

Селективная пайка — возможности и преимущества

Благодаря возрастающему требованию по повышению качества продукции и уменьшению длительности производственного цикла многих этапов производства радиоэлектронных изделий, у селективной пайки появляется неоспоримый ряд преимуществ.

Наиболее широко распространенными на данный момент являются системы селективной пайки миниволной, лазером или горячим газом. Селективная пайка может удовлетворить практически любое производственное требование при использовании систем пайки, а также дает возможность производителям электроники уменьшить размеры изделий, снизить их себестоимость и резко повысить качество продукции.

Алексей Попков

pribor@pribor.ru

Если посмотреть на развитие технологических процессов в электронной промышленности за последние годы, то можно отметить устойчивую тенденцию все более широкого применения печей конвекционного оплавления, которое связано с переходом предприятий на технологию поверхностного монтажа. Все реже применяются и материалы, имеющие в своем составе свинец. Но для большинства российских предприятий невозможно полностью уйти от ТНТ технологии и применения свинцовосодержащих материалов.

Долгое время популярным решением пайки ТНТ компонентов оставались системы пайки волной. С усовершенствованием технологии и оптимизацией процесса разработчики систем обратили внимание на целесообразность применения машин пайки волной. С появлением систем селективной пайки удалось решить следующие задачи:

- Возможность обработки обеих сторон ПП за один проход, что значительно увеличивает производительность системы.
- Теперь SMD и ТНТ компоненты можно размещать на одной стороне платы — как результат миниатюризации электронных изделий.
- Достижение претензионной точности стало возможно с использованием роботизированной системы SCARA (EPSON).
- Отпала надобность в прогоне волны по всей поверхности ПП, как следствие — снижение затрат на расходные материалы.
- Возможность сконфигурировать машину под любые производственные нужды.
- Возможность обработки изделия различными сплавами на одной машине за один цикл.
- Возможность работы по безотмывочной технологии.
- Работа в инертной среде с минимальным расходом азота.
- Значительное сокращение времени производственного цикла и сокращения числа сотрудников, занятых операцией ручной пайки.
- Снижение затрат на энергоресурсы.

В течение длительного времени считалось вполне приемлемым паять отдельные компоненты вручную, но благодаря постоянно растущим требованиям по повышению качества продукции и снижению временных затрат на производственные операции, уменьшению неконтролируемых операций, появляются потребности в новых и более соответствующих данным требованиям технологиях производства.

В частности, SMD компоненты можно паять с использованием систем конвекционной пайки. Преимуществом данного метода является одновременная пайка всех установленных компонентов, что в свою очередь снижает стоимость изделий до минимума.

В то же время технология конвекционной пайки имеет ограничения по применению при использовании чувствительных к превышению температуры компонентов поверхностного монтажа.



Дополнительно необходимо учитывать много факторов при использовании систем конвекционной пайки и выборе соответствующего термопрофиля — размеры выводов, контактных площадок, компонентов, количество нанесенной паяльной пасты и т. д.

Селективная пайка — возможности конфигурации

Основной конструктив машины — мощная стальная рама. В данном блоке все оси жестко зафиксированы для каждого модуля (конвейер, зона предварительного нагрева, блок флюсования и блок пайки). Такое жесткое выравнивание по осям обеспечивает высокую точность в позиционировании и надежности работы машины и удовлетворяет все требования, предъявляемые к селективной пайке.

В стандартной машине (рис. 1) плата перемещается над модулем предварительного нагрева, что гарантирует рациональную передачу тепла. После этого механизм захвата берет плату и перемещает ее через устройство флюсования в модуль пайки. В то время как происходит процесс пайки, следующая ПП уже находится в зоне предварительного нагрева, поэтому время прохождения зоны предварительного нагрева не влияет на общее время производительности.

Для достижения наиболее короткого времени рабочего цикла процесс флюсования может выполняться отдельно стоящим внешним координатным модулем флюсования. Совместно с процессом пайки погружением, применение данного модуля флюсования сокращает длительность времени рабочего цикла и не превышает 20 с даже для сложных ПП, с высокой плотностью монтажа.

Моторизованный цепной/роликовый конвейер на входе и выходе системы позволяет проводить одновременную обработку следующих процессов:

- вход / предварительный нагрев;
- флюсование и пайка;
- выход.

В результате значительно уменьшается время цикла.

Устройство перемещения ПП в системе

Обработка изделий в течение процесса флюсования и пайки выполняется при помощи осевой системы перемещения ПП (роботизированная рука с сервоприводами) (рис. 2). Это гарантирует точное позиционирование (0,1 мм)

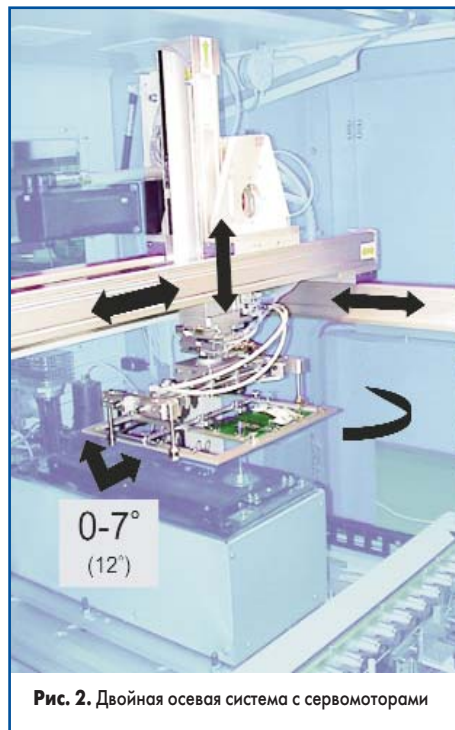


Рис. 2. Двойная осевая система с сервомоторами

и высокую надежность при перемещении. В некоторых машинах применяется система перемещения SCARA (EPSON) Robot (рис. 3), в таком случае точность позиционирования достигает 0,05 мм при постоянной повторяе-

мости процесса. Машины с осевой системой или роботом имеют систему захватов, которая загружает плату в машину из конвейерной линии и по окончании процесса пайки выгружает плату обратно в линию.

Система захвата ПП позволяет применять при работе в одной машине различные флюсующие устройства и модули пайки, к примеру, модули миниволны или модули для пайки погружением. Выше приведенные процессы пайки могут также использоваться в дополнение к обычной пайке волной и при одновременном использовании существенно снижают время рабочего цикла.

Устройство захвата и перемещения по осям или при помощи робота состоит из двух основных узлов: зажимной головки с пневматическим наклоном и функцией поворота и системой зажимов. В свою очередь, зажимы могут быть для ПП, гибких ПП или для ПП, подаваемых в паллетах.

Модульная структура установок дает возможность сконфигурировать машину для любых производственных требований. Например, сделать упор на максимальную гибкость системы или высокую производительность. Такая возможность появляется при конфигурации различных модулей предварительного нагрева, флюсования и пайки.

В зависимости от требований могут применяться различные типы захватов: зажимами, натяжителями, вакуумом. Также может быть использован обычный захват или специализированная паллета.

В систему можно устанавливать регулируемые захваты для частичной обработки плат. Обрабатываемая плата может переворачиваться на 180° — это дает возможность обработки верхней и нижней ее сторон.

Системы селективной пайки с использованием миниволны и захватов для перемещения обрабатываемых плат показали себя как надежные, высокоточные системы селективной пайки с высоким качеством обработки плат (рис. 4).



Рис. 1. Высокопроизводительная система селективной пайки MWM 3250



Рис. 3. Система захвата и перемещения ПП двигателями для перемещения ПП — EPSON Robot



Рис. 4. Системы селективной пайки миниволной с использованием захватов для перемещения обрабатываемых плат

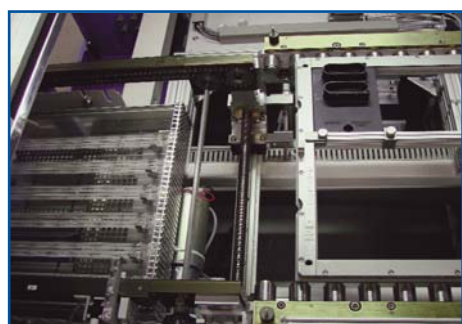


Рис. 5. Кварцевые нагреватели в модуле предварительного нагрева

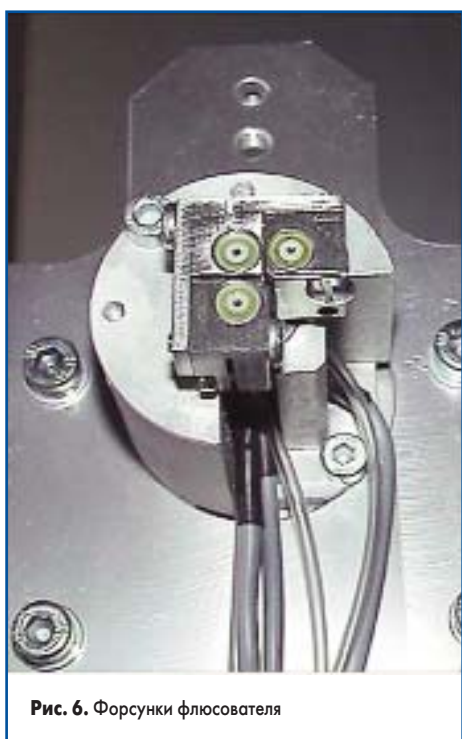


Рис. 6. Форсунки флюсователя

Предварительный нагрев

Область предварительного нагрева может комплектоваться из модулей инфракрасных нагревателей, кварцевых излучателей и модулей направленной конвекции. Причем располагаются модули как в самой машине (стандартно), так и в виде отдельно стоящих модулей перед входом в установку, этот способ применяется для увеличения производительности.

Количество, длина и ширина зон нагрева выбираются в зависимости от индивидуальных требований.

В модулях предварительного нагрева можно запрограммировать пропускную способность и время предварительного нагрева. Например, при применении модуля с 6 кварцевыми излучателями число излучающих элементов задается согласно ширине платы (рис. 5).

Система флюсования

Всем заказчикам производитель оказывает техническую поддержку при выборе наиболее подходящей конфигурации модулей. В частности, модули флюсования могут быть трех типов:

- Модуль флюсования распылением. Устанавливается в самой системе и состоит из ванны и одной или нескольких распыляющих форсунок, их количество зависит от требуемой производительности (рис. 6–8). Данный модуль флюсования позволяет обрабатывать любые ПП по всей ширине.
- Модуль флюсования окунанием. Также устанавливается в самой системе и состоит из ванны и адаптера с выдвигаемыми насадками, которые изготавливаются конкретно для областей на ПП, которые должны флюсоваться. Все паяемые соединения флю-



Рис. 7. Контроль распыления



Рис. 8. Функция автоматической очистки форсунок

суются одновременно, что сокращает время операции, поэтому, как правило, данный модуль устанавливается при многосерийном производстве. В случае, когда необходимо флюсовать любой другой продукт, в модуле меняется адаптер с насадками, соответствующими новому изделию (рис. 9). Новые разработки инженеров компании SEHO позволили значительно снизить время замены адаптера в данном модуле. Современная технология насадок обеспечивает максимальное качество нанесения флюса точно в зону пайки. Данная технология позволяет наносить флюс и на близко расположенные области. А также обрабатывать труднодоступные точки пайки.



Рис. 9. Адаптер модуля флюсования окунанием

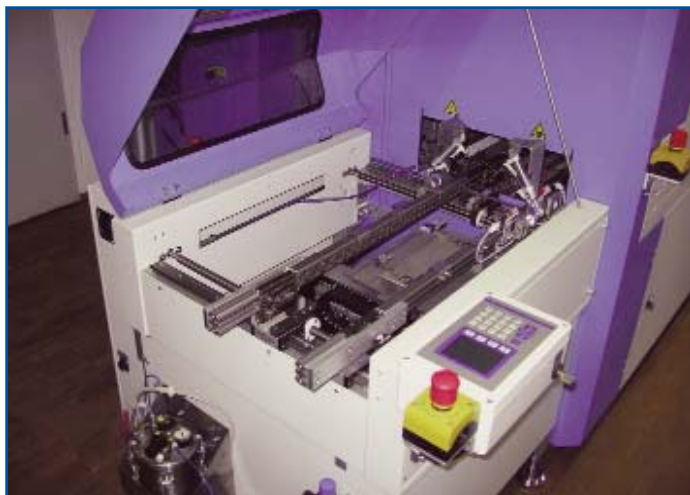


Рис. 10. Координатный модуль флюсования

• Координатный модуль флюсования (рис. 10). Устанавливается перед входом в систему и предназначен для селективного флюсования областей ПП. Имеет высокую производительность, надежность в работе и может использоваться для любых других систем пайки. Флюсование производится точно для областей, предназначенных для дальнейшей пайки. Микрокапельная форсунка исключает попадание флюса на прилегающие области. Модуль состоит из ванны и одной или нескольких распыляющих форсунок. Он позволяет обрабатывать любые ПП с максимальной рабочей областью 500×500 мм. Точность позиционирования при обработке достигает 0,1 мм.

Модуль пайки

Конфигурация модуля пайки аналогична конфигурации модуля флюсования. В зависимости от поставленных задач устанавливаются модули пайки миниволной, модули пайки окунанием, стандартной пайки волной, модуль лазерной или конвекционной направленной пайки. Также возможна установка нескольких модулей в одной системе для увеличения производительности.

Пайка миниволной

Использование пайки миниволной припоя наиболее актуально при многоменклатурном производстве (рис. 11). Уникальность систем селективной пайки компании SEHO за-



Рис. 12. Насадки для пайки миниволной



Рис. 11. ПП над соплом миниволны

ключается в технологии процесса пайки. Модуль пайки с загруженным в ванну припоем находится в неподвижном состоянии, что позволяет исключить возможность быстрого выхода из строя привода узла пайки, достигнуть максимальной точности в позиционировании и получить качественную галтель.

После операций предварительного нагрева или флюсования ПП перемещается на узел пайки. Согласно заданной программе манипулятор с высокой точностью передвигает ПП над соплом волнообразователя.

Разнообразие сменных насадок (диаметром от 3 мм до 10–20 мм) позволяет сделать процесс максимально гибким (рис. 12). Предлагается и специальное сопло. В результате его применения пропаяются компоненты любой сложности и отпадает необходимость пайки компонентов под углом.

Следующая причина высокого качества пайки при использовании систем пайки миниволной —

это безоксидная волна, которая достигается подачей азота непосредственно в зону пайки. Это в свою очередь снижает время обслуживания и подготовки к работе самой системы.

После пайки манипулятор перемещает продукт либо на конвейер (in line версии), либо на поворотный столик (версии для автономной работы), который выгружает ПП на станцию охлаждения или, минуя ее, выводит ПП из системы.

Бесконтактное измерение уровня миниволны

Современное бесконтактное измерение уровня миниволны гарантирует высокую точность и надежность рабочего процесса. Высота волны и количество припоя в ванне постоянно отслеживаются без какого-либо влияния на время рабочего цикла (рис. 13).

Пайка окунанием

Изначально пайка окунанием в системах селективной пайки разрабатывалась как пайка одного продукта с максимальной производительностью. При пайке окунанием все необходимые точки пропаяются одновременно, и при этом качественно обрабатываются даже геометрически труднодоступные точки. При пайке окунанием к минимуму сводится риск образования перемычек и отлично смачиваются даже труднопаяемые сплавы (рис. 14).



Рис. 13. Бесконтактное измерение уровня миниволны



Рис. 14. Паяльная маска и сопло при пайке окунанием

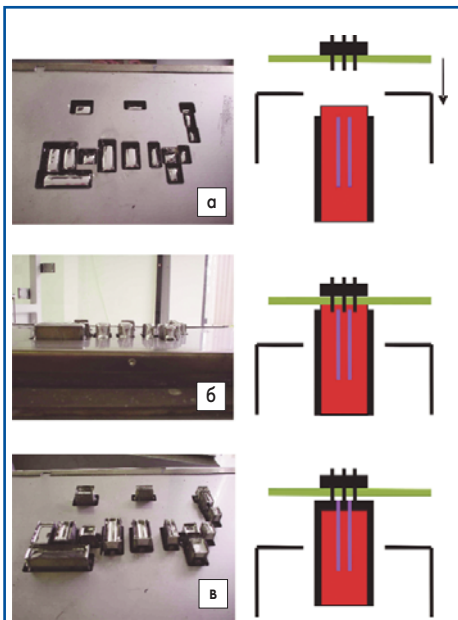


Рис. 15. Технология пайки окунаем:

- а) специально производимые насадки / короткое время цикла / высокая производительность
 б) понижение содержания азота контролируется при помощи ПО. После этого печатная плата переходит в позицию пайки
 в) спустя какое-то время уровень припоя снижается, плата сохраняет свою позицию, и пайка происходит с помощью специальных выдвижных насадок определенной формы

Новая технология изготовления быстрых адаптеров позволяет в течение двух–трех минут произвести переналадку под новый продукт (рис. 15).

Селективная лазерная пайка

Селективная лазерная пайка (рис. 16) обладает неоспоримым преимуществом по сравнению с другими системами пайки при обработке плат с высокой плотностью, малыми размерами компонентов и чувствительными к температуре материалами, а также там, где применение других систем пайки не рекомендуется либо невозможно. Система идеальна и в использовании при пайке элемен-



Рис. 16. Система селективной пайки лазером

тов на гибкой плате. Например: отличное качество пайки карты с микрочипом или MIP's.

Современные системы лазерной пайки позиционируются как системы с наиболее высоким качеством пайки. ПП подаются в зону обработки встроенной транспортной системой. Система останавливает плату над лазерной головкой и фиксируется. Далее следует автоматическое выравнивание по двум точкам (реперным знакам) системой распознавания.

Согласно программе пайки лазерная головка перемещается последовательно от точки к точке, где производит предварительный нагрев паяемого соединения, а затем пайку.

Лазерный луч нагревает необходимую точку индивидуально, строго соответствуя заданным координатам для точечного нагрева до нужной температуры. Точно заданное количество подаваемого припоя на контактную площадку нагревается лазером, тает и оплавляется, надежно охватывая вывод элемента. Для ПП толщиной 0,6 мм типичное время пайки составляет 3–5 с. Контроль процесса пайки происходит посредством цифровой камеры. В режиме реального времени на мониторе отображается процесс пайки каждой точки.

Селективная пайка горячим газом

Системы пайки горячим газом быстры в работе и являются недорогой альтернативой лазерным системам.

Данные системы используются для обработки ПП с односторонним монтажом компонентов, которые не могут быть пропаяны в конвекционных печах в связи с большой температурной чувствительностью.

Эти машины могут быть укомплектованы микрокапельным флюсователем и дозатором для паяльной пасты. Процесс пайки осуществляется горячим газом через обычную либо специализированную насадку для повышения производительности и снижения времени рабочего цикла (рис. 17).

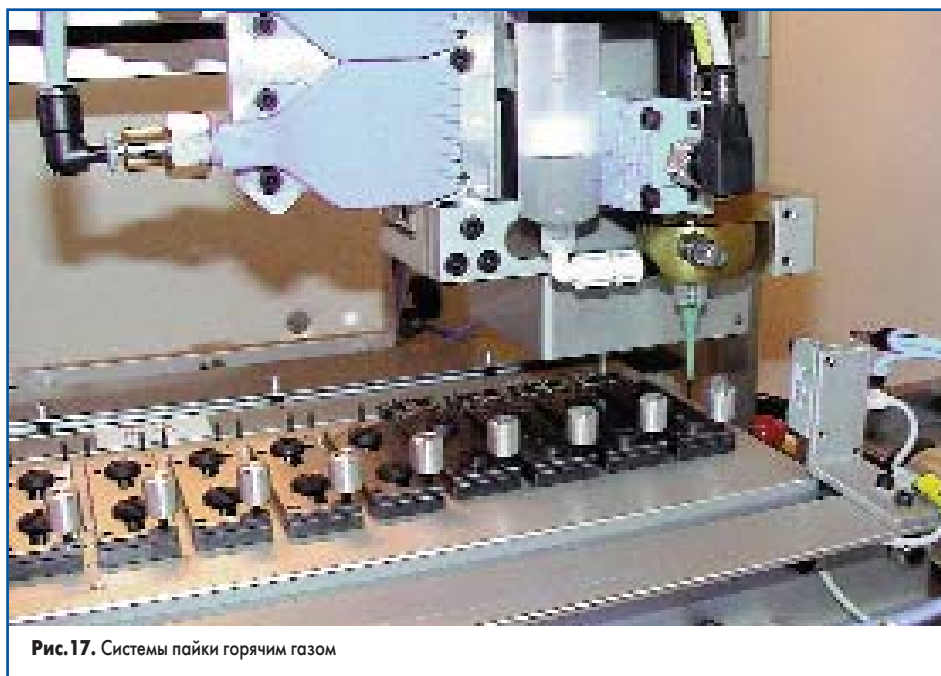


Рис. 17. Системы пайки горячим газом

Процесс обучения

Производители систем позаботились о том, чтобы работа с системой была максимально простой и удобной.

Система имеет два встроенных монитора. Первый отвечает за процесс обучения. Второй монитор — сенсорный и отвечает за управление системой.

Оператор должен только задать несколько точек процесса, и система автоматически предложит параметры для данного продукта:

- направление пайки;
- угол пайки;
- координаты перед точкой пайки (XY);
- координаты после точки пайки (XY);
- время пайки;
- скорость пайки.

Важно отметить, что процесс обучения не занимает много времени. Оператор может воспользоваться функцией, когда базовые параметры задаются путем сканированием платы, или указать точки пайки вручную, путем наведения курсора на изображение точки пайки, в реальном времени отображающейся с цифровой камеры.

Вывод

В настоящее время существует достаточно разных технологий и установок селективной пайки для различных применений в соответствии с требуемыми параметрами.

Но, тем не менее, при выборе систем селективной пайки необходимо обратить пристальное внимание на требуемую производительность машин, гибкость процессов и специальные требования, например, такие как наличие компонентов, критичных к повышению температуры. Несомненно, что автоматическая селективная пайка будет применяться чаще, она позволяет повысить качество пайки и скорость обработки плат, уйти от ручного труда и максимально снизить затраты на изготовление продукта.