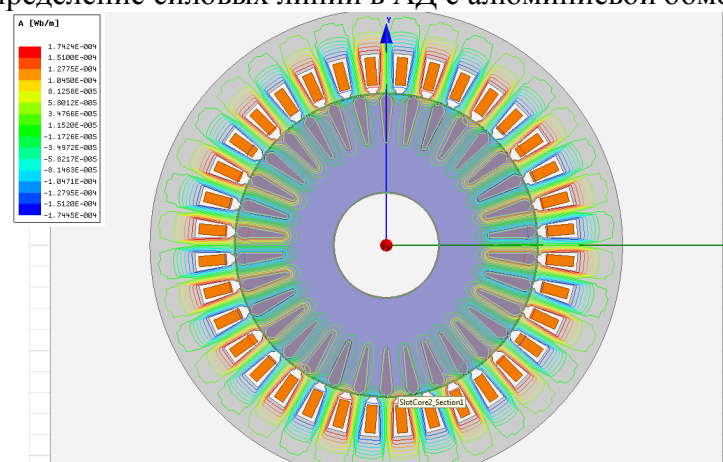


Рис.4. Распределение силовых линий в АД с медной обмоткой ротора

Заключение: При использовании материала с меньшим активным сопротивлением в обмотке ротора позволяет выполнить его более компактным: уменьшить длину сердечника статора и ротора в АД открытого исполнения на 7,2%, закрытого - на 20% при увеличении КПД на 1,0–3,0%. Сокращение длины машины позволяет уменьшить расход меди, электротехнической стали и изоляционных материалов, сократить трудоемкость изготовления. Уменьшенный пусковой момент номинальный момент уменьшается в 1.5-2 раза, максимальный момент, а, следовательно, и перегрузочная способность машины, увеличиваются. Уменьшение пускового момента исправляется увеличением длины паза либо аппаратными средствами частотного преобразователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. П. Копылов и др. М: Проектирование электрических машин./Энергия, 1980–496с.
2. Гурин Я. С., Кузнецов Б. И., Проектирование серий электрических машин, -М: Энергия, 1978 – 480 с.
3. Брускин Д. Э. и др.: Справочник по электрическим машинам: в 2 т / под общей редакцией И. П. Копылов и др. –М: Энергоатомиздат, 1988 – 456 с. : ил. Том, Электрические машины, Ч. 1, -М: Высш. шк., 1987 – 319 с.
4. Шевченко В.В., Горюшкин Н.И., Лизан И.Я. Сравнение характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при замене материала обмотки ротора и предложение по их улучшению // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2014. №12 (131).