

17. Niles I., Pease A. Towards a Standard Upper Ontology // In proceeding of the 2nd International Conference on Formal Ontology and Information Systems (FOIS-2001). October, 17–19, 2001. 8 pp.
18. Евгеньев Г.Б., Кузьмин Б.В., Кокорев А.А. Разработка интеллектуальных САПР технологических процессов // Научная сессия МИФИ–2004. Сборник научных трудов. 2004. – Т. 3. – С. 43–44.
19. Information Integration for Concurrent Engineering (IICE). IDEF5 Method Report. Texas: Knowledge Based Systems Inc., 1994, September 21. 175 p.
20. Кобозева И.М., Марушкина А.С. Онтология силовых процессов // Сборник трудов международной конференции Диалог. 2010. – Вып. 9. – С. 192–199.

М.Л. АНДРЕЕВ, А.Н. ИСАКОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТЕРМОМАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ

Рассматривается выбор среды моделирования для решения задачи взаимосвязанных физических процессов с распределенными параметрами. Рассмотрен один из наиболее предпочтительных программных продуктов для поставленной задачи. Приведен иллюстрированный пример расчёта.

Исследование процессов, протекающих в термомагнитоэлектрическом преобразователе (ТМЭП), сопряжено со сложностью определения взаимодействия полей различной природы.

Необходимость расчетного моделирования физических процессов с распределенными параметрами в ТМЭП вызвана:

- сложностью физических процессов, происходящих в ТМЭП, которые имеют различную природу (тепловые и электромагнитные процессы);
- недостаточной теоретической изученностью обменных энергетических процессов, происходящих в ТМЭП;
- отсутствием данных по динамическим процессам, происходящим в тепловой и электромагнитной части преобразователя и их влиянием друг на друга;
- оптимизацией конструкции ТМЭП с целью увеличения эффективности преобразования.

Расчетное моделирование позволит выделить основные факторы, влияющие на эффективность работы ТМЭП и разработать наиболее эффективную и работоспособную конструкцию ТМЭП.

Для создания модели взаимосвязанных физических процессов с распределенными параметрами может быть использован один из известных современных пакетов моделирования (сред разработки), таких как: ANSYS, COMSOL Multiphysics, Maxwell и др. Все эти программные продукты позволяют решать взаимосвязанные задачи с распределенными параметрами методом конечных элементов (МКЭ). Этот метод широко используется для решения задач механики деформируемого твёрдого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики.

Основными факторами в выборе программного продукта являются:

- необходимый и достаточный функционал – возможность решать взаимосвязанные задачи с определенным набором распределенных параметров модели, а также возможность внесения изменений в алгоритм расчёта с учётом специфических физических эффектов;
- наличие библиотек материалов с необходимыми параметрами и характеристиками, а также возможность вносить свои экспериментальные и расчётные характеристики в свойства материалов, создание своих библиотек материалов;
- простота использования – интуитивно понятный интерфейс, гибкость настройки.

Наиболее удобным продуктом для решения поставленных задач является среда разработки COMSOL Multiphysics.



Рис. 1. Алгоритм моделирования в среде COMSOL Multiphysics

COMSOL Multiphysics – это мощная интерактивная среда для моделирования и расчетов большинства научных и инженерных задач, основанных на дифференциальных уравнениях в частных производных (PDE) используя МКЭ. С этим программным пакетом можно расширять стандартные модели, использующие одно дифференциальное уравнение (прикладной режим) в мультифизические модели для расчета связанных между собой физических явлений. Расчет не требует глубокого знания математической физики и МКЭ. Это возможно благодаря встроенным физическим режимам, где коэффициенты PDE задаются в виде понятных физических свойств и условий, таких как: теплопроводность, теплоемкость, коэффициент теплоотдачи, объемная мощность и т.п. в зависимости от выбранного физического раздела. Преобразование этих параметров в коэффициенты математических уравнений происходит автоматически. Взаимодействие с программой возможно стандартным способом – через графический интерфейс пользователя (GUI), либо программированием с помощью скриптов на языке COMSOL Script или языке MATLAB.

Алгоритм моделирования в среде COMSOL Multiphysics представлен на рисунке 1.

COMSOL Multiphysics также дает возможность решить задачу как в математической постановке (в виде системы уравнений), так и в физической (выбор физической модели, например модели процесса диффузии). И в том и в другом случае будет решаться система уравнений, и различие заключается лишь в возможности использовать физические системы единиц и физическую терминологию. В физическом режиме работы также можно использовать заранее определенные уравнения для большинства явлений, имеющих место в науке и технике, таких как перенос тепла и электричества, теория упругости, диффузия, распространение волн и поток жидкости.

Для обеспечения более тесной интеграции COMSOL Multiphysics с системами проектирования от сторонних производителей, в версии 4.0 реализована поддержка файлов формата Parasolid и добавлен новый интерфейс для двухстороннего взаимодействия с продуктом Autodesk Inventor. Благодаря этому интерфейсу любые изменения, сделанные в процессе работы в программах COMSOL или Autodesk Inventor, будут автоматически приняты в обоих приложениях.

Специалистам предлагаются усовершенствованные инструменты для последующей обработки, визуализации моделей и обмена результатами анализа. Набор дополнительных модулей (AC/DC Module, Chemical Engineering Module, Earth Science Module, Heat Transfer Module и др.) обеспечивает ускоренное решение специфических задач.

Наибольший интерес для физической модели ТМЭП представляют собой два модуля – Heat Transfer Module и AC/DC Module.

Heat Transfer Module – модуль, рассматривающий теплоперенос при помощи теплопроводности, конвекции и излучения.

Возможен расчет излучения между поверхностями, неизотермического теплового потока, теплообмена в тонкослойных и оболочечных конструкциях, теплопереноса в биотканях.

AC/DC Module – модуль для расчёта электромагнитных эффектов, включая электростатику, магнитостатику, электромагнитную квази-статику.

Результатом моделирования взаимосвязанных физических процессов с распределенными параметрами в устройстве ТМЭП служат как картины теплового и магнитного поля во всем объеме ТМЭП, так и двумерные графики необходимых функций любой из частей объекта.

Примером распределения картины терромагнитного поля может служить рисунок 2, на котором изображено распределение магнитного потока в объ-

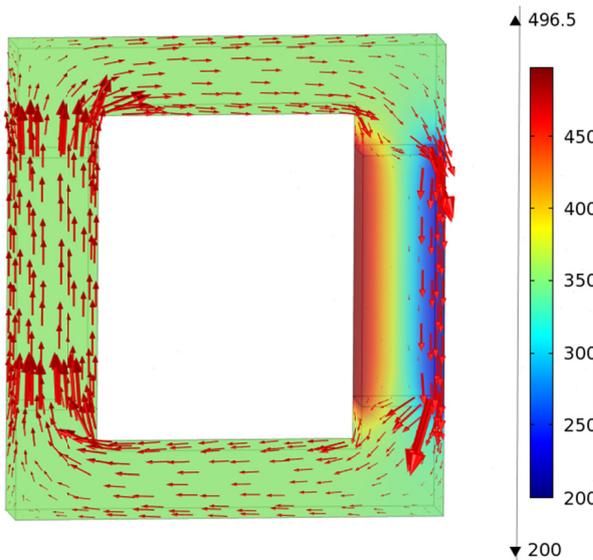


Рис. 2. Картина распределения магнитного и теплового поля в ТМЭП при нелинейной зависимости магнитной проницаемости активного элемента

ёме устройства ТМЭП в зависимости от температурных нагрузок активного элемента на его гранях при нелинейной зависимости магнитной проницаемости от температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров В.И. Приложение ЭВМ для решения задач теплопроводности: учебное пособие/ В.И. Егоров. – СПб.: СПб ГУИТМО, 2006. – 77 с.

А.С. ВЕРТЕШЕВ, В.П. ЗИБРОВ

РАЗВИТИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РЕГИОНЕ

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с развитием распределенной энергетики в регионе, выделены основные факторы способствующие развитию и использованию распределенной энергетики, приведен конкретный пример использования автономной системы энергоснабжения, обозначены факторы препятствующие развитию малой энергетики в регионе.

Распределенная энергетика - это сегмент энергетического хозяйства, включающий в себя малые генерирующие установки и малые генерирующие комплексы, в том числе не подключенные к централизованным электросетям, функционирующие на основе традиционных видов топлива и на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). К направлениям развития распределенной или малой энергетики можно отнести: энергию воды, энергию ветра, энергию биомассы, солнечную энергию, геотермальную энергию и другие автономные энергетические установки малой и средней мощности.

В настоящее время уже свыше 70 стран мира имеют свои национальные программы развития распределенной энергетики и прочное законодательное обеспечение этого направления. В России до сих пор такая программа и законодательное обеспечение отсутствуют.

К наиболее серьезным недостаткам централизованной энергетики относятся: 1) значительные потери энергии при доставке ее от производителей конечным потребителям; 2) длительные сроки и огромные затраты финансовых средств при строительстве новых объектов централизованной энергетики; 3) завышенные тарифы на электроэнергию. В начале XXI века в энергосистемах ряда стран мира (США, Великобритания, Канада, Дания, Швеция, Италия, Австралия) произошли крупномасштабные аварии, повлекших за собой прекращение энергоснабжения мегаполисов, а также крупных промышленных объектов. Основной причиной таких аварий, как известно, стали недостатки системного уровня традиционных централизованных систем энергоснабжения. С определенной периодичностью происходят различные природные катаклизмы, которые выводят из строя отдельные элементы традиционных систем энергоснабжения (высоковольтные линии электропередачи, трансформаторные подстанции и пр.), что приводит к нарушению их устойчивой работы. Традиционные системы энергоснабжения являются объектами повышенной опасности по причине их слабой защищенности перед угрозой террористических актов. Все перечисленное свидетельствует о недостаточной надежности систем централизованного энергоснабжения

Распределенные электростанции могут использоваться таких сферах как: промышленность, нефте- и газопроводы, телекоммуникации, сельское хозяйство, заправочные станции, сфера обслуживания, жилищно-коммунальное хозяйство, спортивно-оздоровительные центры [1].

На рис. 1 приведены основные факторы, способствующие развитию и использованию распределенной энергетики в регионе.

Основными достоинствами распределенных источников энергии являются следующие:

а) высокая технологическая и экономическая эффективность КПД свыше 90% в режимах когенерации и тригенерации. Себестоимость вырабатываемой электроэнергии и