

# Фокусная инфракрасная пайка — ремонт BGA-микросхем с превосходным качеством

**Ремонт BGA-микросхем можно отнести к одной из самых сложных и ответственных процедур при производстве изделий радиоэлектроники. Требования к качеству выпускаемой продукции растут с каждым годом, а высокая сложность изделий предполагает внедрение передовых технологий производства. Под понятием «ремонт микросхем BGA» понимается процесс демонтажа неработающего элемента и установка взамен него нового элемента. Для демонтажа и монтажа элементов применяется пайка, которая является основополагающим процессом. Пайка при ремонте BGA-микросхем — трудоемкий и ответственный процесс, требующий особого внимания.**

**Антон Кантер**

anton@avanteh.ru

К особенностям корпуса BGA следует отнести расположение его шариковых выводов непосредственно под корпусом микросхемы. Визуально проконтролировать процесс пайки невозможно, так как выводы закрыты самим корпусом. Особенностью микросхем BGA является и то, что выводы у них негибкие и, например, при тепловом расширении или вибрации некоторые выводы могут повредиться. Эти особенности накладывают очень жесткие требования к ремонту и пайке BGA-микросхем. В статье будут рассмотрены все основные способы и технологии пайки BGA-микросхем при ремонте и сформулированы необходимые условия для качественной пайки.

## Пайка BGA

Для качественной пайки BGA необходимо строго выполнение температурных показателей в разных точках изделия. На рис. 1 изображены типовые

температуры пайки BGA-микросхем. Между всеми указанными температурами есть взаимосвязь, и задача оператора состоит в том, чтобы добиться их максимального соответствия. Точка А — температура корпуса компонента, точка В — температура поверхности платы, точка С — температура верха шарика BGA, точка D — температура низа шарика BGA. Регулируя температуру в точках А и В, оператор может влиять на температуру в других точках. Изменяя температуру в точке А, оператор меняет ее и в точке температуры С. Изменяя температуру в точке В, оператор изменяет ее и в точке D. Только при одновременном выполнении всех температурных параметров возможна качественная пайка BGA.

Факторы, определяющие качественную пайку BGA:

- Качество применяемой элементной базы и расходных материалов, контроль за наличием загрязнений и паяемостью элементов.
- Применение технологичного оборудования, способного упростить и автоматизировать процесс нанесения материала, установки и пайки компонента.
- Соблюдение и контроль технологических параметров во время пайки (контроль температуры).

## Сравнение технологий пайки BGA

Технологии пайки BGA можно условно разделить на три группы:

- Пайка горячим воздухом.
- Инфракрасная пайка средневолновым излучением.
- Инфракрасная пайка коротковолновым излучением.

### Технология пайки горячим воздухом

Принцип работы систем пайки горячим воздухом основан на переносе тепловой энергии нагретым воздухом. Для нагрева воздух пропускается через специальный нагревательный элемент с помощью вентиляторов. Нагретый воздух позволяет расплавить припой и произвести пайку. Оборудование для

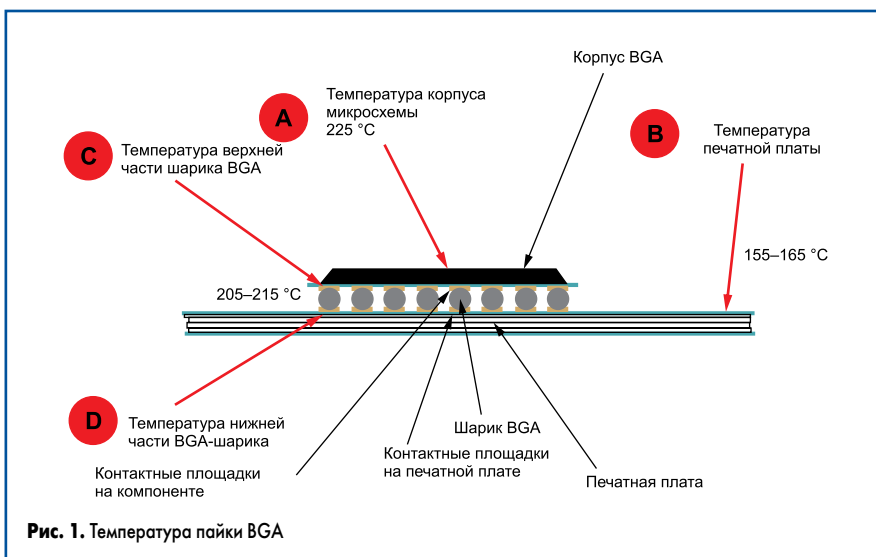


Рис. 1. Температура пайки BGA

пайки горячим воздухом можно условно разделить на два подтипа:

- Ручные термофены с насадкой-жалом для точечного нагрева.
- Ремонтные центры со специальными насадками, позволяющие одновременно нагревать все выводы паяемой микросхемы по заданному термопрофилю. Как правило, подобные системы предусматривают нижний подогрев, позволяющий нагреть саму печатную плату, модуль установки BGA-микросхем со слит-линзой и специализированное ПО для управления процессом пайки. Паяльные насадки специально выбираются под тип паяемой микросхемы. Преимущества систем пайки горячим воздухом:

- Низкая стоимость оборудования для точечной пайки (ручные термофены).
- Высокая скорость нагрева.
- Возможность работы с любыми SMD-компонентами.

Недостатки систем пайки горячим воздухом:

- Необходима высокая квалификация персонала при точечной пайке (ручные термофены).
- Термоудар компонента или печатной платы (процесс нагрева компонента ручным термофеном не контролируется).
- Необходимость приобретения специальных насадок под каждый тип микросхем.
- Поток воздуха может сдувать или сдвигать компоненты при пайке.
- Возможно задевание паяльной насадкой соседних элементов.
- Контроль температуры воздуха осуществляется лишь на выходе с насадки, а не на самом корпусе микросхемы.

### ИК-пайка средневолновым излучением

В основе данной технологии лежит бесконтактная ИК-пайка с помощью ИК-нагревателя, излучающего тепловую энергию. Тепловая энергия, излучаемая ИК-нагревателем, позволяет нагреть корпус микросхемы до заданной температуры. Температура нагревателя контролируется с помощью программного обеспечения и позволяет производить пайку по термопрофилю.

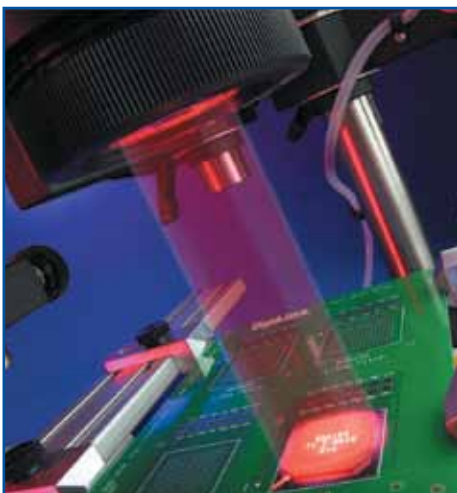


Рис. 2. Фокусная ИК-пайка

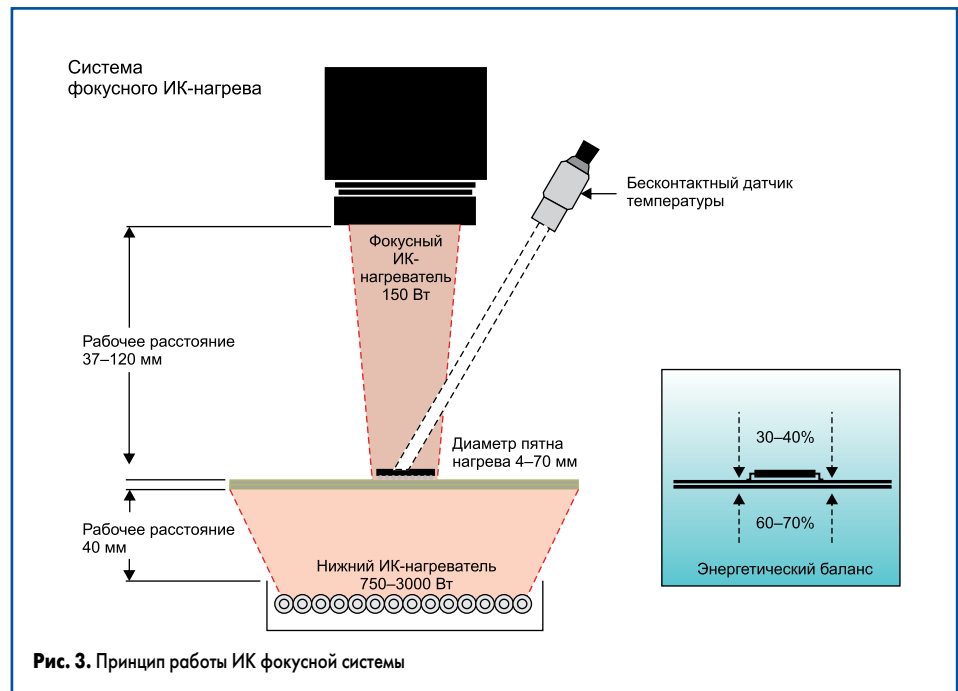


Рис. 3. Принцип работы ИК фокусной системы

Средневолновое ИК-излучение равномерно распространяется вокруг нагревателя. При пайке оператор должен настроить ограничить зону излучения ИК, установив специальные экраны. Ремонтные центры имеют возможность нагревать саму печатную плату с помощью нижнего нагревателя и обладают системами технического зрения для снятия и установки микросхем.

Преимущества систем ИК-пайки средневолновым излучением:

- Возможность пайки любых компонентов SMD.
- Отсутствие необходимости использования паяльных насадок.
- Недостатки систем ИК пайки средневолновым излучением:
- ИК-нагреватель обладает большой тепловой инерционностью, как при нагреве, так и при охлаждении.
- Сложность настройки и контроля термопрофиля, проблемы с повторяемостью процесса пайки.
- Необходимость использовать защитные экраны на нагревателе и защищать соседние компоненты от перегрева.

### ИК фокусная пайка коротковолновым излучением

В отличие от систем с средневолновым ИК-нагревателем нагрев в системах ИК фокусной пайки происходит только на заданной площади, что исключает перегрев соседних элементов.

Технология ИК фокусной пайки основана на использовании коротковолнового видимого ИК-излучения, сфокусированного на определенной площади. Излучение формируется с помощью специальной лампы и, проходя через систему линз, фокусируется на поверхности печатной платы. В отличие от средневолнового излучения, ИК-излучение, используемое при фокусной пайке, можно увидеть человеческим глазом. В зоне его действия оператор будет видеть красный круг (рис. 2). Изменяемый размер области нагрева позволя-

ет точно настроить область пайки и избежать нагрева соседних компонентов. Фокусную пайку можно контролировать и оперативно изменять ее параметры для точного соблюдения температурного режима. Низкая температурная инерционность нагрева позволяет мгновенно реагировать на любые изменения параметров температуры.

Для получения максимального качества пайки системы дополнительно оснащаются нижним средневолновым подогревателем, позволяющим прогреть изделие целиком до необходимой температуры. Верхний, фокусный нагрев помогает достичь точной температуры на корпусе компонента. Система беспроводных датчиков контролирует температуру корпуса микросхемы и поверхности изделия и осуществляет абсолютное выполнение параметров термопрофиля (рис. 3).

Преимущества ИК фокусной пайки:

- Высокая скорость реакции ИК нагревателя, возможность точной настройки и контроля термопрофиля.
  - ИК-излучение можно увидеть человеческим глазом и настроить пятно нагрева под необходимые размеры компонента, нет необходимости защиты соседних элементов.
  - Деликатный нагрев, не способный повредить корпуса микросхем.
  - Постоянный контроль температуры.
  - Отсутствие риска смещения компонентов струей горячего газа.
  - Нет необходимости в использовании защитных экранов и паяльных насадок.
- Недостатки системы фокусной пайки:
- Необходимо использовать специальный защитный скотч для компонентов с блестящими поверхностями корпусов.

### Компания PDR — первооткрыватель в технологии ИК-пайки

Технология ИК фокусной пайки была впервые разработана и реализована английской компанией PDR в 1986 году. На сегодняшний



**Рис. 4.** ИК фокусная пайка на ремонтных центрах PDR

день во всем мире установлено около 4000 ремонтных центров. Оборудование используется такими всемирно известными компаниями, как BOEING, NOKIA, PANASONIC, LG, SAMSUNG, IBM, DELL, SIEMENS, BOSCH, агентствами NASA, EADS, BAE, JPL. Ведущие производители электроники нашей страны также успешно эксплуатируют системы компании PDR. В настоящее время ремонтные центры компании PDR занимают лидирующие места по всему миру и предлагают своим пользователям решать задачи любой сложности (рис. 4).

Широкий модельный ряд ремонтных центров PDR позволяет решать задачи любой сложности.



**Рис. 5.** ИК ремонтный центр PDR-E3Vi Gold

Модели начального уровня серий С3 и D3 комплектуются ИК фокусной пушкой и нижним подогревом печатных плат. Параметры нагрева вводятся оператором через контроллер, который позволяет создавать термопрофили.

В более продвинутые ремонтные центры серий E3 и E6, помимо ИК фокусной пушки и нижнего подогревателя печатных плат, устанавливается система технического зрения для точной установки компонентов. Ввод и контроль параметров цикла пайки реализуется с помощью ПО в полностью автоматическом режиме (рис. 5).

В данной статье были рассмотрены основные типы технологий для ремонта BGA-микросхем, их преимущества и недостатки.

В зависимости от сферы применения заказчики могут использовать различные технологии для осуществления ремонта изделий. У каждой технологии есть свои преимущества и недостатки, которые влияют и на ограничения по применению данных технологий, и в конечном итоге на результат пайки.

Для контрактных производств электроники технология ИК-пайки является наиболее предпочтительной, так как позволяет добиться идеальных температурных режимов пайки на изделиях любой сложности, быстрой отладки и построения термопрофиля при смене типа продукции. Кроме того, нет необходимости приобретать дополнительные паяльные насадки и защитные экраны.