

РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ПЛАСТИНЧАТОМ РАДИАТОРЕ ОХЛАЖДЕНИЯ В ПРОГРАММЕ *SOLIDWORKS FLOW SIMULATION*

Рыбаков Д. Г., студент, e-mail: dmitry_ryb10@mail.ru

Беликов А. Н., студент, e-mail: andrech1406@gmail.com

2023

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Ключевые слова: расчет, пластинчатый радиатор, моделирование тепловых процессов, трехмерная модель.

Аннотация. Разработаны трехмерные модели исследуемых объектов и выполнен расчет параметров, в ходе которого было проведено моделирование тепловых процессов, протекающих в пластинчатом радиаторе с закрепленным на нем транзистором в программе *SolidWorks Flow Simulation*. Осуществлен сравнительный анализ полученных результатов.

Развитие многих радиоэлектронных комплексов в последние годы характеризуется использованием теплонагруженных радиоэлектронных приборов, которые выделяют достаточное количество избыточной тепловой энергии. Постоянно расширяется диапазон изменения температуры среды, окружающей объект размещения прибора, усложняются другие условия эксплуатации объектов, вместе с тем растут и требования к стабильности характеристик комплексов. Работа многих теплонагруженных приборов должна проходить в условиях значительных внутренних и внешних тепловых воздействий, колебаний температуры окружающей среды, а параметры приборов при этом должны оставаться в заданных пределах. Продолжительной, устойчивой работы приборов удается добиться, лишь создав им необходимые температурные условия. Как правило, температурные условия работы теплонагруженных приборов обеспечиваются специальными системами охлаждения, которые можно разделить на две большие группы: пассивные (радиаторы, тепловые трубки) и активные (вентиляторы) системы охлаждения [1-2].

В статье авторами будет рассмотрен элемент пассивной системы теплоотвода, а именно пластинчатый радиатор. Будет произведен его расчет, а также моделирование тепловых процессов в программе *Solidworks Flow Simulation*.

Пластинчатый радиатор является самым простым типом радиаторов, представляющий собой прямоугольную или круглую металлическую пластину толщиной от 1 до 8 мм. Их целесообразно использовать для рассеяния небольших мощностей. Для уменьшения занимаемого места пластинчатым радиаторам придается различная конфигурация. Для отвода большого количества тепла пластинчатый радиатор непригоден из-за чрезмерного

увеличения его размеров и малой эффективности. Основное достоинство пластинчатого радиатора – простота изготовления [3].

Необходимо произвести расчет исследуемого пластинчатого радиатора, изображенного на рисунке 1, имеющего следующие исходные данные:

- длина пластины $W = 50$ мм;
- ширина пластины $H = 30$ мм;
- мощность тепловыделения элемента (биполярного транзистора КТ646А) $Q = 1$ Вт [4].

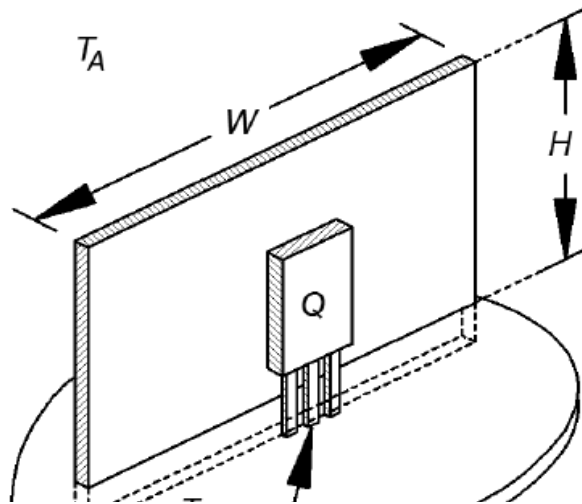


Рисунок 1 – Пластинчатый радиатор с обозначениями размеров

Следующим этапом является расчет параметров пластинчатого радиатора. Площадь теплообмена A_s поверхности теплоотвода можно найти исходя из выражения (1) [5]:

$$A_s = 2 \cdot W \cdot H = 2 \cdot 50 \cdot 30 = 3000 \text{ мм}^2. \quad (1)$$

Расчет перегрева элемента dT согласно выражению (2) [5]:

$$dT = \left(\frac{Q}{(8,351 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{A_s}{H^{0,25}})} \right)^{0,8} = \left(\frac{1}{(8,351 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{3000}{30^{0,25}})} \right)^{0,8} = 37,69 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (2)$$

Площадь контактной поверхности рассчитывается по формуле (3) [5]:

$$F_k = S \cdot L = 0,8658 \text{ см}^2. \quad (3)$$

где S и L – длина и ширина корпуса транзистора КТ646А в корпусе КТ-27 [4].

Определим значение теплового сопротивления по формуле (4) [5]:

$$R_k = \frac{1}{F_k} = \frac{1}{0,8658} = 1,15 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}. \quad (4)$$

Далее, с учетом площади контакта получаем значение температуры элемента согласно выражению (5) [5]:

$$T = dT + T_A + R_k \cdot Q = 37,69 + 40 + 1,15 = 78,83 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (5)$$

Теперь необходимо смоделировать полученную ситуацию согласно заданным параметрам. Результаты моделирования, приведенные на рисунке 2, подтверждают полученные ранее результаты.

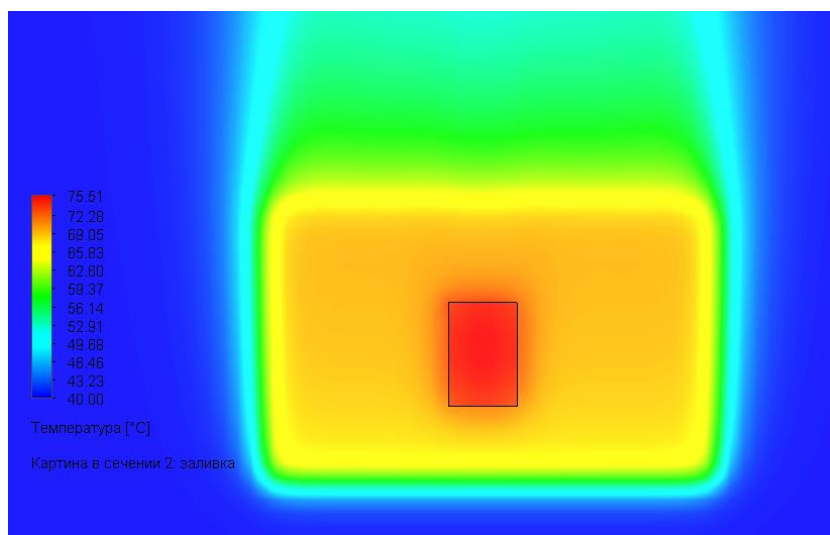


Рисунок 2 – Результат моделирования распределения температуры в пластинчатом радиаторе в программе *SolidWorks Flow Simulation*

По результатам моделирования можно судить о крайне высокой точности вычислений (в данном случае расхождение всего 5-6 %) без учета малозначительных факторов.

Список использованных источников

1. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. Москва: Высшая школа, 1984. 247 с.
2. Моделирование отведения тепловой энергии от процессоров при помощи кулеров воздушного охлаждения / Г.А. Пискун [и др.] // Доклады БГУИР. 2023. Т. 21, № 4. С. 54-62. – <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2023-21-4-54-62>.
3. Скрипников Ю.Ф. Радиаторы для полупроводниковых приборов / Ю.Ф. Скрипников. – Москва: Энергия, 1973. – 48 с.
4. КТ646А, Биполярный транзистор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chipdip.by/product/kt646a-integral>.
5. Ellison G. Thermal computations for electronics: conductive, radiative, and convective air cooling / G. Ellison // CRC Press, Taylor & Francis Group, 2020.