



УДК 621.313.33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ ANSOFT MAXWELL НА ЭТАПЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 3D МОДЕЛИ АКСИАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

USING THE ANSOFT MAXWELL ENVIRONMENT IN THE EXPLORATION PHASE, THE 3D MODEL OF THE AXIAL ELECTRIC MOTOR

Автайкин Илья Николаевич

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
glubokovodnik@yandex.ru

Квон Алексей Михайлович

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
alexinasofi@yandex.ru

Аннотация. В работе рассматриваются возможности среды Ansoft Maxwell на этапе исследования разработанной математической модели аксиального асинхронного электродвигателя с массивным ротором. Модель создана для 3D магнитостатики.

Ключевые слова: математическое моделирование; аксиальный асинхронный электродвигатель; среда Ansoft Maxwell; исследование в 3D магнитостатике.

Avtaykin Ilya Nikolaevich

Ph.D. (Tech.), Associate Professor,
Department of electrical engineering
and electrical machines,
Kuban state technological University
glubokovodnik@yandex.ru

Kvon Aleksei Mikhailovich

Ph.D. (Tech.), Associate Professor,
Department of electrical engineering
and electrical machines,
Kuban state technological University,
alexinasofi@yandex.ru

Annotation. The paper considers the possibilities of Ansoft Maxwell environment at the stage of research of the developed mathematical model of the axial asynchronous motor with a massive rotor. The model is designed for 3D magnetostatics.

Keywords: mathematical modelling; the axial induction motor; Ansoft Maxwell environment; research in 3D magnetostatics.

А синхронные электрические машины широко применяются в нефтегазовой отрасли. Они входят в состав электропривода буров, центробежных насосов, станков-качалок, лебедок. Условия работы электродвигателей в этих установках тяжелые. Это связано режимом работы, который является либо длительным, либо сопровождается частыми пусками и остановками. Высокая влажность, а часто и работа в жидкой высокотемпературной среде (насосы) приводит к резкому сокращению срока службы. Для создания надежных и эффективных конструкций электрических машин необходимо проводить математическое моделирование и исследование, совершенствовать существующие конструкции и разрабатывать новые.

Аксиальные машины обладают рядом преимуществ по сравнению с классическими асинхронными. В работе [1] рассмотрена методика формирования модели аксиального электродвигателя в среде Ansoft Maxwell для трехмерной магнитостатики. В первую очередь – это уменьшенные торцевые габариты, меньшая стоимость за счет экономии стали, улучшенные условия охлаждения. В [2] определены рациональные параметры аксиальной электрической машины.

На этапе исследования созданной в [1] математической 3D модели на примере аксиального асинхронного электродвигателя с массивным ротором в среде **Ansoft Maxwell** необходимо осуществить генерацию сетки конечных элементов, которая состоит из следующих шагов:

1. **Ansoft Maxwell** генерирует начальную сеть, которая включает установки аппроксимации.
2. Если требуется уплотнение сетки разбиения, **Ansoft Maxwell** выполняет это, используя рассчитанные в материале параметры.
3. Задается режим разбиения, и степень уплотнения сетки.
4. Используя полученную сетку разбиения, **Ansoft Maxwell** вычисляет методом конечных элементов электромагнитные поля, которые существуют внутри структуры. Тетраэдры в этом режиме имеют меньшие размеры (рис. 1).
5. **Ansoft Maxwell** генерирует другое решение, используя уплотненную сетку.
6. **Ansoft Maxwell** повторно вычисляет ошибку, и итеративный процесс (решение – анализ ошибок – адаптивное усовершенствование) повторяется, пока критерии сходимости не удовлетворены или не выполнено максимальное число адаптивных проходов.

Чтобы добавить установку на решение проекта необходимо определить тип анализа, настройки анализа и настройки сходимости.

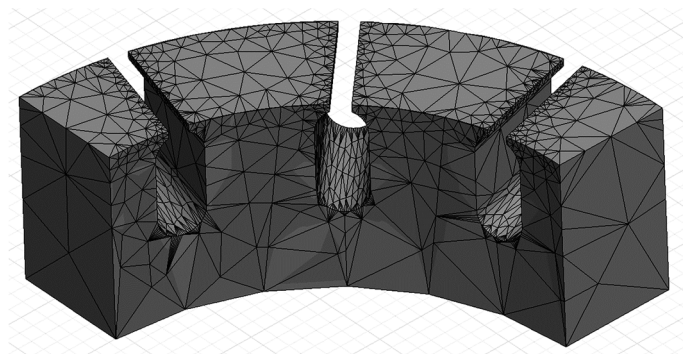


Рисунок 1

После того как анализ закончен доступны следующие результаты вычислений:

- матрица индуктивностей катушек фаз;
- осевая сила притяжения ротора к статору;
- электромагнитный момент относительно оси Z.

Ansoft Maxwell предлагает пользователю широкий набор инструментов визуализации результатов расчета магнитного поля. Так, например, распределение магнитной индукции на поверхности и в сечениях аксиального асинхронного электродвигателя с массивным ротором можно отразить с помощью контурных зон (рис. 2), а распределение магнитного потока в виде силовых линий (рис. 3).

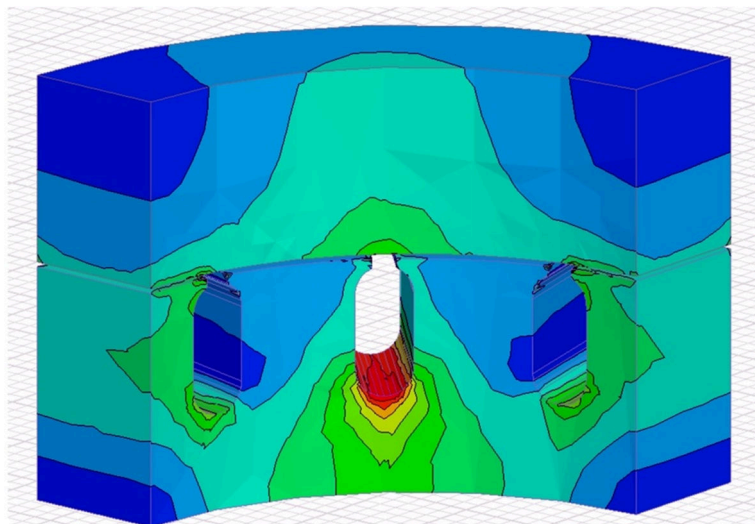


Рисунок 2

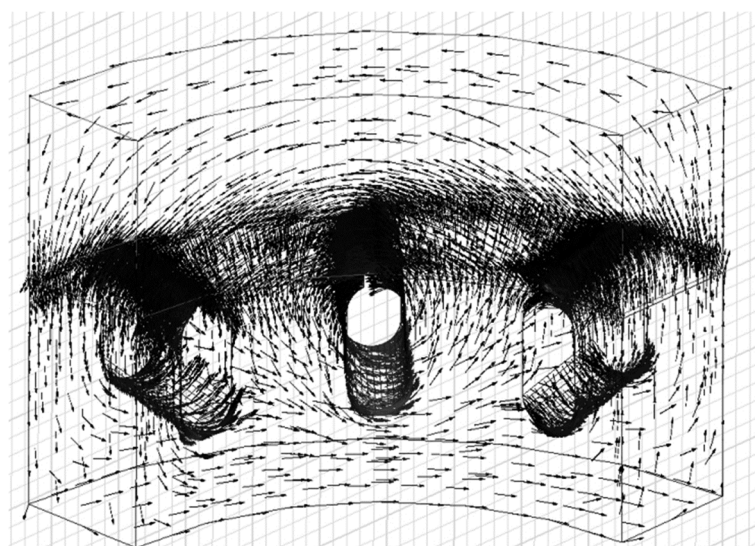


Рисунок 3



Численную информацию о величине рассматриваемого параметра в точке, или вдоль какой либо линии можно получить в виде графика зависимости (рис. 4). В данном случае приведена зависимость распределения магнитной индукции вдоль окружности статора.

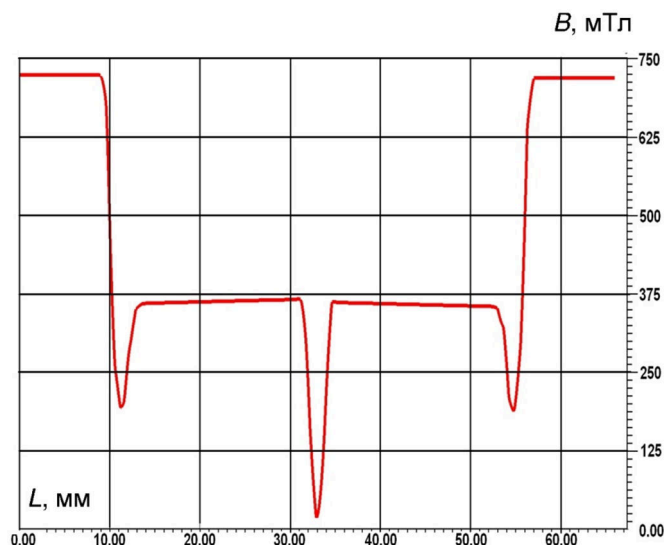


Рисунок 4

Для представленной конструкции аксиального асинхронного электродвигателя с массивным ротором, используя встроенный в **Ansoft Maxwell** калькулятор, возможно вычисление магнитного потока через любое сечение сформированной математической модели, магнитодвижущей силы катушки, электрических потерь в обмотках и других характеристик.

Таким образом, пакет моделирования **Ansoft Maxwell** позволяет эффективно его использовать для математического моделирования и проведения численных экспериментов электрических машин и электромагнитных устройств.

Литература:

1. Автайкин И.Н., Квон А.М., Барчо Р.А. Методика формирования модели аксиального электродвигателя в среде Ansoft Maxwell для трехмерной магнитостатики // Технические и технологические системы. Материалы восьмой международной научной конференции «ТТС-16» (24–26 ноября 2016 года) / ФГБОУ ВО «КубГТУ», КВВАУЛ им. А.К. Серова; под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 300 с. – С. 27–31.
2. Автайкин И.Н., Квон А.М., Косолапов А.В. Определение рациональных параметров аксиальной электрической машины для электроприводов установок перерабатывающей промышленности // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – Краснодар : изд-во «Кубанский государственный технологический университет». – 2017. – № 1 (355). – С. 67–70.

References:

1. Avtaykin I.N., Kwon A.M., Barcho R.A. Metodika of formation of model of the axial electric motor in the environment of Ansoft Maxwell for three-dimensional magnetostatics // Technical and technological systems. Materials of the eighth international scientific TTS-16 conference (on November 24–26, 2016) / FGBOU VO «KubGTU», KVVAUL of A.K. Serov; under the general editorial B.H. Gaytova. – Krasnodar : Publishing house – South, 2016. – 300 p. – P. 27–31.
2. Avtaykin I.N., Kwon A.M., Kosolapov A.V. Determination of rational parameters of the axial electrical machine for electric drives of installations of processing industry // News of higher educational institutions. Food technology. – Krasnodar : publishing house «The Kuban state technological university». – 2017. – № 1 (355). – P. 67–70.