

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И ИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Кужко Денис Алексеевич

магистрант, Донской государственный технический университет» в г. Шахты, РФ, г. Шахты

Соломыкин Павел Владимирович

магистрант, Донской государственный технический университет» в г. Шахты, РФ, г. Шахты

Шлемин Данил Михайлович

магистрант, Донской государственный технический университет» в г. Шахты, РФ, г. Шахты

Сашко Антон Александрович

магистрант, Донской государственный технический университет» в г. Шахты, РФ, г. Шахты

Среди возможных типов электрического оборудования генераторы и электродвигатели играют очень важную роль и широко применяются в автомобильной промышленности, энергетике и многих других областях науки и техники. Построение модели генератора или электродвигателя, особенно трехмерного, это комплексная задача, в рамках которой задействуется широкий спектр инструментов, как специализированных, так и универсальных. Расчеты практических конфигураций с рабочими параметрами во временной области потребует значительных затрат вычислительных ресурсов, как оперативной памяти, так и процессорного времени. При этом для их сходимости и положения разумной точности потребуются определенные настройки на всех этапах создания модели, от геометрии до настроек солвера [1].

Важный элемент электрической машины – это обмотки. Для таких многовитковых скрученных конфигураций явная прорисовка разбиения наконечника элемента – чрезмерно сложная и часто нереализуемая при разумных усилиях задача. Если при этом толщина скин-слоя больше диаметра витка и каждый виток можно считать изолированным, то можно перейти к приближениям однородной гомогенизированной токонесущей среды. При этом рассматривается упрощенная, общая огибающая пучка проводов или витков, а распределение тока в каждом витке явно не рассчитывается.

Эффективное численное моделирование и проектирование вращающихся электрических механизмов позволяет при минимальных затратах анализировать и оптимизировать их рабочие характеристики и режимы работы, среди которых данные о токах, напряжении, мощности на обмотках, характеристики по силам и крутящему моменту, а также информация о локальных и интегральных потерях, в том числе в магнитных элементах [2].

Пакет моделирования прост для ознакомления и эффективен в использовании за счет единого интерфейса, интеграции всех процессов построения модели в единой удобной среде. Каждый раз, вне зависимости от сложности задач и области моделирования, будете использовать одни и те же функции, настройки и элементы для задания параметров, отрисовки геометрии, описания физики задачи, генерации конечной элементной сетки, запуска, модификация и следование кэша для обработки и отображения результатов.

Единая оболочка пакета моделирования содержит ряд удобных и интуитивно понятных

элементов. Все шаги моделирования доступны в окне проектирования в дереве модели. Рядом в окне настроек задаются все параметры и частные настройки. Геометрия сетки, полученные результаты визуализируются в графическом окне [3].

В результате проведения анализа состояния проблемы выполнено исследование и моделирование основных параметров силовых электрических машин в динамике на базе генератора переменного тока и электродвигателя на постоянных магнитах в рамках программы энергосбережение и энергоэффективность.

Показано, что при ее создании геометрии модели сразу учитываем, что итоговая цель – это получение геометрии, подходящей для дальнейшего наложения условий и получения нужных данных. Под «подходящей» подразумевается геометрия, в которой явно выделены подвижные и неподвижные части именно в контексте расчетной модели в среде моделирования. Осознанно не используем здесь термины «ротор» и «статор», так как помимо них в конструкции определенно есть воздушный зазор и окружающее устройство – воздушный домен.

Кроме того, можно и нужно использовать симметрию в их продольном направлении. Отметим еще несколько общих моментов. Обмотки следует отрисовывать в виде общего домена, который занимает пучок проводов, под дальнейшее задание специального условия на уровне физического интерфейса.

Установлено, что к модулю AC/DC идет специальная библиотека материалов, в которой найдете стандартные проводники, мягкое железо, данные по постоянным магнитам основных марок, а также кривые намагничивания для многих ферритовых материалов. Все эти данные удобно либо сразу использовать в расчете, либо адаптировать под какие-то свои нестандартные материалы.

Очень часто в электротехнических приборах используются так называемые шихтованные материалы, которые сложно описать в явном виде. При этом реализуется следующая логика. Используются данные по зависимости B от H , а потери оцениваются на основе эмпирических соотношений, учитывающих вклад магнитного гистерезиса, вихревых токов и тому подобное.

В работе представлена выполнен расчет динамики устройства и получены данные о напряжении на катушках и потере в системе в тестовом режиме при вращении с частотой 60 оборотов в минуту.

Выполнено описание всех параметров постоянного магнита, в котором будем учитываться конечная ненулевая проводимость с добавлением узла закона Ампера.

Отдельно выполнен расчет интеграла с выбором всех интересующих нас элементов и переменных для потерь. Этот параметр необходимо умножить на два и на число секторов и только после оценивать. Только, конечно, не для первого исследования, а для третьего. Получили чуть меньше 300 Вт.

Выполнен расчет электродвигателя на постоянных магнитах с использованием его модели. На обмотках задавался ток с частотой 450 Гц и синхронное вращение с частотой 300 оборотов в минуту, а на выходе выполнялась оценка динамики, потерь и крутящего момента.

В рамках модели оценивались усредненные интегральные потери в магните и катушках индуктивности.

Показано, что определенные электрические машины можно моделировать и в двумерной постановке. В этом случае рассчитывается динамика в сечении устройства. Это приближение, так как предполагается фактически бесконечная толщина в третьем измерении, однако во многих практических случаях такой подход вполне рабочий и достаточно точный.

Список литературы:

1. Мугалимов, Р. Г. Технология модернизации традиционных асинхронных двигателей на энергосберегающие асинхронные двигатели с индивидуальной компенсацией реактивной мощности / Р. Г. Мугалимов, А. Р. Мугалимова, М. Р. Мугалимова // Труды VIII международной (XIX Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014 : в 2-х томах, Са-ранск, 07–09 октября 2014 года / Ответственный за выпуск И. В. Гуляев. Том 1. — Саранск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мордовский гос-ударственный университет им. Н.П. Огарёва", 2014. — С. 211-216.
2. Rejabov, Z. Equations of magnetic force of a phase rotor induction motor / Z. Rejabov, A. Gulomov, E. Abdurashidov // Современные научные исследования и инновации. — 2022. — No. 1(129).
3. Особенности схем управления многоскоростными двигателями на основе бесконтактных силовых элементов [Асинхронные двигатели] // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. — 2007. — № 2. — С. 414.