

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НАГРЕТЫХ ЗОН МНОГОПЛАТНЫХ ОДНОБЛОЧНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ АППАРАТОВ

Мазур А. В., Скрипниченко С.С.

Научный руководитель д.т.н. проф. Синотин А.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. ТАПР, тел. (057) 702-14-86),

Are brought the results of experimental dominance research of structural factors on significance of effective heat conductivity of heated zone REA.

Знание эффективной теплопроводности λ нагретой зоны радиоэлектронного аппарата (РЭА) позволяет осуществлять расчет температурных полей РЭА [1]. В общем случае λ зависит от теплопроводности плат и элементов монтажа, а также от наличия связей (плотности монтажа и вида заполнителя) между ними. Знание характера влияния этих факторов на значения λ позволяет упростить расчетные зависимости для конкретных типов конструкций РЭА.

Для оценки влияния теплопроводности плат и элементов при различной плотности их размещения на λ были проведены экспериментальные исследования по методу регулярного режима "многих точек" [1]. Опыты проводились с тепловыми макетами (нагретые зоны РЭА), собранными из многослойных печатных плат с элементами и без элементов при различной плотности монтажа. Теплопроводность плат и элементов изменялась в пределах 0,3-380 Вт/м.град; плотность размещения плат: $\Delta_{п} = 6-50$ мм., а элементов монтажа $\Delta_{м} = 0,5-10$ мм. при среднем размере элементов $l=10$ мм. Заполнитель между платами – воздух. Опыты проводились в условиях естественной конвекции. Результаты обработки экспериментальных данных и компоновка плат представлены на рис. 1а.

Опыты показали, что на точность определения λ по методу "многих точек" существенное влияние оказывают линейные размеры тепловых макетов. Проведенные аналитические исследования точности по методу полного дифференциала позволили установить оптимальные условия проведения экспериментов рис. 1б.

Исходя, из этого условия выбирались размеры плат и тепловых макетов. Для контроля за полученными значениями использовался метод "пластины" основанный на стационарном режиме (точки 12, рис.1а). Расчетные значения $\lambda_{расчет.}$ на рис.1а (кривые 2,4,11) получены по формулам параллельного и последовательного соединений без учета конвективного теплообмена [1] и теплопроводности элементов монтажа.

Выводы. 1. Установлено наличие оптимального условия проведения экспериментов по методу "многих точек", выражающегося значением критерия Био близким к трем единицам (рис. 1б).

2. Показано, что в РЭА со средней плотностью монтажа ($l/\Delta \geq 1$) влия-

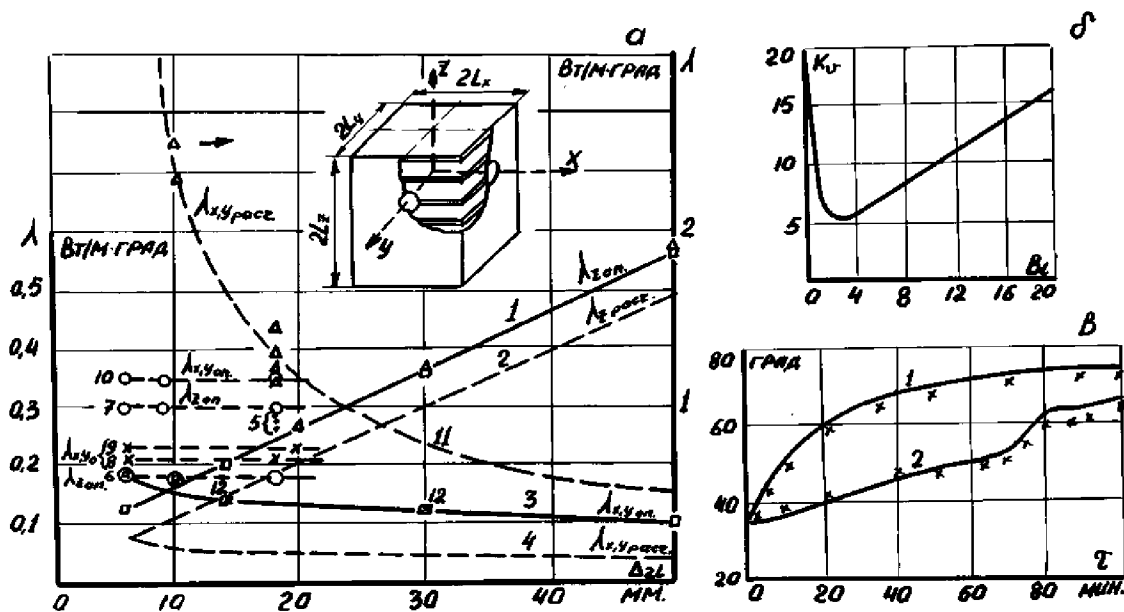


Рис.1 а - зависимость λ от теплопроводности и плотности размещения плат и элементов; б- зависимость $\kappa_0 = f(Bi)$; в - нестационарное температурное поле РЭА

----- расчет; x-x-x - опыт.

ние самих элементов (кривые 1,3,11 точки 5) на общую эффективную теплопроводность пренебрежимо мало. Поэтому для определения λ таких аппаратов можно использовать формулы параллельного и последовательного соединений с умножением на поправочный коэффициент на конвективный теплообмен. В направлении Z независимо от теплопроводности плат можно принять $K=1,2$ (кривые 1и 2). Для нетеплопроводных плат вдоль монтажных плат $K=2$ (кривые 3,4) для теплопроводных - $K=1$ (кривая 11).

3. В РЭА с высокой плотностью монтажа ($1/\lambda \gg 1$) λ для теплопроводных и нетеплопроводных плат в направлении Z (кривые 6,7) и нетеплопроводных плат в направлении X, Y (кривые 8,9,10) теплопроводность практически может быть принята постоянным значением 0,2-0,35 Вт/м.град. при изменении теплопроводности самих элементов от 0,3 (кривые 6,8) до 170 Вт/м.град. (кривые 7,9,10).

4. Монтаж нагретых зон РЭА из теплопроводных плат способствует повышению эффективной теплопроводности. В случае многослойных нетеплопроводных плат повышение λ может быть конструктивно легко получено за счет введения дополнительного фольгированного слоя. Эффект действия при этом аналогичен применению поверхностных теплостоков, рассмотренных в работе [1]

5. Согласно п.п. 2,3 формулы параллельного и последовательного соединений можно распространить на неупорядоченные системы с близкими размерами монтажа. Это положение подтверждается результатами расчета нестационарных температурных полей [2] различных типов РЭА (рис. 1а).

Список литературы: 1. Дульнев Г.Н., Тарновский Н.Н. Тепловые режимы электронной аппаратуры. Л.: Энергия. 1971. 248 с.