

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ВЫСОКОСТАБИЛЬНОГО ТЕРМОСТАТИРОВАННОГО ГЕНЕРАТОРА С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Петкевич Д.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Экспериментально проведена оценка методов моделирования тепловых процессов в конструктивных элементах высокостабильного термостатированного генератора с цифровым управлением с использованием программных комплексов SolidWorks и Ansys. В результате моделирования установлено, что значение температуры в рабочей зоне, полученное в среде SolidWorks, составило 395 К, тогда как расчет в Ansys дал значение 383 К. На основе полученных данных обоснована целесообразность применения каждого из программных продуктов для решения конкретных инженерных задач, определяемых характером входных параметров и требуемой точностью анализа.

Ключевые слова: *SolidWorks, ANSYS, печатная плата, инженерное моделирование, тепловые процессы, тепловой режим*

Введение. Обеспечение надёжности современной электронной аппаратуры, в частности высокостабильных термостатированных генераторов с цифровым управлением, невозможно без тщательного анализа тепловых режимов функционирования. Стабильность выходных параметров таких устройств напрямую зависит от равномерности распределения температуры по элементам конструкции и эффективности отвода тепла от критически важных компонентов [1–3].

В представленной работе автором продемонстрировано, что используемые программные комплексы отличаются как методологией расчёта, так и областями применимости, что позволяет добиться высокой сходимости результатов и минимизировать погрешность моделирования тепловых процессов.

Основная часть. Оценка применимости программных комплексов SolidWorks и Ansys при решении задач теплофизического моделирования высокостабильного термостатированного генератора с цифровым управлением позволяет выявить сильные и слабые стороны каждого из инструментов. SolidWorks отличается доступностью освоения и наглядностью построения геометрических моделей, однако его функционал для глубокого теплового анализа уступает специализированным решениям. Ansys, несмотря на более высокий порог входа и сложность настройки, обеспечивает повышенную достоверность расчётов температурных полей и распределения тепловых потоков [1–3].

В качестве объекта исследования выбран высокостабильный термостатированный генератор с цифровым управлением, предъявляющий жёсткие требования к поддержанию температурного режима. На первом этапе в среде SolidWorks построена трёхмерная твёрдотельная модель устройства, включающая печатную плату, элементы термостатирования и электронные компоненты

Для проведения теплофизического анализа в среде SolidWorks задействован модуль теплового моделирования, в рамках которого сформирован вычислительный проект с типом исследования «Термический режим». Материалы присвоены как печатной плате, так и каждому из установленных на ней электронных компонентов, включая элементы системы термостатирования. В качестве граничных условий заданы зоны тепловыделения, соответствующие рабочим режимам активных компонентов, а также условия теплообмена с окружающей средой. Построение конечно-элементной сетки на подготовленной

геометрической модели позволило завершить этап настройки вычислительного эксперимента и приступить к решению задачи.

Результаты вычислительного эксперимента (рисунок 1), выполненного в программном комплексе SolidWorks, показали, что температурное поле в конструкции высокостабильного термостатированного генератора с цифровым управлением характеризуется максимальным значением 395 K в зоне расположения критических компонентов.

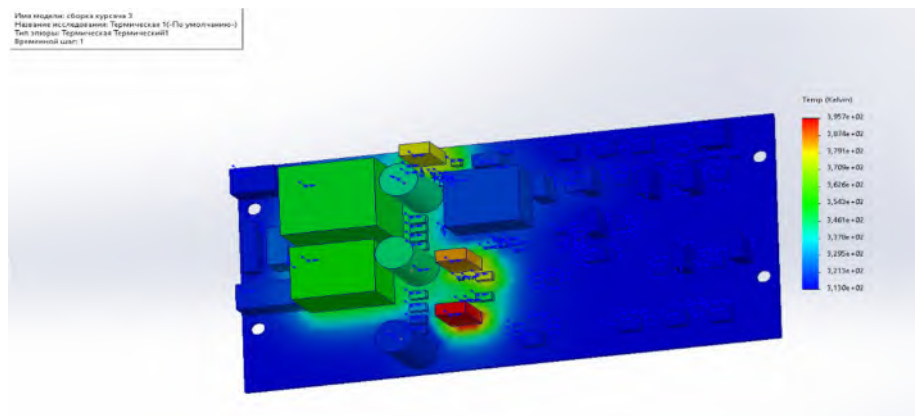


Рисунок 1 – Результат моделирования в программе SolidWorks

Программный комплекс Ansys (приисунок 2) предоставляет возможность импорта геометрических моделей из различных CAD-систем, в том числе из SolidWorks, что обеспечивает непрерывность процесса проектирования. На основе подготовленной трёхмерной модели генератора с элементами термостатирования и электронными компонентами в среде Ansys был развёрнут вычислительный проект с использованием модуля теплового анализа. Аналогично настройке моделирования в SolidWorks для каждого конструктивного элемента, включая печатную плату, назначены теплофизические свойства материалов и построена конечно-элементная сетка. Граничные условия, определяющие источники тепловыделения и условия теплообмена, также сохранили свою конфигурацию.

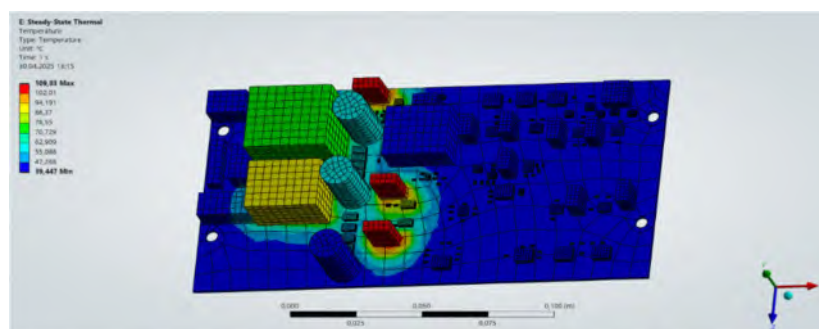


Рисунок 2 – Результат моделирования в программе Ansys

По результатам вычислительного эксперимента, выполненного в программном комплексе Ansys, установлено, что максимальная температура в конструкции высокостабильного термостатированного генератора с цифровым управлением достигла 383 K.

Заключение. Сравнительная оценка моделирования тепловых процессов высокостабильного термостатированного генератора с цифровым управлением в программных средах SolidWorks и Ansys выявила различия как в методологических подходах, так и в получаемых результатах. SolidWorks характеризуется доступностью освоения и наглядностью рабочего процесса, что обуславливает его применимость на этапах предварительного проектирования и экспресс-оценки тепловых режимов. Ansys, в свою очередь, обеспечивает повышенную достоверность расчётов и расширенные возможности

детального теплофизического анализа, что делает его предпочтительным инструментом при решении сложных задач, требующих высокой точности. Применение Ansys позволило получить более детализированную картину распределения температурных полей, несмотря на более высокую сложность настройки вычислительных моделей.

По результатам проведённых исследований установлено, что максимальная температура в рабочей зоне генератора составила 395 К при моделировании в SolidWorks и 383 К – в Ansys. Относительное расхождение результатов составило 3,1%.

На основании изложенного можно заключить, что SolidWorks представляет собой среду, ориентированную преимущественно на твёрдотельное моделирование, однако успешно справляется с решением несложных теплофизических задач наравне со специализированными программными продуктами. Примером такого специализированного решения является Ansys. Данный комплекс отличается более сложным интерфейсом и не предназначен для создания геометрических моделей, однако обладает расширенной функциональностью для решения инженерных задач любой степени сложности в области теплового анализа.

Кроме того, SolidWorks и Ansys могут эффективно применяться в составе комбинированного подхода к инженерному моделированию. Построение геометрической модели целесообразно выполнять средствами SolidWorks, а последующий расчёт тепловых процессов – в среде Ansys. Такое сочетание является наиболее рациональным при решении широкого спектра инженерных задач независимо от их сложности.

Список литературы

1. Алексеев, В. Ф. Методика численного моделирования тепловых процессов в микроэлектронных структурах / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф.*, Минск, 20–21 мая 2020 г. : в 3 ч. Ч. 3 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники [и др.] ; редкол.: В. А. Бозуш [и др.]. – Минск, 2020. – С. 34–37.
2. Алексеев, В. Ф. Принципы конструирования и автоматизации проектирования РЭУ: Учеб. пособие / В. Ф. Алексеев – Мн.: БГУИР, 2003. – 197 с.
3. Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции*, Минск, 20–21 мая 2020 г. : в 3 ч. Ч. 3 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники [и др.] ; редкол.: В. А. Бозуш [и др.]. – Минск, 2020. – С. 282–286.

UDC 004.94:536.2:621.396.6

COMPARATIVE ANALYSIS OF THERMAL PROCESSES MODELING OF A PRINTED BOARD OF A HIGH-STABILITY THERMOSTATED DIGITAL CONTROLLED GENERATOR

Petkevich D. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The article experimentally evaluates the methods of modeling thermal processes in the structural elements of a highly stable thermostatically controlled digital generator using the SolidWorks and Ansys software packages. The modeling results show that the temperature value in the working area obtained in the SolidWorks environment was 395 K, while the calculation in Ansys yielded a value of 383 K. Based on these findings, the article justifies the suitability of each software product for solving specific engineering problems based on the input parameters and the required analysis accuracy.

Keywords: SolidWorks, ANSYS, Printed Circuit Board (PCB), Engineering Modeling, Thermal processes, Thermal regime