

# Селективная пайка — это вам подходит?

**Когда речь заходит о монтаже печатных плат, предполагается, что селективная пайка применяется для монтажа штыревых компонентов на плате с поверхностно-монтируемыми компонентами. Системы селективной пайки выполняют эту задачу, нанося флюс и припой на отдельные участки плат, в некоторых случаях предварительно прогревая их.**

**Владимир Егоров**

smt@dipaul.ru

**В**ыбор системы пайки определяется количеством монтируемых компонентов и местом их расположения, сложностью процесса и требованиями, предъявляемыми к времени цикла. Если на нижней стороне платы установлены компоненты, соприкосновение которых с расплавленным припоем недопустимо, или если нужно запаять всего несколько точек или компонентов, то в этом случае оправданным будет использование селективной пайки.

Рассмотрим опыт внедрения селективной пайки на примере компании BAE Systems' Irving, Texas.

## **Внедрение селективной пайки вместо пайки в среде пара и пайки волной припоя**

Более десяти лет компания BAE Systems' Irving, Texas, для двусторонних плат одновременно использовала два вида пайки: пайку в среде пара и пайку волной припоя. Сначала одна сторона платы запаивалась в системе пайки волной припоя, затем вторая сторона — в среде пара. При пайке в среде пара растапливались заготовки припоя (рис. 1), установленные под выводы



**Рис. 1.** Заготовки припоя

разъемов, для чего использовалась теплоотдача конденсированного пара кипящей фторсодержащей жидкости.

Достоинства пайки в среде пара очевидны: достижение очень высокой температуры и возможность точного нанесения необходимого количества припоя. На рынке продаются заготовки припоя различных размеров, поэтому проблемы недостаточного или излишнего количества припоя в месте пайки — редкость.

Среди недостатков пайки в среде пара можно назвать высокую стоимость владения (затраты на специальную жидкость достаточно существенны) и ограничения процесса (трудоемкая работа установки заготовок припоя пинцетом на места пайки или дорогостоящая оснастка для удержания заготовок припоя на месте) (рис. 2).

Компания BAE Systems' Irving работает с мелкосерийными заказами для авиационной промышленности. Девяносто процентов печатных плат паялись в системе пайки волной припоя, и только десять — в системе пайки в среде пара. Поэтому оборудование долго простаивало. К тому же система пайки в среде пара использовалась только для монтажа двусторонних плат. Запаивать согнутые выводы компонентов сквозного монтажа в среде пара невозможно, так как под согнутые выводы нельзя установить заготовки припоя.



**Рис. 2.** Обычные инструменты и оснастка для установки заготовок припоя



Рис. 3. Пример двусторонней платы

На рис. 3 показана двусторонняя плата, для пайки которой необходимо предпринять следующие шаги.

1. Установить три прямоугольных разъема.
2. Нанести материал-маску на шесть отверстий крепления разъемов, чтобы припой не забил сквозные отверстия. (Материалом маски может быть либо водорастворимая пленка, либо жидкий материал для формирования маскирующего слоя).
3. Произвести предварительный нагрев платы и полимеризацию слоя маски.
4. Запаять три разъема в системе пайки волной припоя.
5. Сделать полуводную отмывку платы для удаления материала для формирования маскирующего слоя.
6. Установить семь круглых разъемов.
7. Установить заготовки припоя на штырьки круглых разъемов.
8. Предварительно нагреть плату.
9. Нанести флюс.
10. Произвести пайку круглых разъемов в среде пара.
11. Сделать полуводную отмывку.

Естественно, компания BAE Systems' Irving искала альтернативы такому способу монтажа плат. Рассматривались варианты лазерной и селективной пайки. После длительных исследований специалисты предприятия пришли к выводу, что селективная пайка – более предпочтительный метод монтажа подобных плат.

Во время селективной пайки на заранее запрограммированные места на плате наносится строго заданное количество расплавленного припоя. В отличие от пайки волной припоя, при которой плата двигается целиком над волной в заданном направлении, при селективной пайке возможно напрямую контролировать параметры пайки каждого отдельного паяного соединения, например: высота насадки, волны, время нахождения в волне припоя и т. д.

Компания BAE Systems' Irving остановила свой выбор на системе селективной пайки производства компании Pillarhouse, как наиболее соответствующей их потребностям. После внедрения системы в производственный процесс и отладки монтаж той же двусторонней платы происходит путем совершения следующих операций.

1. Установка трех прямоугольных разъемов.
2. Селективная пайка.
3. Установка семи круглых разъемов.
4. Селективная пайка этих семи разъемов.
5. Полуводная отмывка.

Таким образом, значительно снизилось время, затрачиваемое на монтаж двусторонних плат.

### Использование систем селективной пайки для избежания необходимости нанесения маски

Внедрение селективной пайки, давшее возможность монтажа двусторонних плат без пайки волной припоя, помогло избежать расходов на нанесение маски на плату. На рис. 4 показана плата, которую раньше паяли в системе пайки волной припоя.



Рис. 4. Плата с нанесенной маской

Маску необходимо наносить для того, чтобы защитить плату от волны припоя. Из-за жестких требований, предъявляемых к местам нанесения припоя, наносилось два вида маски: водорастворимая пленка и жидкий материал для формирования маскирующего слоя. Водорастворимая пленка прозрачная, поэтому на фотографии ее не видно. Жидкий материал для формирования маскирующего слоя — это участки красного цвета на фотографии. На нанесение маски, полимеризацию и предварительный нагрев уходило до 2 ч 45 мин. При прохождении плат над волной для ограничения потока припоя использовались специальные дорогостоящие рамки и приспособления. Любой зазор между рамкой-креплением и платой приводил к подтеканию припоя в те места, куда его попадание было крайне нежелательно.

При селективном нанесении припоя на выходы компонентов сквозного монтажа отпадает необходимость в нанесении на плату защитной маски. В результате уменьшается износ оборудования для отмывки плат и исчезает необходимость ремонта и доработки плат, не говоря уже о том, что исчезает дополнительная операция нанесения защитной маски и затраты на ее приобретение.

### Сокращение количества дефектов при применении метода двустороннего оплавления припоя в сочетании с селективной пайкой

При двустороннем оплавлении плат с поверхностно-монтажными компонентами паяльная паста поочередно наносится на обе стороны платы и оплавляется. Ранее же паяльная паста наносилась на одну сторону и оплаивалась, а затем вторая сторона монтировалась на клей. Но при пайке волной припоя был очень большой риск «стряхнуть» компоненты с места. При оплавлении такой опасности нет. После двустороннего оплавления

компоненты, монтируемые через отверстия, допаяются системой селективной пайки.

Еще один плюс комбинирования двустороннего оплавления и селективной пайки – это устранение необходимости ручной пайки. Причем большая часть участков, ранее паявшихся вручную, наиболее сложна для операторов из-за высокой плотности монтажа или конфигурации компонентов.

Таким образом, благодаря внедрению новой технологии монтажа плат с применением двустороннего оплавления и селективной пайки компонентов были достигнуты следующие результаты:

- снижены расходы за счет ненужности использования дорогостоящих материалов для маски;
- значительно сократилось количество операций, выполняемых с платами;
- уменьшилось время монтажа плат;
- уменьшился объем работы, выполняемой вручную;
- удалось максимально снизить количество дефектов;
- увеличилась гибкость процесса;
- повысилась удовлетворенность заказчика результатами монтажа двусторонних плат.

Компании BAE Systems' Irving удалось достичь поставленных целей: высокое качество монтажа плат, максимальная гибкость и снижение затрат на монтаж плат. Применение систем селективной пайки компании Pillarhouse позволило им работать с платами различной конфигурации и решить ряд проблем, связанных с нанесением защитной маски, ручным монтажом и пайкой волной припоя.

### Модельный ряд, представляемый компанией Pillarhouse

Так какую же систему селективной пайки выбрать?

Сегодня компанией Pillarhouse (Великобритания) производится технологическая линейка из четырех систем селективной пайки, различающихся по методу загрузки плат, времени цикла обработки платы, размеру монтируемых плат и методу пайки. В зависимости от ставящихся задач, можно работать на универсальной базовой системе, дооснащать ее различными опциями, встраивать в нее предварительный нагрев или флюсователь, или же выносить их в отдельные модули (в любом порядке), чтобы сократить время цикла монтажа печатных плат (рис. 5, 6).

Все системы могут быть оснащены опциями автоматической проверки уровня припоя в ванне и подачи припоя, опцией проверки высоты волны, насадками различной конфигурации.

#### Система селективной пайки Jade

Jade – это отдельная система селективной пайки с ручной загрузкой печатных плат, обладающая многими достоинствами более крупных и производительных систем. Система предназначена для работы, где нужна максимальная гибкость (рис. 7).



Рис. 5. Модуль предварительного нагрева

**Система селективной пайки Orissa-600**  
Система Orissa-600 создана по тому же принципу, что и система Jade. Как и Jade, Orissa-600 предназначена для работы с небольшими партиями, но система Orissa-600 может работать как отдельная машина или встраиваться в линию и доукомплектовываться модулями предварительного нагрева и флюсования (рис. 8).

**Система селективной пайки Toraz E**

Встраиваемая в линию модульная система селективной пайки Toraz E (рис. 9), предназначена для работы как с маленькими, так и с большими партиями, поэтому прекрасно подходит для контрактных производств. Конфигурация системы в линии и особенности конвейера обеспечивают непревзойденную гибкость и прекрасную скорость выполнения задач.

В серийный ряд систем Toraz E входят:

E100 – одна ось Z: прямое погружение;

E200 – двойная ось Z: поворот платы до 355° и наклон до 7°;

E300 – дополнительно установлены энкодеры на всех осях; управление с обратной связью и контроль позиционирования платы.



Рис. 6. Флюсователь

**Система селективной пайки Amethyst**

Высокоскоростная система селективной пайки мультиволновой применяется для монтажа крупных партий изделий одного или нескольких видов. Система разрабатывается под конкретные изделия заказчика. Для достижения высокой скорости Amethyst (рис. 10) укомплектовывается специальной мультиволновой насадкой для пайки погружением.

**Модульная конфигурация и бессвинцовые технологии**

Модульная конфигурация систем селективной пайки способствует повышению гибкости, особенно в том случае, если речь идет о переходе с использования свинцовосодержащих припоев на бессвинцовые. В системах селективной пайки компании Pillarhouse ванны припоя крепятся на штифтах, для удержания ванн на месте не требуется никаких болтов или механических зажимов. Ванна просто выкатывается после отключения питания нажатием кнопки аварийной остановки, а затем меняется на другую ванну с бессвинцовым припоем.



Рис. 7. Система селективной пайки Jade



Рис. 8. Система селективной пайки Orissa-600

В заключение хотелось бы отметить, что стоимость владения системой селективной пайки значительно ниже стоимости владения системой пайки волной.



Рис. 9. Система селективной пайки Toraz E



Рис. 10. Система селективной пайки Amethyst