

ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА ДЛЯ МОНТАЖА ПОВЕРХНОСТНО МОНТИРУЕМЫХ КОМПОНЕНТОВ

В. Л. Ланин, А. И. Лаппо

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
220013 Минск, ул. П. Бровки 6, к.1, кафедра ЭТТ
e-mail: lappo@bsuir.by

Основным фактором, обеспечивающий качество паяных соединений поверхностно монтируемых компонентов в процессе монтажа, и сохранности ремонтируемого изделия во время демонтажа неисправного компонента, является правильный выбор источника нагрева. Применение инфракрасных (ИК) источников позволяет осуществить локальный нагрев, уменьшить время нагрева ремонтируемого изделия и снизить риск повреждения электронного компонента. Рассмотрены особенности двух типов ИК нагревателей: галогенных ИК ламп накаливания, работающие в ближней ИК области и керамический нагреватель – в среднем.

Современное производство изделий электроники невозможно без разработки новых технологий и оборудования групповой пайки, которое обеспечит качественные паяные соединения при возросшей сложности и плотности монтажа поверхностно монтируемых компонентов [1]. Поверхностно монтируемые компоненты (SMD) нашли повсеместное применение в электронной технике, бытовых и промышленных приборах.

Для монтажа и демонтажа SMD компонентов в процессе ремонта электронных изделий применяются инфракрасные паяльные станции различной конструкции и типов применяемых нагревателей. Технология ИК пайки зарекомендовавшая себя рядом достоинств, такими как: высокая скорость нагрева; возможность управления термопрофилем; избирательность нагрева [2]. Данная технология требует дальнейшего развития для увеличения качества монтажа и демонтажа поверхностных компонентов. Для выбора источников ИК нагрева необходим анализ тепловых полей, оценка влияния расстояния от нагревателя до печатной платы на равномерность и скорость нагрева.

В качестве источников ИК нагрева выбраны: галогенная лампа накаливания КГМ 30/300 (рисунок 1,а) работающий в ближней ИК области спектра, и керамический ИК нагреватель типа SHTS/4 (рисунок 1,б) фирмы *Elstein* (средняя ИК область). Характеристики данных нагревателей приведены в таблице 1.

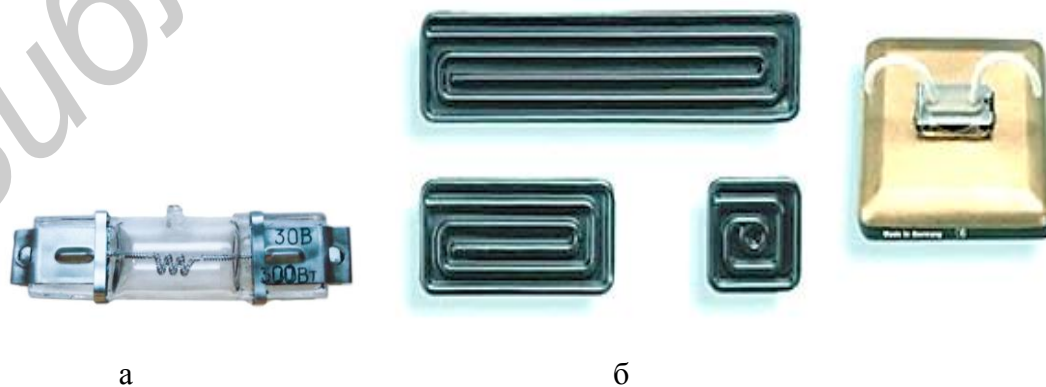


Рисунок 1– ИК нагреватели: а – галогенная ИК лампа накаливания КГМ 30/300, б – керамический ИК нагреватель *Elstein SHTS/4*

Таблица 1. Основные характеристики ИК нагревателей

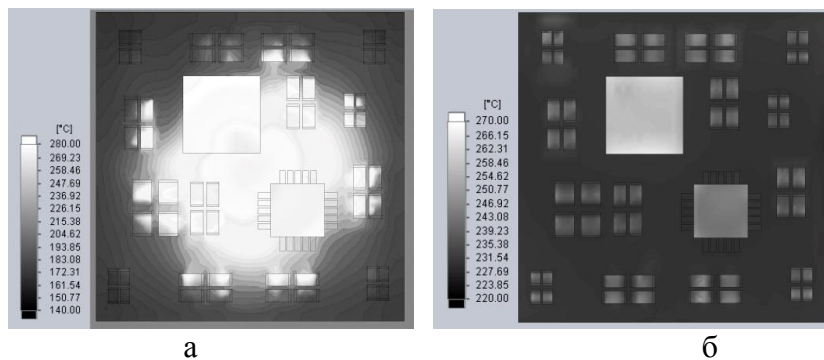
	КГМ 30/300	SHTS/4
Длина волны, мкм	0,7–1,5	2–10
Максимальная интенсивность излучения, кВт/м ²	34,6	76,8
Рабочая температура, К	900	1130
Мощность, Вт	300	300
Напряжение питания, В	30	220
Габаритные размеры, мм	50 x 12 x 12	60 x 60 x 30

Для моделирования процесса инфракрасного нагрева необходимо задать начальные и граничные условия. К ним относятся: система единиц измерения, выбирается тип анализа, тип окружающей среды, материал по умолчанию, параметры теплообмена, значения начальных и окружающих условий, точность моделирования, параметры радиационных поверхностей (*Radiative surfaces*), источников излучения (*Radiative sources*) и источников тепла (*Surface source*). Целью моделирования в пакете *SolidWorks* является получение распределения тепла на плате и установленных поверхностно монтируемых компонентах, подверженных ИК нагреву.

Моделирование распределения температуры по поверхности печатной платы выполнено в программном пакете *SolidWorks* 2012. Для расчета были заданы одинаковые для двух типов нагревателей исходные и граничные условия, и характеристики нагревателей для каждого в отдельности. Окружающая среда – воздух в нормальных условиях. В качестве модели использовалась 4-х слойная печатная плата, габаритными размерами 40x40мм, с установленными на ней компонентами в корпусах *BGA*, *QFP* и *SMD* – 0805, 1206, 1210, расстояние от нагревательных элементов до платы – 20мм. Для керамического нагревателя было дополнительно проведено исследование распределения тепловых полей на расстояниях 10мм и 30мм. В результате моделирования получены тепловые поля на поверхности электронного модуля (рисунок 2).

Анализ тепловых полей (рисунок 2,а) показывает, что для галогенной ИК лампы накаливания КГМ 30/300, неравномерность прогрева печатной платы составила 34–36%, основной нагрев которой сосредоточен в центре, где достигает пика температуры в 200–205°C, тогда как к краям не превышает 140°C. На корпусах установленных компонентов неравномерность температуры лежит в диапазоне: 26–44%.

Для керамического ИК нагревателя *Elstein SHTS/4* (рисунок 2,б) неравномерность нагрева печатной платы составляет 3–4%, температура установленных корпусов поверхностно монтируемых компонентов отличается от температуры печатной платы: *BGA* на 28–32°C, *QFP* – 24–26°C и *SMD* – 5–20°C.



а

б

Рисунок 2 – Тепловые поля на поверхности электронного модуля: а – галогенная ИК лампа накаливания КГМ 30/300, б – керамический ИК нагреватель *Elstein SHTS/4*

Отдельно для керамического нагревателя проанализирована зависимость расстояния от нагревателя до печатной платы, влияющая на неравномерность распределения тепла на различных компонентах (таблица 2).

Таблица. 2. Неравномерность нагрева электронных компонентов, %

Расстояние, mm	Печатная плата	BGA	QFP	SMD
10	7–9	5–7	4–6	6–8
20	5–7	3–5	3–5	3–5
30	5–7	3–5	3–5	3–5

Для проверки полученных моделей проведено исследование на лабораторном макете, в состав которого входили: блок питания, измеритель температуры, источник инфракрасного нагрева. Инфракрасный источник устанавливался на высоте 10 мм от поверхности платы. Измерения температуры нагрева в различных точках печатной платы, производилось с шагом 5 мм по осям X,Y по времени до фазового перехода припоя [3].

Форма изотерм полей нагрева галогенной лампы накаливания (рисунок 3,а), свидетельствует о невысокой неравномерности процесса пайки, где максимальная скорость нагрева равная 20–22°C/c была зафиксирована на площади равной 120 мм².

Керамического ИК нагреватель (рисунок 3, б), характеризуется высокой равномерностью нагрева, но его применение привело к снижению 5–7 раз скорости нагрева, в сравнении с галогенной ИК лампой и составила 3–4°C/c.

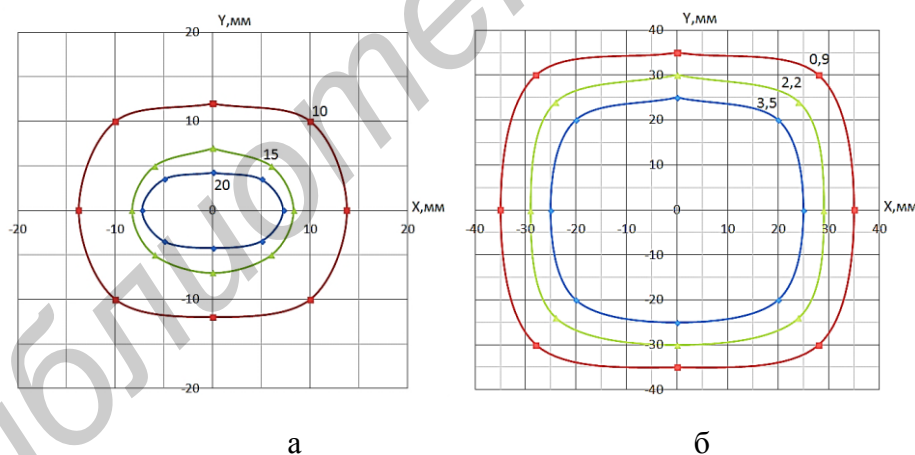


Рисунок 3 – Тепловые поля скорости ИК нагрева, °C/c: а – КГМ 30/300, б – Elstein SHTS/4

Исследования термопрофилей пайки SMD компонентов производилось на установке ИК пайки, в конструкции которой помимо исследуемых нагревателей (ИК лампа накаливания КГМ 30/300 и керамический ИК нагреватель Elstein SHTS/4), применялся столик с преднагревом мощностью 1000 Вт. Для автоматизации получения данных применен измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ210 и персональный компьютер. Полученные в ходе эксперимента термопрофилеи представлены на рисунке 4.

На этапе предварительного нагрева формы термопрофилей близки друг другу, это объясняется тем, что на данном этапе нагрев осуществляется только нижним нагревателем, который в ходе эксперимента не менялся. Для галогенной ИК лампы

характерна большая на 71–74% скорость нагрева по сравнению с керамическими нагревателями.

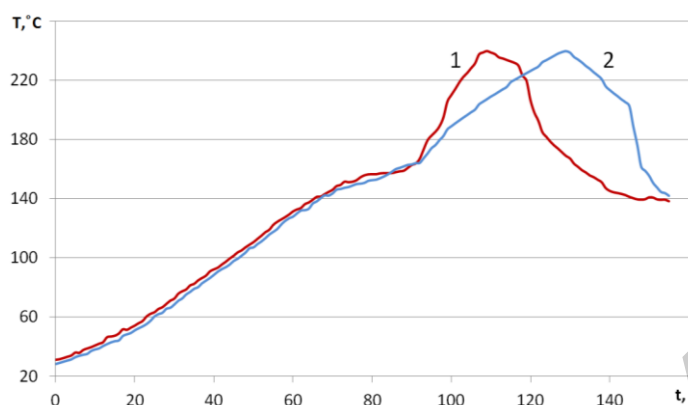


Рисунок 4 – Термопрофили пайки припоем ПОС61. 1 – галогенная ИК лампа накаливания КГМ 30/300, 2 – керамическим ИК нагревателем *Elstein SHTS/4*

Анализ тепловых полей полученных в ходе моделирования показывает, что для галогенной ИК лампы накаливания КГМ 30/300, неравномерность прогрева печатной платы составила 34–36%, основной нагрев которой сосредоточен в центре, где достигает пика температуры в 200–205°C, тогда как к краям не превышает 140°C. На корпусах установленных компонентах неравномерность температуры лежит в диапазоне: 26–44%. Для керамического ИК нагревателя *Elstein SHTS/4* неравномерность нагрева печатной платы составляет 3–4%, температура установленных корпусов поверхностно монтируемых компонентов отличается от температуры печатной платы: BGA – на 28–32°C, QFP – 24–26°C и SMD – 5–20°C.

Форма экспериментальных изотерм полей нагрева галогенной лампы накаливания, свидетельствует о невысокой неравномерности процесса пайки, где максимальная скорость нагрева равная 20°C/с сосредоточена на площади равной 120 мм². Керамического ИК нагреватель, охарактеризовался высокой равномерностью нагрева, но его применение привело к снижению 5–7 раз скорости нагрева, в сравнении с галогенной ИК лампой и составила 3–4°C/с.

При увеличении расстояние пайки керамическим ИК нагревателем *Elstein SHTS/4* в три раза, скорость нагрева до температуры пайки увеличилось в 2–3 раза. Для галогенной ИК лампы характерна большая на 71–74% скорость нагрева в сравнении с керамическими нагревателями, что дает основание для выбора данного источника как основного нагревательного элемента в автоматизированных производственных линиях с высокой производительностью.

Применение керамических ИК источников среднего диапазона оптимально в ИК системах, предназначенных для ремонта изделий с SMD компонентами, поскольку для них характерна высокая равномерность нагрева поверхности изделия во время проведения монтажных работ, а за счет увеличения времени нагрева снижаются термические напряжения в объеме компонентов изделия.

Список литературы

1. Gibbs R. A Guide to Infrared (IR) Rework on BGAs / R. Gibbs // SMT 2009. – May/June. – P. 20– 21.
2. Медведев, А. М. Сборка и монтаж электронных устройств / А.М. Медведев.– М.: Техносфера, 2007. – 256с.

3. Ланин, В.Л. Применение инфракрасного нагрева для монтажа и демонтажа поверхностно монтируемых компонентов / В.Л. Ланин, А.И. Лаппо, Т.И. Лавор // Технологии в электронной промышленности. – 2015. – № 3. – С. 60 – 62.

Библиотека БГУИР