

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ГАЗОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Солдатов А.В.,

Научный руководитель Левицкий А.А.

Сибирский федеральный университет

Институт инженерной физики и радиоэлектроники

Рассмотрены часто возникающие проблемы и ошибки при расчете тепловых режимов электронных устройств, включающем анализ газогидродинамических процессов. Представлены рекомендации по устранению ошибок и улучшению качества расчета тепловых режимов, с использованием газогидродинамических процессов при моделировании электронной аппаратуры, в том числе и сложных систем.

В настоящее время компьютерное моделирование является неотъемлемой частью процесса разработки технических объектов. Это касается не только создания геометрических моделей конструкций, но и исследования протекающих в них физических процессов. Компьютерная симуляция таких процессов внедрилась практически во все сферы инженерной деятельности. Следствием этого является снижение объема стендовых испытаний, используемых для проверки разрабатываемых изделий, а так же возможность анализа изделий на ранних стадиях проектирования.

Одной из задач, возникающих при создании радиоэлектронных устройств, является обеспечение заданных тепловых режимов, связанных, как правило, с устранением их недопустимого перегрева. До недавнего времени тепловые расчеты электронной аппаратуры выполнялись в основном на основе упрощенных моделей, построенных с использованием электротепловых аналогий и полуэмпирических соотношений, приближенно описывающих механизмы теплопередачи. Данный подход, несмотря на некоторые достоинства, тем не менее, вытесняется моделированием тепловых процессов с использованием пакетов численного анализа.

Это объясняется рядом причин, к которым, в частности относятся возможность непосредственной передачи трехмерной геометрической модели исследуемого объекта в расчетную программу, а также возможностью детального учета газогидродинамических процессов, определяющих конвективное охлаждение.

При изучении физических процессов в конструкциях радиоэлектронной аппаратуры с помощью компьютерной симуляции возникает ряд проблем, связанных с построением геометрической модели для расчета, заданием граничных условий, выводом необходимых результатов и другими составляющими численного моделирования.

В данной статье рассмотрены типичные проблемы, встречающиеся при компьютерном расчете тепловых режимов, включая анализ газогидродинамических процессов, для проектирования радиоэлектронной аппаратуры на примере «интегрированной» системы автоматизированного проектирования (САПР) SolidWorks Flow Simulation.

Выбор в пользу данной программы объясняется тем, что SolidWorks является одним из наиболее распространенных САД-пакетов, обеспечивая возможность создания геометрических моделей конструкций электронных устройств и целых радиоэлектронных систем непосредственно в этом пакете, а также включает встроенные средства численного анализа для проверки принятых решений без выполнения конвертации геометрических моделей. В отличие от известной программы конечно-элементного анализа ANSYS, пакет SolidWorks имеет интерфейс и инструментарий в большей степени ориентированный на решение прикладных инженерных задач.

Рассмотрим основные этапы моделирования конструкции для теплового анализа с использованием расчетов газогидродинамических процессов.

На начальном этапе теплового расчета, необходимо упростить геометрическую модель для уменьшения временных затрат на создание сетки конечных элементов и непосредственно самого расчета. Следует учитывать, что построение сетки происходит гораздо быстрее и она имеет более регулярную структуру на ровных поверхностях, без каких либо выступов или отверстий, например отверстий для крепления деталей (рис. 1). В то же время, учет (или исключение) этих отверстий в модели, как правило, не оказывает заметного влияния на результаты расчета.

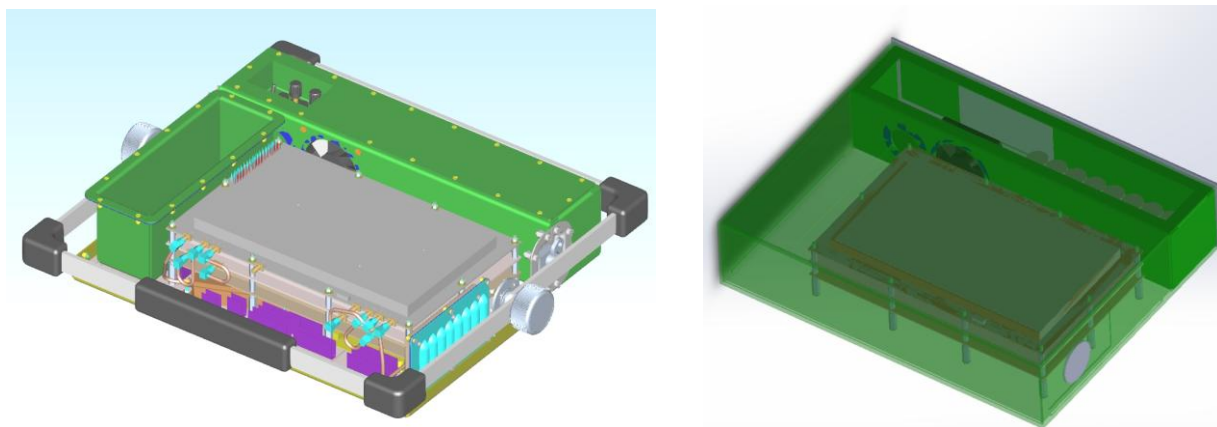


Рис.1. Создание упрощенной геометрической модели для расчета

Следующий шаг – решение задачи, к которой приводит модель. На этом этапе следует определить исходные параметры задачи – граничные условия, физические характеристики материалов. Все задачи в SolidWorks FlowSimulation делятся на внутренние и внешние (рис. 2).

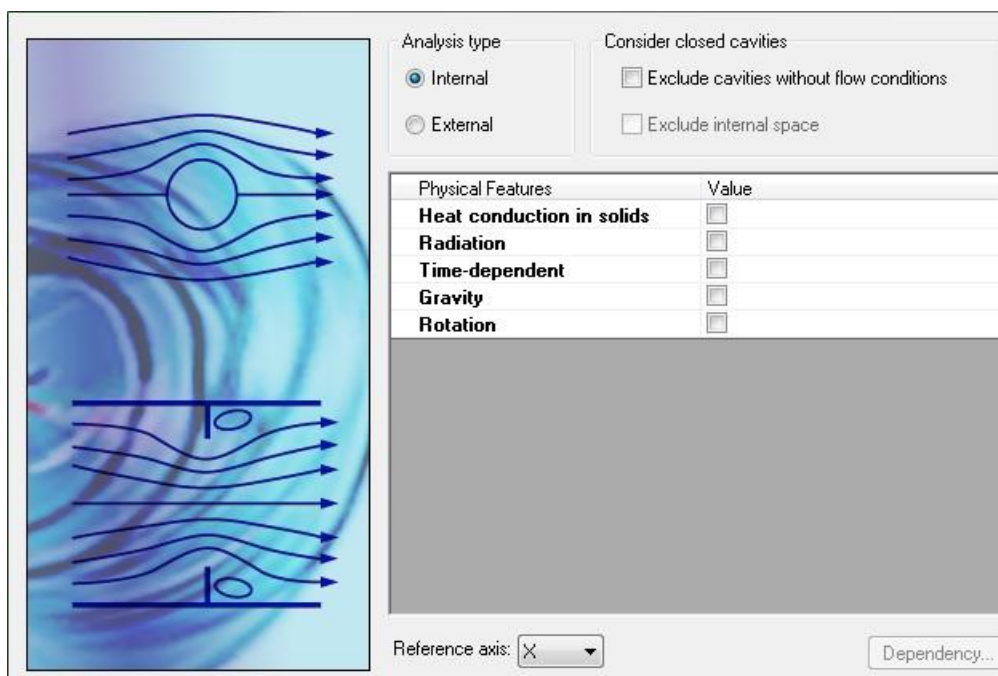


Рис. 2. Выбор типа рассчитываемой задачи

При расчете внутренней задачи, следует учитывать, что расчетная область заполняется текучей средой и ограничена стенками модели. При этом некоторые поверхности стенок могут рассматриваться как отверстия, через которые расчетная

область соединяется с внешними полостями, заполненными текучей средой. Никаких лишних отверстий не должно быть, с этим связано множество ошибок, при выполнении расчетов. Геометрическая модель должна быть полностью “герметична”, все необходимые входные и выходные отверстия задаются непосредственно пользователем. Очень часто возникают проблемы с созданием замкнутой полости, если рассматривается импортированная геометрическая модель с другой САПР, так как существующие трансляторы не всегда могут качественно перевести геометрию из одного формата в другой. Возникают мелкие щели на стыках поверхностей, которые недопустимы при внутреннем расчете. Такие щели необходимо устранять, используя проверку геометрии перед началом расчета. Так же для задачи моделирования тепловых режимов выбор граничных условий включает определение доминирующих механизмов передачи тепла в различных частях конструкции. Так, например, при расчете отдачи тепла от поверхности радиатора (теплообменника) из рассмотрения может быть как правило исключена передача тепла излучением между соседними ребрами и учитываться только конвективная отдача тепла в окружающую среду.

Что касается внешних задач, то текучая среда полностью обтекает модель и заполняет собой всю геометрическую конструкцию, если в ней существуют отверстия. С этим связан принцип аэродинамического расчета для внешних задач.

Качество численной модели также в значительной степени зависит от настроек моделирующей программы, к которым относятся настройки сетки и параметров аппроксимации решения на сетке конечных элементов, параметры решателя.

Заключаящим этапом является проверка адекватности модели, позволяющая определить, насколько согласуются результаты расчета с экспериментальными данными, а так же, при необходимости, модификация модели. В этой части происходит либо усложнение модели, для снижения погрешностей расчета или получения более детальной картины исследуемых процессов.

В ходе экспериментальных исследований можно выявить, что моделирование тепловых режимов электронных устройств на основе газогидродинамического анализа позволяет получать существенно более точные результаты по сравнению с расчетами, выполненными на основе упрощенных моделей, построенных с использованием электротепловых аналогий или полуэмпирических соотношений, приближенно описывающих механизмы теплопередачи в конструкции.

Список литературы

1. Алямовский, А. А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарев. – СПб.: БВХ-Петербург. 2008. – 1040 с.
2. Алямовский, А. А. Инженерные расчёты в Solidworks Simulation / А. А. Алямовский. – М. : ДМК-Пресс, 2010. – 235 с.