

## ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

А.М. Колос, В.Л. Ланин

Учреждение образования «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

e-mail: [vlanin@bsuir.by](mailto:vlanin@bsuir.by)

**Summary.** As a result of modeling of influence of laser radiation at soldering of terminating connections of integrated microcircuits optimum parameters of process are defined: power of radiation, beam radius, influence time.

Лазерное излучение применяют для монтажа электронных модулей ввиду следующих достоинств:

- высокой локализации мощности в зоне нагрева;
- безинерционности воздействия излучения, что позволяет вести нагрев импульсами малой длительности 1–10 мс и очень точно дозировать энергию излучения;
- очень малой зоны термического влияния (0,03–0,25 мм) при минимальном диаметре пятна нагрева до 0,01 мм;
- не требуется вакуум, возможна работа в атмосфере любого состава;
- возможны соединения материалов существенными различиями оптических, теплофизических и механических свойств;
- расфокусировкой луча создают необходимый уровень плотности энергии.

Точность, производительность и удобство лазерного излучения в значительной степени определяются характеристиками лазерной установкой. Для достижения требуемых параметров пайки длина волны лазерного излучения выбирается, равной 1,06 мкм, диаметр луча лазера – не более 2,5 мм, а выходная энергия – 0,7–1,0 Дж. Прочность контактных соединений находится в диапазоне 1–3 Н.

При монтаже современных электронных модулей широко применяются такие типы интегральных микросхем как SO, SSOP-20M, QFP 44. Для пайки используются оловянно-свинцовые припои типа ПОС 61 и бессвинцовые: 96,5Sn-3Ag-0,5Cu.

Критерием оптимизации формирования соединений является производительность, определяемая скоростью нагрева в зоне воздействия излучения, и воспроизводимость качества соединений. При моделировании предполагаем, что энергия излучения распределена равномерно по лазерному пятну, а задача теплопроводности рассматривается в одномерном приближении при условии, что основной поток теплоты в материале распространяется нормально поверхности в глубину тела по оси  $OZ$  (рисунок 1). Одномерное по оси  $OZ$  температурное поле, создаваемое в полубесконечном теле однородным излучением с равномерным распределением энергии, описывается следующим уравнением (при  $t > \tau_n$ ) [1]:

$$T(z, t) = \frac{2q_n \sqrt{a}}{\lambda_r} \left[ \sqrt{t} \operatorname{ierfc} \left( \frac{z}{2\sqrt{at}} \right) - \sqrt{t - \tau_n} \operatorname{ierfc} \left( \frac{\sqrt{z^2 + r_n^2}}{2\sqrt{at - \tau_n}} \right) \right], \quad (1)$$

где  $z$  – расстояние по оси  $OZ$ ,  $t$  – время действия лазерного излучения,  $q_n$  – плотность мощность излучения,  $a = \lambda_r / (c\gamma)$  – коэффициент температуропроводности,  $\lambda_r$  – теплопроводность,  $c\gamma$  – объемная теплоемкость,  $\operatorname{ierfc}$  – функция интеграла вероятности.

Плотность мощности теплового источника вычисляется как:  $q_n = \eta_{\text{эф}} E$ . При  $0 < t < \tau_n$  уравнение (1) приводится к упрощенному виду:

$$T(z, t) = \frac{2q_n}{\lambda_r} \sqrt{at} \operatorname{ierfc} \left( \frac{z}{2\sqrt{at}} \right). \quad (2)$$

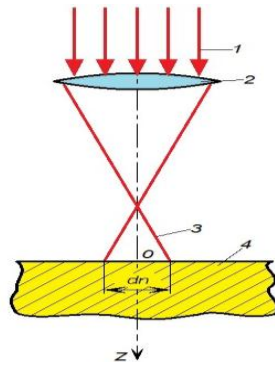


Рисунок 1. – Схема воздействия лазерного луча: 1 – лазерный пучок, 2 – фокусирующая линза, 3 – лазерное излучение, 4 – подложка

Исходные данные для моделирования процесса воздействия лазерного излучения на зону присоединения внешних выводов интегральных микросхем следующие [2]: радиус пятна лазерного излучения на поверхности  $r_n = 0,8$  мм, КПД источника нагрева  $\eta_{\text{эф}} = 20\%$ , мощность излучения  $P_n = 20$  Вт, теплопроводность материала внешнего вывода (сплав 29Н18К)  $\lambda_T = 0,18$  Вт/(м·К), теплоемкость материала подложки  $c = 481$  Дж/(кг·К). Используя формулу (2) вычисляем распределение температуры в зоне нагрева при постоянной величине  $z$ . Полученные данные представлены в виде зависимости температуры от времени воздействия лазерного излучения (рисунок 2).

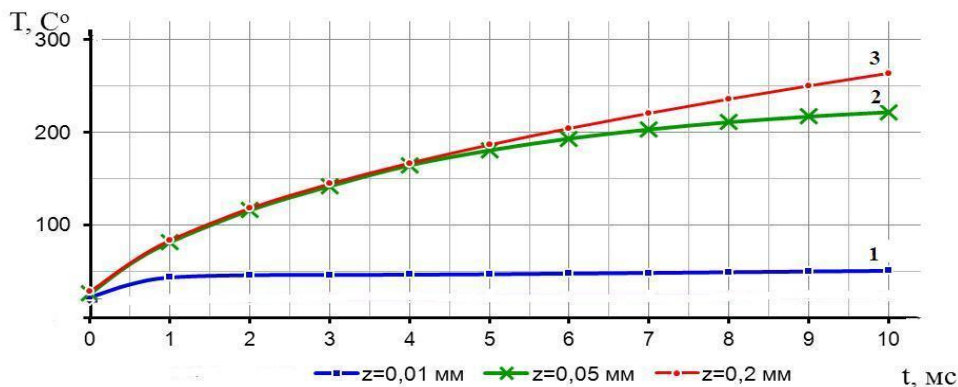


Рисунок 2. – Зависимости температуры в зоне нагрева от времени воздействия лазерного излучения

В том случае, если весь поток излучения отражается поверхностью ( $z=0$ ), поверхность тела практически не нагревается. С увеличением глубины проникновения лазерного луча ( $z \geq 0,05$ ) средняя скорость нагрева растет до  $30^\circ\text{C}/\text{с}$ .

Таким образом, оптимальными параметрами воздействия лазерного излучения при формировании высокой плотности соединений внешних выводов интегральных микросхем являются следующие:  $P_n = 20\text{--}30$  Вт;  $r_n = 0,2\text{--}0,4$  мм;  $t = 10\text{--}15$  мс.

#### Литература

1. Григорьянц, А.Г. Основы лазерной обработки материалов / А.Г. Григорьянц. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
2. Ланин, В.Л. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники / В.Л. Ланин, А.П. Достанко, Е.В. Телеш. – Минск: Издательский Центр БГУ.– 2007. – 574 с.