

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАССИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Савёлов П.И., Щавлев А.А., Невгень М.П.

РУП «НПЦ многофункциональных беспилотных комплексов»
Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь

Бортовые электронные средства в процессе эксплуатации подвергаются различным механическим, тепловым и другим физическим воздействиям, которые оказывают дестабилизирующее влияние на их работоспособность. Одним из факторов, существенно влияющих на надёжность электронных средств, является величина перегрева электронных компонентов при их функционировании.

При проектировании бортовых электронных средств основной проблемой является их функционирование в сравнительно малых объёмах и наличия определённых тепловыделяющих мощностей. Это приводит к увеличению плотности выделяемой тепловой энергии и необходимости обеспечения её рассеивания, как правило, в условиях пассивного охлаждения. Поэтому важной проблемой при разработке новых бортовых средств и их надёжного функционирования является конструктивное обеспечение оптимального теплообмена с окружающей средой.

Целью данной работы является проведение компьютерных исследований эффективности теплообмена при пассивном охлаждении бортовой аппаратуры комбинированной конвективно-кондуктивной системой охлаждения. Критерием оптимизации являлась минимальная величина максимальной температуры электронных компонентов для различного типа конструкционных материалов и конфигурации защитного корпуса.

Для решения поставленной задачи нами была разработана упрощённая твердотельная модель бортовой электронной аппаратуры БПЛА. Граничными условиями при проведении исследований являлась пассивное охлаждение объекта в форме параллелепипеда с локальным источником энергии постоянной мощности (15 ватт), расположенным в зоне основания анализируемого объекта.

Исследования проводились при помощи САЕ модуля Flow Simulation САПР SolidWorks. Определялись максимальная температура эксплуатации аппаратуры в зависимости от типа конструкционного материала защитного корпуса (алюминиевый сплав Д16Т, полиамид-6), для различных типоразмеров защитного корпуса (все комбинации размеров из ряда возможных длин рёбер параллелепипеда 30, 50, 75 мм) при толщине стенки 2 мм. На рисунках 1, 2 представлены результаты исследований тепловых полей при термогравитационной конвекции в замкнутых

прямоугольных областях при начальной температуре тепловыделяющего элемента и окружающей среды + 25 °С.

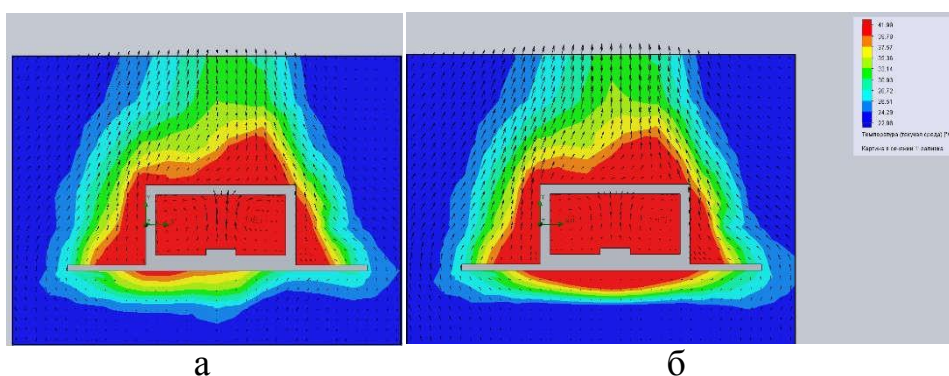


Рис. 1 – Тепловые поля с защитным корпусом размером 30x75x50 выполненных из следующих материалов: а) Д16Т; б) Полиамид - 6

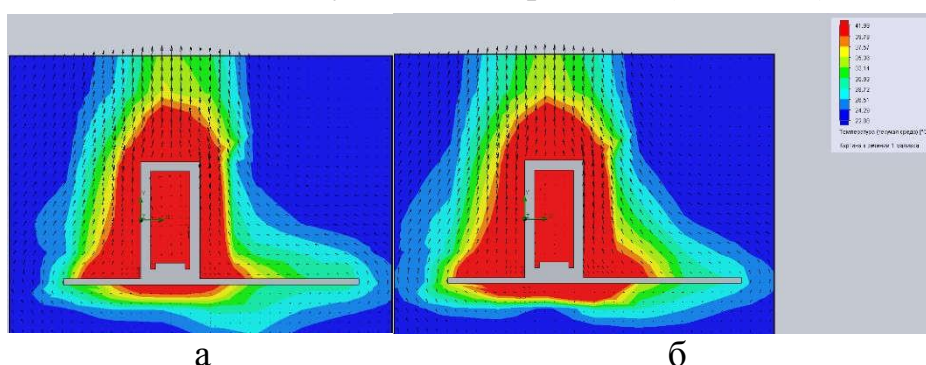


Рис. 2 – Тепловые поля с защитным корпусом размером 35x37x75 выполненных из следующих материалов: а) Д16Т; б) Полиамид - 6

Использование в качестве граничных условий постоянной температуры охлаждения, обусловлено проведением анализа систем пассивного охлаждения в условиях максимальной интенсивности процесса теплообмена. Такой подход позволяет наиболее корректно оценить влияние кондуктивного механизма переноса тепловой энергии в условиях комбинированной системы охлаждения.

Проведенные исследования показали, что при функционировании бортовой электронной аппаратуры в условиях пассивного теплообмена, температурные поля, формирующиеся в окружающей среде, не зависят от типа материала защитного корпуса и идентичны по контуру и площади. Но максимальная температура перегрева электронных компонентов, расположенных в устройстве с защитным корпусом из алюминиевого сплава, ниже предельно допустимых значений.

Таким образом, предварительные компьютерные исследования конфигурации тепловых полей и распределение градиента температур на начальном этапе проектирования бортовой аппаратуры позволит оптимизировать компоновку размещения авиационного оборудования уже на начальном этапе проектирования и минимизировать вероятность выработки ошибочных технических решений.