



Рисунок 2 – График зависимости времени расчёта от размера сетки

Из данных таблицы 1 и графика на рисунке 2 следует, что существует некоторый критический размер сетки, после которого резко увеличивается время расчёта, что объясняется использованием постоянного запоминающего устройства. В то же время, точность расчета повышается незначительно. Таким образом, для решения данной задачи оптимальным является размер сетки «Finer».

Список использованных источников:

1. Aman D. Effect of Mesh Size on Finite Element Analysis of Beam. //SSRG-IJME №2, 2015г., DOI: 10.14445/23488360/IJME-V2I12P102.

Зеленский В.А., Капалин М.В. Зубчатый резонатор инерциального микромеханического датчика. Патент РФ на полезную модель № 193215 от 16.10.2019.

УДК 621.38

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ПОЛЕТНОГО КОНТРОЛЛЕРА

В.А. Зеленский, А.О. Шеверева

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Для малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) актуальна задача минимизации массо-габаритных показателей электронных блоков. Однако, при этом повышается плотность компоновки, что делает актуальным расчет тепловых режимов изделия. Анализ и моделирование тепловых режимов целесообразно выполнить на этапе проектирования [1].

Для автоматизации подобного анализа в настоящее время существует множество программных решений. В работе использован анализ тепловых

режимов печатной платы полетного контроллера (ПК) в программной системе конечно-элементного (МКЭ) анализа ANSYS.

Исходной информацией для анализа является трехмерная модель печатной платы с установленными элементами. ANSYS поддерживает множество современных форматов трехмерных моделей, поэтому, если печатная плата была разработана в системах автоматизированного проектирования (САПР), например, Altium Designer, то у разработчика есть возможность импорта модели для последующего использования [2]. Также возможно создания трехмерной модели средствами самой системы ANSYS (Модуль SpaceClaim). В качестве допущения возможно использование габаритных моделей элементов.

Следующим этапом анализа является определение типа материала для каждого элемента. ANSYS уже содержит базу часто используемых материалов с их тепловыми характеристиками. В то же время, возможно использование библиотеки материалов.

В качестве материалов в модели были установлены:

- для печатной платы - материал, близкий к FR-4;
- для корпусов микросхем – материал, схожий по характеристикам с эпоксидным компаундом.

После установки материалов элементов модели необходимо задать условия проведения анализа:

- температуру окружающей среды в элементе Initial Temperature;
- для каждого компонента установить элемент HeatFlow со значением, равным рассеиваемой мощности элементов. В большинстве случаев данное значение приведено в технической документации к компоненту. Для каждого компонента установить элемент Convection.

Также с целью упрощения расчетов были учтены только элементы, вносящие больший вклад в тепловыделение электронного блока. Результат теплового анализа приведен на рисунке 1.

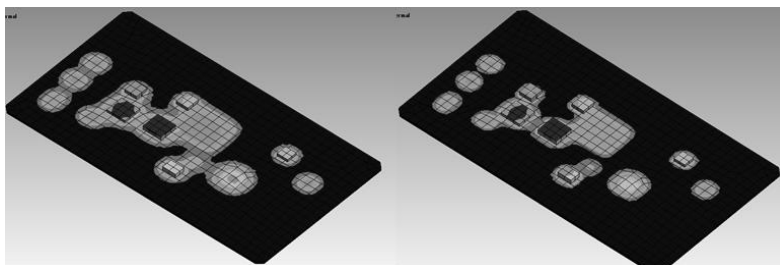


Рисунок 1 - Распределение температур на печатной плате при коэффициенте конвекции $20 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ и $40 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

Расчет был произведен для двух значений коэффициента теплоотдачи 20 и 40 Вт/м²·К, которые примерно соответствуют естественной и вынужденной конвекции.

При первоначальном анализе была получена максимальная температура в 81 °С, однако повысив значение коэффициента теплоотдачи в 2 раза, удалось снизить ее до 61 °С. Улучшение условий охлаждения на малых БПЛА возможно путем применения принудительной вентиляции.

Список использованных источников:

1. Зеленский, В.А. Проектирование трехмерной модели полетного контроллера [Текст] / В.А. Зеленский, Д.Н. Овакимян, С.С. Серпуховитов //Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: Сб. научных трудов. – Самара: ООО Мир печати, 2020. - С. 102 - 104.

2. Бруяка, В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench [Текст] / В.А. Бруяка, В.Г. Фокина, Е.А. Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адеянова // - Самара: Самар.гос.техн.ун-т, 2010. - 271 с.

УДК 621.396

УЧЁТ ВЛИЯНИЯ НАГРЕВА ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ, РАБОТАЮЩИХ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА, НА ВЫБОР ИХ ШИРИНЫ

А.В. Костин

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

В радиоэлектронной аппаратуре широкое применение получил печатный монтаж. Одной из важных задач, решаемых конструктором при проектировании печатных плат, является выбор ширины печатных проводников (ПП). Одним из критериев выбора минимальной ширины ПП является его нагрузочная способность. В ПП под действием протекающего по нему тока рассеивается мощность, которая приводит к его разогреву. При достижении определённой температуры произойдёт разрушение ПП.

В космическом приборостроении получили широкое распространение печатные платы на металлическом основании. Причём, такие платы, чаще всего, работают в условиях отсутствия конвекции. Если вопрос выбора ширины печатных проводников для наземной аппаратуры достаточно подробно проработан (IPC-2221A, РД 50-708-91), то для аппаратуры, работающей в вакууме (конвекция отсутствует) этот вопрос проработан не полностью (см. IPC-2152). Влияние температурного коэффициента сопротивления (ТКС) в этих стандартах учтено, так как там приводятся экспериментальные данные.