

УДК 621.316.99

МЕТОДЫ РАСЧЁТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Валенто А.Е.

Научный руководитель – ассистент Бычков М.М.

В практике научных и технических расчетов встречаются задачи, требующие в качестве решения получения поля распределения в двух или трехмерном пространстве той или иной величины. Простейшим примером может служить расчет поля температур в футеровке печи. При решении данной задачи инженерными методами моделируемая область сводится простейшему объекту – участку бесконечной в двух направлениях среды со стабильными свойствами. В двумерной постановке у данной поверхности появляются края со своими граничными условиями, что заставляет перейти к двумерности в постановке задачи, и, наконец, такой сложный объект как, например, футеровка дуговой сталеплавильной печи может быть обчислен сразу, без разбиения на несколько простых объектов, только в трехмерной постановке.

Примерами задач, требующих полевого решения являются также расчет сложных гидродинамических и газодинамических явлений при обтекании воздухом крыла самолета или исследование работы лопаток турбины и гребного винта судна. Важными задачами являются расчет поля температур в работающем электрическом аппарате или электрическом двигателе, исследование индукционного нагрева деталей сложной поверхности, расчет параметров проводников коротких сетей дуговых печей, исследование, наконец, явлений, происходящих при ядерных взрывах.

Среди существующего многообразия программных продуктов предназначенных для решения полевых задач можно выделить три универсальных пакета такого рода. Во-первых, это ANSYS – один из первых пакетов конечно-элементного анализа, во-вторых, Femlab – интегрируемый в Matlab новейший пакет для решения полевых задач, и, в-третьих, Elcut – практически единственный отечественный пакет, пригодный для моделирования электротехнологических установок. Все три пакета являются универсальными (предназначены для решения различных типов полевых задач), позволяют решать линейные и нелинейные задачи, и обладают примерно одинаковой точностью и возможностями.

Среди рассматриваемых программ Elcut на первый взгляд обладает ограниченными возможностями по сравнению с другими программами. Однако некоторые ограничения достаточно легко преодолеваются. Например, Elcut не позволяет моделировать трехмерные объекты, однако существует множество объектов являющихся с точки зрения геометрии телами вращения, а осесимметричные задачи с помощью Elcut решаются и дают те же результаты, что и в трехмерной постановке. Наиболее серьезным же недостатком Elcut является то, что в этой программе на сегодняшний день отсутствует возможность одновременного решения полевых задач (например, электромагнитной и тепловой). Это не позволяет автоматически учитывать изменение свойств материалов в процессе расчета. К примеру, нельзя учесть изменение магнитной проницаемости металла при изменении его температуры. Данный недостаток можно частично преодолеть, разбив временной отрезок, на котором производится тепловой расчет, на несколько отдельных участков. На каждом из таких участков необходимо предварительно решать электромагнитную задачу с новыми значениями свойств материалов. Преимуществом же Elcut безусловно является наличие русскоязычной версии, документации на русском языке, большое количество примеров, поставляемых с программой, а также развитые возможности по обработке результатов расчета (расчет индуктивностей, емкостей, усилий и т.п.).

Пакет ANSYS обладает наибольшим числом достоинств. Это единственный пакет среди перечисленных, позволяющий моделировать переход материала из твердого состояния в жидкое и наоборот (фазовый переход). Однако сложность интерфейса программы, большое число параметров ее настройки и почти полное отсутствие учебников по программе на

русском языке затрудняют ее использование. Пакет Femlab соединяет в себе достоинства двух других пакетов. Он обладает простым и понятным интерфейсом, как Elcut, и имеет практически те же расчетные возможности, что и ANSYS. Кроме этого Femlab является инструментом (toolbox) пакета Matlab и работает под его управлением. Это означает, что все возможности программирования, доступные в Matlab, могут быть использованы и в Femlab (например, при обработке результатов расчета). Еще одним огромным достоинством Femlab является возможность экспорта конечно-элементной модели в Simulink (инструмент моделирования динамических систем, встроенный в Matlab). Это позволяет моделировать не только простейшие внешние электрические цепи, но и работу установки совместно с преобразователями электрической энергии, системами управления, исследовать частотные характеристики и устойчивость электротехнологической установки и т.п.

Литература

Молниеотвод с упреждающей стримерной эмиссией [Электронный ресурс] / Сайт содержит информацию о различном электрооборудовании. – Режим доступа: <http://www.electrika.by/component/content/article/54/111>, свободный. – Загл. с экрана.