

выполнения плана вершинами слоя, для которых этот план определен. Процедура оптимизации на слое преследует цель обеспечения соотношения $T^{un}(V_i) \leq T_3$ для отстающих вершин.

Учитывая протяженность сети, а также малую интенсивность потоков на отдельных трассах, можно выделить в слое некоторые фрагменты, слабо связанные в динамике с процессом перемещения объектов на остальной части слоя.

Список использованных источников

1. Зыков А. А. Теория конечных графов - Новосибирск, 2003.
2. Краснощеков А. Д., Кулагин П. А. Иерархическая структура моделей управления // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции 15-17 мая 2012г. Самара /под редакцией М. Н. Пиганова.- Самара: изд-во СГАУ, 2012 - С.132-139.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Г. Ф. Краснощекова, М. А. Советкина, Г. Н. Князева
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет),
г. Самара

Развитие современных электронных средств сводится к росту их функциональных возможностей при максимальном уменьшении габаритов. При этом все чаще встает вопрос об отводе тепла от теплонагруженных элементов печатных плат.

При анализе теплового режима обычно рассматривают два вида теплообмена:

-кондукцию (теплопроводность) - теплообмен за счет контактов между деталями, имеющими разную температуру;

-конвекцию, когда тепло отводится за счет воздушного потока.

С учетом уменьшения габаритов изделия и жестких условий эксплуатации необходимо учитывать, что на первый план выходит необходимость разработки конструкции с отводом тепла за счет

кондукции от элементной базы на плату. В этом случае для расчетов моделей используют тепловые сопротивления. При конструировании элементы устанавливаются на печатную плату различными способами и в зависимости от варианта их установки можно предложить несколько тепловых моделей, эквивалентных схем и расчетных формул для нахождения соответствующего теплового сопротивления, которое характеризует способность радиоэлемента препятствовать распространению теплового движения молекул.

$$R = \frac{L}{\lambda S'}$$

где R - тепловое сопротивление, $\frac{\text{град}}{\text{Вт}}$;

L - путь прохождения тепловой мощности, м;

λ - коэффициент теплопроводности материала, $\frac{\text{Вт}\cdot\text{м}}{\text{град}}$;

S - площадь поперечного сечения проводника тепловой энергии, м^2 .

Рассмотрим несколько вариантов установки элементов на печатную плату и представим для этих случаев эквивалентные схемы.

Первый вариант установки тепловыделяющие компоненты паяются к плате за выводы. Такой вариант крепления компонента на плату и эквивалентная схема соединений показаны на рис. 1.

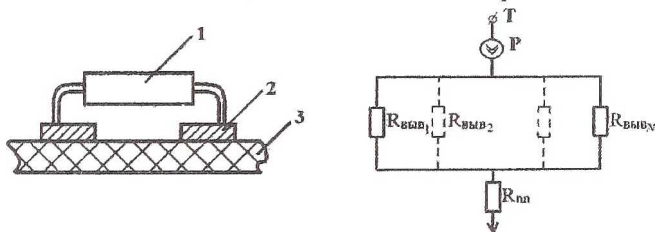


Рис. 1. Вариант крепления и эквивалентная схема соединений: 1 - компонент; 2 - припой; 3 - печатная плата

Расчетная формула для определения теплового сопротивления для этого варианта имеет вид:

$$R = \frac{R_{\text{выв}}}{N} + R_{\text{пв}}$$

где T - температура ЭРЭ, K ;

P - мощность рассеяния ЭРЭ, Вт ;

$R_{\text{выв}}$ - тепловое сопротивление припоя под выводами, $\frac{\text{град}}{\text{Вт}}$;

$R_{пп}$ - тепловое сопротивление печатной платы, $\frac{\text{град.}}{\text{Вт}}$;

N - число выводов ЭРЭ.

Второй вариант установки тепловыделяющие компоненты установлены на клей. Вариант крепления и эквивалентная схема показаны на рис. 2.

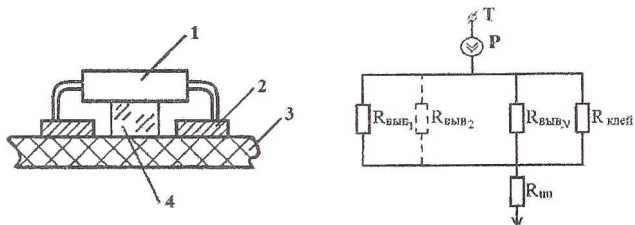


Рис.2. Вариант крепления и эквивалентная схема соединений: 1 - компонент; 2 - припой; 3 - печатная плата; 4 - клей

Расчетная формула для определения теплового сопротивления в этом случае имеет вид:

$$R = \frac{\frac{R_{\text{выв}}}{N} \cdot R_{\text{кл}}}{\frac{R_{\text{выв}}}{N} + R_{\text{кл}}} + R_{\text{пп}}$$

где T - температура ЭРЭ, K ;

P - мощность рассеяния ЭРЭ, $Вт$;

$R_{\text{выв}}$ - тепловое сопротивление припоя под выводами, $\frac{\text{град.}}{\text{Вт}}$;

$R_{\text{кл}}$ - тепловое сопротивление слоя клея, $\frac{\text{град.}}{\text{Вт}}$;

$R_{\text{пп}}$ - тепловое сопротивление печатной платы, $\frac{\text{град.}}{\text{Вт}}$;

N - число выводов ЭРЭ.

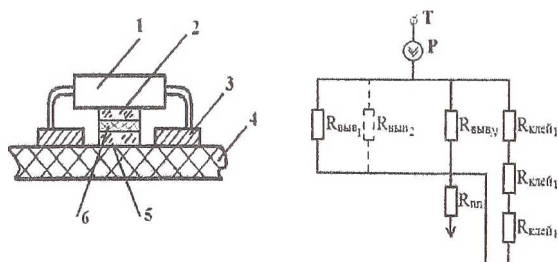


Рис. 3. Вариант крепления компонента и эквивалентная схема соединений: 1 -

компонент; 2 – слой 1 клея; 3 – припой; 4 – печатная плата; 5 – слой 2 клея; 6 - прокладка

Расчетная формула для определения теплового сопротивления для этого варианта крепления имеет вид:

$$R = \frac{\frac{R_{\text{выв}}}{N} (R_{\text{кл1}} + R_{\text{прокл}} + R_{\text{кл2}})}{\frac{R_{\text{выв}}}{N} + R_{\text{кл1}} + R_{\text{прокл}} + R_{\text{кл2}}} + R_{\text{пп}},$$

где T - температура ЭРЭ;

P - мощность рассеяния ЭРЭ;

$R_{\text{выв}}$ - тепловое сопротивление припоя под выводами, $\frac{\text{град.}}{\text{Вт}}$,

$R_{\text{кл}}$ - тепловое сопротивление клеев, $\frac{\text{град.}}{\text{Вт}}$,

$R_{\text{прокл}}$ - тепловое сопротивление прокладки, $\frac{\text{град.}}{\text{Вт}}$,

$R_{\text{пп}}$ - тепловое сопротивление печатной платы, $\frac{\text{град.}}{\text{Вт}}$,

N - число выводов ЭРЭ.

При проектировании электронных средств чаще применяют поверхностный монтаж, а, значит, компоненты без приклеивания не устанавливаются и в первом приближении пренебрегают теплоотдачей через выводы (малая площадь контакта) и тепловое сопротивление рассчитывается по формуле

$$R = R_{\text{кл1}} + R_{\text{прокл}} + R_{\text{кл2}} + R_{\text{пп}}.$$

Если температура тепловыделяющих элементов превышает допустимую температуру, рекомендуемую техническими условиями, то требуется уточнение моделей.

Список использованных источников

1. Медведев Д. А.. Сборка и монтаж электронных устройств. Москва: Техносфера, 2007.-256с.

2. Краснощекова Г. Ф., Князева Г. Н., Кабаргина И. А. Особенности анализа элементной базы РЭС при применении поверхностного монтажа// Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции 15-17 мая 2012, г. Самара /под редакцией М. Н .Пиганова.- Самара: изд-во СГАУ, 2012.- С. 295-298.