

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ СРЕДСТВ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ

ОКПАЛА ХЕНРИ АФАМ, АЛИ ХАМЗА АБДУЛЬКАБЕР АБДУЛЬКАДЕР

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
kafzi@bsuir.by*

Предложена методика расчета тепловых полей средств тепловой защиты. Показана возможность ее реализации с использованием программы Elcut.

Ключевые слова: средство тепловой защиты, геометрическая модель, граничные условия.

Защита информации от утечки по тепловому каналу может быть обеспечена за счет использования средств тепловой защиты (СТЗ), которые обеспечивают снижение теплового контраста между защищаемым объектом и фоном, на котором он размещается. Для практической реализации СТЗ необходимо выполнить выбор и обоснование материалов, которые будут определять теплофизические свойства таких конструкций, их технологичность и стоимость. В качестве основы для создания таких конструкций могут использоваться металлы и их сплавы как способные относительно быстро нагреваться и охлаждаться [1], полимерные материалы, характеризующиеся невысоким значением массы [2], и волокнистые материалы (целлюлоза и синтетические волокна) с развитой капиллярно-пористой структурой [3].

Решение такой задачи разработки базовых модулей СТЗ может быть реализовано за счет использования численных методов моделирования [4] реализуемых рядом программ. Широко используемым является метод конечных элементов [5], характеризующийся вычислительной гибкостью при моделировании взаимодействия электромагнитных полей со сложными объектами. В качестве программной среды, реализующей данный метод, представляется целесообразным применение программы Elcut, которая позволяет выполнить расчет теплового поля с учетом следующих неопределенностей:

- зависимость теплопроводности от температуры;
- определения источника поля, тепловая мощность которого зависит от температуры;
- нелинейности процесса радиационного теплообмена.

Основным преимуществом программы Elcut является высокая скорость решения задачи при обеспечении практически линейной зависимости времени решения от размерности задачи, что позволяет в значительной степени сократить временные затраты на проведения расчетов. Для других аналогичных программ время расчета увеличивается квадратично при росте количества узлов сетки [6].

Основные этапы методики расчета теплового поля СТЗ представлены на рис. 1. На первом этапе выполняется построение геометрической модели СТЗ с учетом ее линейных размеров. Такая модель представляет собой набор геометрических объектов с заданными связями между ее элементами набора и свойствами материалов, источниками поля, граничными условиями. Свойства используемых материалов, параметры источника поля и граничные условия, а также шаг ее дискретизации задаются на этапе описания модели. После чего выполняется построение сетки конечных элементов.



Рис. 1. Методика расчета теплового поля средств тепловой защиты

Точность расчета теплового поля зависит от шага дискретизации геометрической модели, которым определяется количество конечных элементов. На третьем этапе выполняется расчет теплового поля. Расчет теплового поля выполняется при условии стабильных значений температур.

В программе Elcut результаты расчеты могут быть представлены несколькими способами. Например, в виде:

- картины поля (отображения температуры по площади геометрической модели, отображение изотерм, направления векторов теплового потока);
- локальными значениями (отображение параметров поля в локальной точке модели);
- интегральными значениями (отображение параметров поля для анализируемой области);
- построения графических зависимостей параметров поля по контуру (прямая или ломаная линия, состоящая из отрезков прямых и дуг окружностей);
- построения таблиц параметров поля.

Список литературы

1. *Зиновьев В.Е.* Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. М. : Металлургия, 1989.
2. *Михайлин Ю.А.* Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. СПб. : Профессия, 2006.
3. *Лыков А.В.* Явления переноса в капиллярно-пористых телах. М. : Государственное издательство технико-теоритической литературы, 1954.
4. *Самарский А.Н.* Введение в численные методы. М. : Наука, 1982.
5. *Румянцев А.В.* Метод конечных элементов в задачах теплопроводности. Калининград. : КГУ, 1997.
6. *Дубицкий С.* ELCUT – инженерная система моделирования двумерных физических полей // CADmaster. – 2001. – № 1. – С. 17–21.