

ПАЙКА ВОЛНОЙ: КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДИЗАЙНА ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

Владимир Пивненко
заместитель Директора ДП “ЭКРАН” ОАО “ЧеЗарПа”
e-mail: vpivnenko@ua-ekran.com

ВВЕДЕНИЕ

Одним из самых весомых козырей в конкурентной борьбе на современном рынке электроники является эффективный дизайн изделий, подразумевающий максимально возможное использование автоматизированных сборочных операций при их монтаже. Применение технологии групповой пайки волной является, пожалуй, самым эффективным способом смешанного монтажа печатных узлов. В данной статье рассмотрены основные моменты, на которые необходимо обратить внимание разработчику при оптимизации дизайна изделия, подразумевающего использование технологии пайки волной.

Технология

Групповая пайка волной – технология, хорошо зарекомендовавшая себя и используемая уже на протяжении многих лет. На сегодняшний день краеугольным камнем, при её применении, является всё увеличивающаяся плотность размещения компонентов в сочетании с постоянным уменьшением их размеров. Упрощённая схема, иллюстрирующая процесс пайки волной приведена на рис. 1.

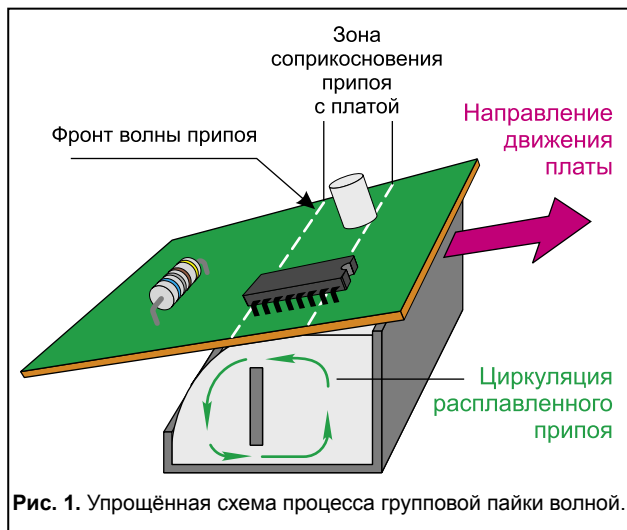


Рис. 1. Упрощённая схема процесса групповой пайки волной.

При помощи компрессоров, в ванне с расплавленным припоем создаётся непрерывный поток – волна припоя, через который движется печатная плата с установленными на неё компонентами. При соприкосновении нижней части печатной платы с волной припоя происходит формирование паянных соединений.

Целевой задачей данной технологии является эффективная автоматизированная пайка разнотипных компонентов (как SMD, так и компонентов с штыревыми выводами). Ведущую роль в минимизации вероятности появления характерных

дефектов пайки волной – коротких замыканий припоем и отсутствия паяк (см. рис. 2) – играет корректность дизайна самого печатного узла. Существует ряд особенностей, без учёта которых, ещё на этапе разработки, очень тяжело добиться качественного и эффективного использования пайки волной. Тремя «китами», на которых базируется данная технология, являются: выбор номенклатуры элементной базы, грамотная компоновка печатного узла, выбор правильной геометрии контактных площадок для компонентов на нижней стороне ПП.

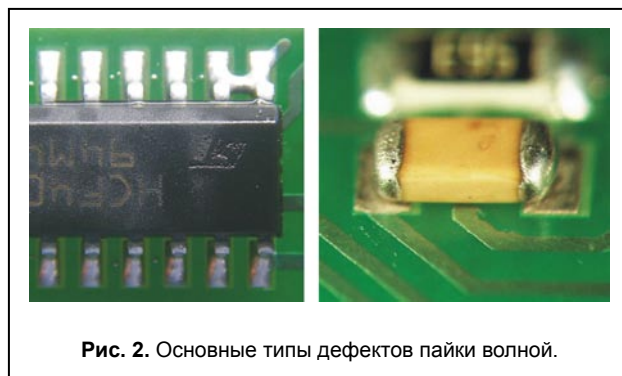


Рис. 2. Основные типы дефектов пайки волной.

Элементная база

Ограничения на использование тех или иных типов компонентов на нижней стороне ПП в случае использования пайки волной накладывает сам принцип данной технологии – формирование паяных соединений осуществляется путём «омывания» компонентов и (или) их выводов расплавленным припоем (табл. 1)

Компоновка печатного узла

Первым постулатом в данном разделе является возможность размещения компонентов с штыревыми выводами только на верхней стороне ПП. Сама конструкция компонентов данного типа подразумевает соприкосновение с припоем в процессе пайки только выводов, через отверстия.

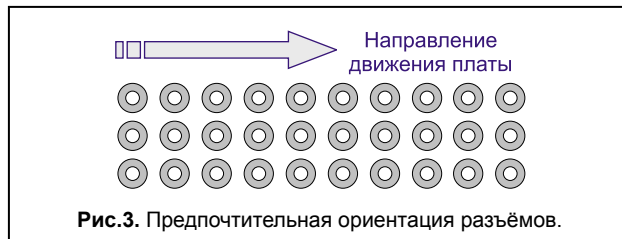


Рис.3. Предпочтительная ориентация разъемов.

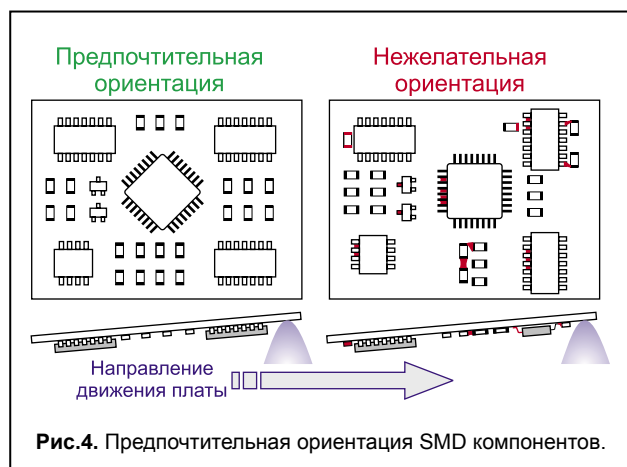
Предпочтительное расположение THD компонентов с несколькими рядами выводов – например DIP микросхемы или разъемы (особенно с количеством рядов 3 и более) – длинной стороной перпендикулярно фронту волны

Таблица 1. Ограничения номенклатуры комплектующих при использовании пайки волной.

Тип компонента, который нельзя располагать на нижней стороне ПП.	Причина
компоненты с штыревыми выводами (THD)	не могут быть запаяны (либо могут быть разрушены) при погружении в расплавленный припой
SMD компоненты с высотой корпуса более 3,5 мм	Очень низкая эффективность пайки из-за эффекта «затенения» (см. ниже) и высокая вероятность зацепления за элементы конструкции ванны припоя
SMD компоненты с малым шагом выводов (менее 0,8мм)	Очень высокая вероятность возникновения коротких замыканий между смежными выводами
Компоненты, не рассчитанные на применение технологии пайки волной	Компоненты, которые могут быть разрушены либо частично потерять свои свойства при погружении в расплавленный припой. Например, SMD светодиоды крайне чувствительны к перегреву.

(параллельно направлению движения платы по конвейеру), как показано на рис. 3. Это объясняется тем, что при выходе ряда близкорасположенных выводов из расплавленного припоя очень велика вероятность коротких замыканий из-за удержания припоя между выводами, благодаря действию силы поверхностного натяжения. В случае расположения рядов выводов вдоль направления движения платы происходит последовательный отрыв выводов от припоя, обеспечивается достаточный его дренаж, и минимизация вероятности появления коротких замыканий.

Предпочтительное расположение SMD компонентов относительно фронта волны припоя показано на рис. 4. Основные принципы следующие - расположение микросхем с параллельными рядами выводов - длинной стороной вдоль направления движения платы (аналогично THD микросхемам и разъёмам), квадратных корпусов (такие как QFP) под углом 45 градусов – для обеспечения последовательного отрыва выводов от припоя и исключения эффекта затенения, компонентов с двумя выводами (например Chip резисторы или диоды в корпусе SOD) длинной стороной параллельно фронту волны – для исключения эффекта затенения.



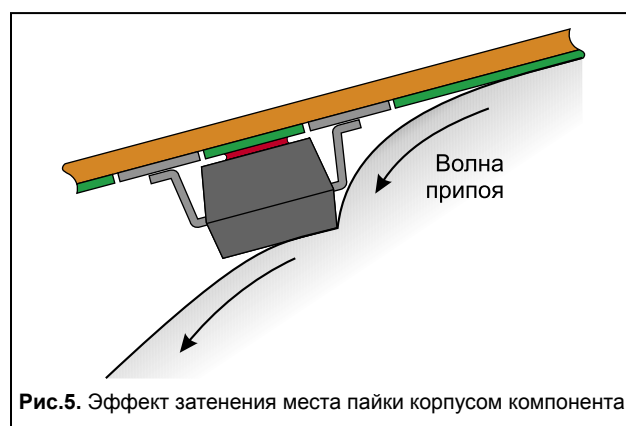
Нежелательно близкое расположение SMD компонентов друг к другу, особенно если они имеют разную высоту – это приводит к затенению контактных площадок корпусами соседних компонентов и, следовательно, препятствует пайке. Рекомендуется располагать пассивные компоненты

на расстоянии 1-2 максимальной ширины корпуса смежных компонентов.

Так же следует избегать близкого расположения выводов SMD, THD компонентов и открытых переходных отверстий – очень велика вероятность возникновения КЗ.

Геометрия контактных площадок

Пайка волной – это комбинация действия сил притяжения расплавленного припоя к смачиваемым поверхностям (открытые проводники, контактные площадки, выводы компонентов) и его отталкивания от несмачиваемых поверхностей, таких как паяльная маска или корпуса SMD компонентов. Если контактные площадки будут очень маленькими, либо расположены в «труднодоступных» областях ПП, то это затруднит доступ к ним припоя. На рис. 5 показан эффект так называемого «затенения» контактной площадки и вывода SMD компонента собственным корпусом.



Благодаря действию сил отталкивания расплавленного припоя от поверхности ПП и корпуса компонента, мениск припоя, при его движении, не достаёт до контактной площадки – пайки в этом случае не происходит. Наглядным примером данного явления может быть ситуация, когда кто-то пытается вдавить мяч в угол комнаты – как ни старайся, мяч никогда не дотронется до самого угла. Единственным способом обеспечить доступ припоя к месту пайки, в данном случае, является увеличение размера контактной площадки

в сторону от компонента. При этом смачиваемая поверхность КП как бы выносится из затенённой области и «втягивает» припой к выводу. Увеличенные размеры контактных площадок SMD компонентов являются фундаментальным фактором в надёжной и качественной их пайке на волне. При выборе геометрии контактных площадок для SMD компонентов, в случае их пайки на волне, рекомендуется руководствоваться требованиями стандарта IPC-7351 Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard, используя данные для уровня плотности А (Most Land Protrusion). Рис. 6 иллюстрирует отличие геометрии контактных площадок Chip резистора в случае его пайки на волне и конвекционной пайки.

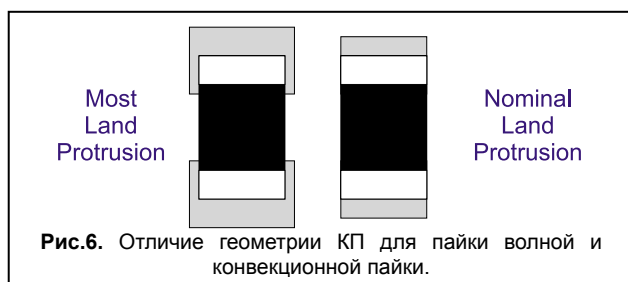


Рис. 6. Отличие геометрии КП для пайки волной и конвекционной пайки.

Наряду с силами отталкивания расплавленного припоя, препятствующими его доступу к местам пайки, как было упомянуто выше, действуют силы, притягивающие припой к смачиваемым поверхностям. В ряде случаев это является причиной дефекта в виде КЗ между смежными выводами компонентов. На рис. 7а и 7б приведены примеры такого вида дефектов для двурядного THD разъёма и микросхемы SO16.

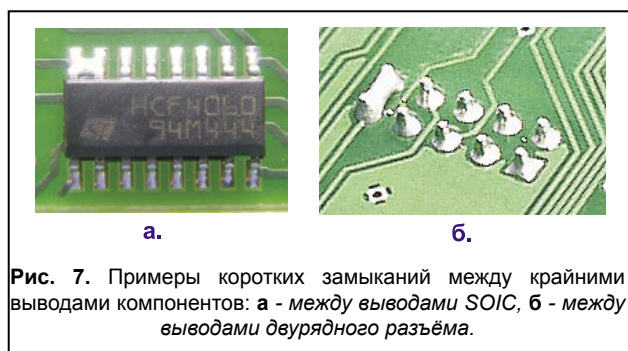


Рис. 7. Примеры коротких замыканий между крайними выводами компонентов: а - между выводами SOIC, б - между выводами двурядного разъёма.

Механизм возникновения КЗ в обоих случаях имеет одну и ту же природу – при отрыве выводов от поверхности припоя, его избыточное количество, из-за недостаточного дренажа, остаётся и удерживается между выводами. Для минимизации описанного эффекта рекомендуется вводить

в топологию ПП так называемые крадущие контактные площадки, забирающие излишки припоя на себя и, тем самым, уменьшая вероятность появления КЗ между выводами самих компонентов. На рис. 8а показан один из вариантов исполнения крадущих КП, препятствующих появлению КЗ между крайними выводами микросхемы в корпуса SOIC. Так же рекомендуется исполнение крадущих КП для крайних выводов многорядных THD разъёмов, особенно если в силу конструктивных требований нет возможности расположить разъём вдоль направления движения платы. В этом случае крадущие КП выполняются через одну (см. рис. 8б)

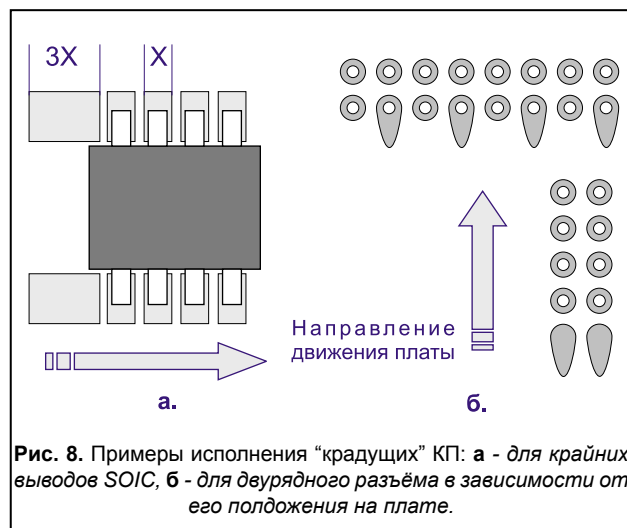


Рис. 8. Примеры исполнения «крадущих» КП: а - для крайних выводов SOIC, б - для двурядного разъёма в зависимости от его поддона на плате.

Заключение

Подводя итог, хотелось бы отметить, что при использовании технологии пайки волной, существует очень большое количество факторов, влияющих на качество процесса, таких как: тип и конструкция применяемого оборудования, тип технологических материалов, используемых в процессе пайки, параметров технологического процесса и т.п. Однако ведущую роль, все же, играет грамотный дизайн печатного узла – ведь ещё на этапе разработки изделия должны закладываться потенциальные основы минимизации вероятности появления дефектов при монтаже в последствии.

ДП «Экран» ОАО «ЧеЗаРа» имеет 10-летний опыт автоматизированной сборки изделий электроники, в том числе применения технологии пайки волной для смешанного (SMD +THD) монтажа изделий. Наши специалисты всегда готовы оказать технологическую поддержку Вашего проекта как на стадии разработки так и на стадии его совместной реализации.