

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА ПРИ МОНТАЖЕ МНОГОВЫВОДНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Т.Э. ЛАВОР, В.Л. ЛАНИН

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
vlanin@bsuir.by*

Использование инфракрасного нагрева при монтаже многовыводных электронных компонентов на печатные платы является одним из важнейших направлений в технологии сборки электронных модулей. Для оптимизации параметров инфракрасного нагрева эффективно создание геометрической модели и моделирование температуры в зоне нагрева с помощью пакета Solid Works. Повышение эффективности ИК-нагрева достигнуто за счет применения концентратора ИК-излучения и защитной маски для корпуса компонента.

Ключевые слова: инфракрасный нагрев, электронные компоненты, монтаж на платы, моделирование.

Большие трудности возникают при пайке электронных модулей с плотным размещением многовыводных поверхностно-монтируемых компонентов SMD на печатной плате, что заставляет разрабатывать новые технологии, способные повысить качество пайки, увеличить ее скорость и снизить стоимость изделий. Это особенно важно при монтаже корпусов BGA на печатные платы, которые нагреваются первыми, а затем тепло передается контактными площадками и сферическими выводами из припоя для формирования паяных соединений.

Экспериментальная проверка работоспособности инфракрасных (ИК) устройств на реальных объектах довольно дорога, а зачастую невозможна не только по экономическим, но и по конструктивным соображениям. В таких случаях моделируют теплообмен в системе ИК нагрева с помощью прикладных пакетов. В модуле Flow Simulation, интегрированном в систему SolidWorks, можно моделировать геометрию ИК нагревателей и выполнять тепловые расчеты и анализы «в одном окне». Это значительно снижает вероятность возникновения ошибок импорта/экспорта геометрии через промежуточный формат данных (например, SAT, IGES и т. д.).

Поскольку процессы, происходящие при пайке ИК излучением, главным образом касаются печатной платы с электронными компонентами и ИК нагревателя, то для оптимизации работы расчетного модуля Flow Simulation пакета SolidWorks Premium x64 Edition необходимо построить упрощенную геометрическую модель, состоящую из печатной платы, паяемого компонента, верхнего и нижнего ИК нагревателей. Для достижения более эффективного использования излучаемой ИК-энергии применен концентратор в виде кварцевого «стакана», который локализует ИК излучение от нагревателя на печатной плате в заданной зоне. Для уменьшения нагрева BGA корпуса использована маскирующая алюминиевая фольга толщиной 250 мкм.

Для оптимизации параметров ИК нагревателей целевой функцией примем минимизацию нагрева электронных компонентов для возможного снижения теплового удара. Моделирование выполнено для мощности ИК нагревателя: 500, 750 и 1000 Вт и расстоянии от нагревателя до печатной платы: 20 и 30 мм. Уравнение регрессии для

обычного ИК нагрева печатной платы, полученное с помощью метода наименьших квадратов в пакете Mathcad, имеет вид:

$$y(x_1, x_2) = 39.765x_1 + 0.528x_2 - 9.854 \cdot 10^{-3} x_1 x_2 - 0.933x_1^2 - 7.736 \cdot 10^{-5} x_2^2 \quad (1)$$

Уравнение регрессии нагрева электронных компонентов имеет вид:

$$y(x_1, x_2) = 44.611x_1 + 0.703x_2 - 0.012x_1 x_2 - 1.006x_1^2 - 2.795 \cdot 10^{-5} x_2^2 \quad (2)$$

Для нахождения комбинации факторов найдем кривую равного выхода при значении температуры, равном максимальной из заданного диапазона, а именно 250°C. Средствами Mathcad находим уравнение линии уровня и строим ее двухмерный график (рис. 1):

$$39.765x_1 + 0.528x_2 - 9.854 \cdot 10^{-3} x_1 x_2 - 0.933x_1^2 - 7.736 \cdot 10^{-5} x_2^2 = 523.2 \quad (3)$$

В присутствии кварцевого стакана и металлической маски уравнение нагрева имеет вид:

$$y(x_1, x_2) = 40.624x_1 + 0.216x_2 - 8.094 \cdot 10^{-3} x_1 x_2 - 0.811x_1^2 - 1.364 \cdot 10^{-5} x_2^2 \quad (4)$$

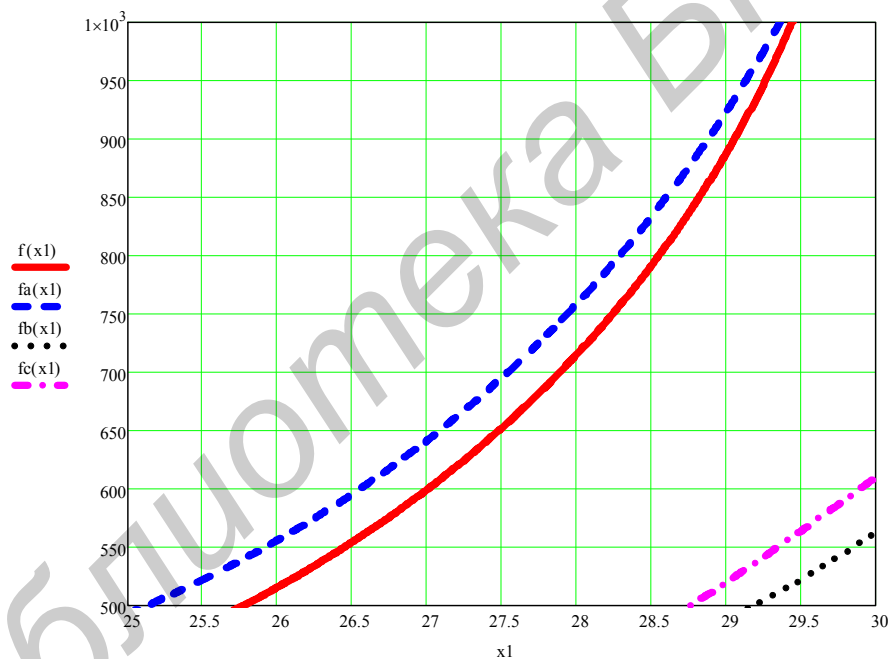


Рис. 1. Кривые равного выхода на уровне 250,0 °С (523,2 К):
1 – обычный ИК нагрев, 2 – с концентратором и маскирующей пластиной

Из рис. 1 следует, что минимум нагрева паяемого электронного компонента будет достигнут при использовании кварцевого стакана и алюминиевой маскирующей пластины. В пределах границы диапазона с минимальными отклонениями оптимальное значение мощности нагревателя составляет $W = 498,45 \approx 500$ Вт. При этом оптимальное расстояние между нагревателем и платой $h = 28,75$ мм.

Таким образом, использование кварцевого стакана уменьшает потери излучаемой ИК энергии и способствует ее концентрированию на площадке для пайки. В результате температура нагрева в зоне монтажа электронных компонентов увеличивается на 13–15%, а температура корпуса самих компонентов снижается на 15–17%.