

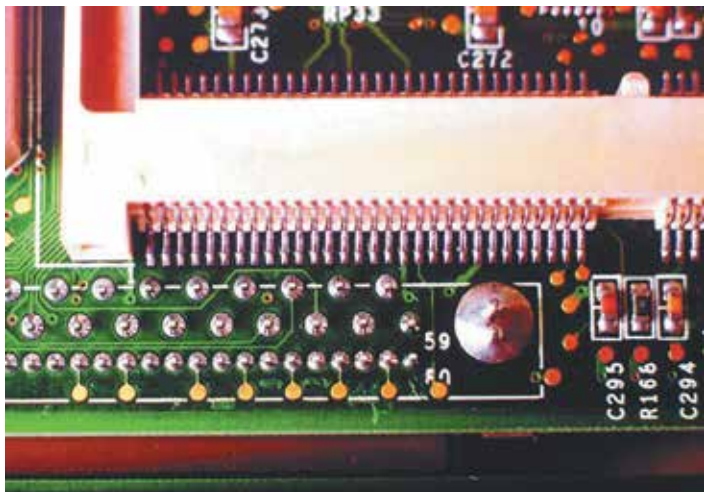
## ТЕХНОЛОГИИ

# Селективная пайка штыревых компонентов

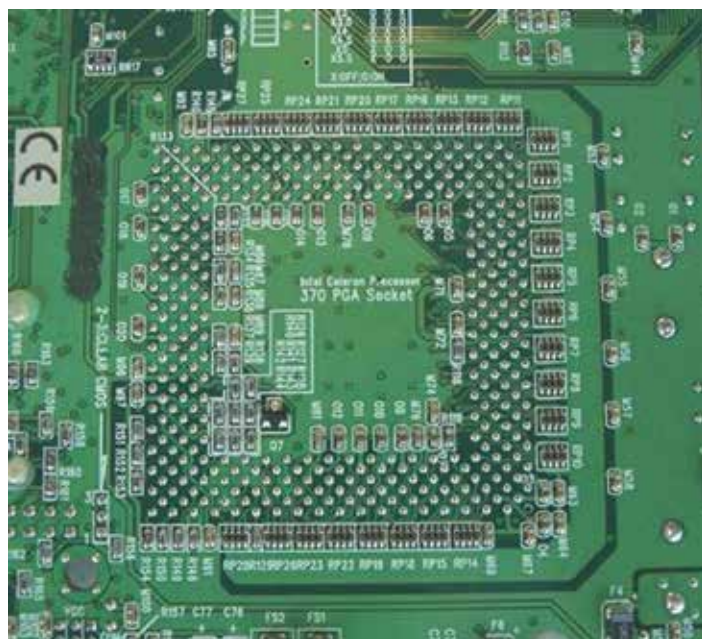


Текст: Александр Антонов

Несмотря на повсеместный переход во всем мире на технологию поверхностного монтажа, ряд компонентов с необходимыми характеристиками доступен только в штыревом исполнении. Для изделий с наличием как поверхностно-монтируемых компонентов (SMD), так и штыревых (ТНТ) сборка, как правило, ведется по технологии смешанного монтажа. В этом случае плата с SMD-компонентами собирается по классической технологии поверхностного монтажа, а затем производится установка и пайка штыревых компонентов. Хорошей альтернативой ручной пайке компонентов и групповой пайке двойной волной припоя служит использование популярной во всем мире технологии селективной пайки. В данном случае в контакт с припоем входит не вся нижняя поверхность платы с компонентами, а только отдельные ее участки, непосредственно подлежащие пайке. Такой способ пайки позволяет производить качественную сборку даже сложных двухсторонних плат с плотной компоновкой и наличием компонентов с самым малым шагом выводов. Примеры использования технологии селективной пайки показаны на **рис 1** и **рис 2**.



1 Пайка выводов компонента вблизи разъема и тестовых площадок



2 Пайка штыревого компонента вблизи поверхностно-монтажных компонентов

Несмотря на наличие тех же этапов, что и при пайке двойной волной припоя (этапы флюсования, преднагрева и пайки), селективная пайка обладает рядом существенных отличий и особенностей, которые нужно учитывать при подборе подходящего варианта исполнения установки селективной пайки и адаптации технологии под пайку выводов штыревых компонентов изделий.

Далее рассмотрим все этапы процесса селективной пайки и особенности оборудования на примере установок, предлагаемых немецкой компанией Ersas.

### Флюсование

В установках селективной пайки фирмы Ersas флюсованию подвергаются только те участки платы, которые впоследствии будут запаяны при помощи миниволны припоя. Прецизионное нанесение флюса при этом осуществляется при помощи каплеустройного флюсователя, перемещающегося под нижней поверхностью печатного узла (ПУ) и наносящего флюс только там, где необходимо. Возможно как точечное нанесение флюса, так и по линии. Ширина дорожки нанесенного флюса может составлять всего 2 мм, что обеспечивает малое количество остатков флюса после пайки. При этом каплеустройная система флюсования и грамотный подбор параметров позволяют обеспечить попадание флюса на все поверхности, подлежащие пайке, в достаточном количестве (включая попадание в монтажные отверстия с выводами) для обеспечения условий протекания при-

поя и лучшей смачиваемости поверхностей. Возможно нанесение различных типов флюса, однако основное требование к ним — низкое содержание твердых веществ для исключения забивания форсунки флюсователя микрометрического размера.

Для повышения гибкости и уменьшения цикла нанесения компания Ersas предлагает различные конфигурации систем флюсования с двумя каплеустройными головками рис 3. Первая конфигурация позволяет увеличить производительность операции флюсования в два раза за счет параллельного флюсования двух идентичных плат в мультизаготовке. Вторая исключает необходимость смены флюса в баке при переходе на другой тип флюса. При этом система оснащается двумя бачками, и по программе будет активироваться только головка с тем флюсом, который на данный момент требуется нанести на плату.

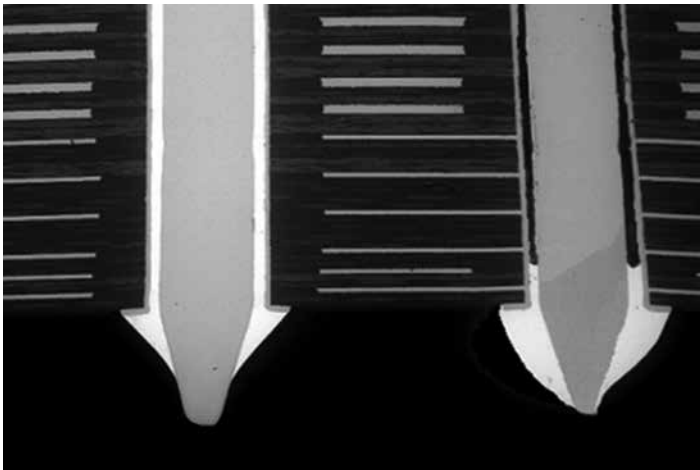


3 Каплеустройные системы флюсования с двумя головками

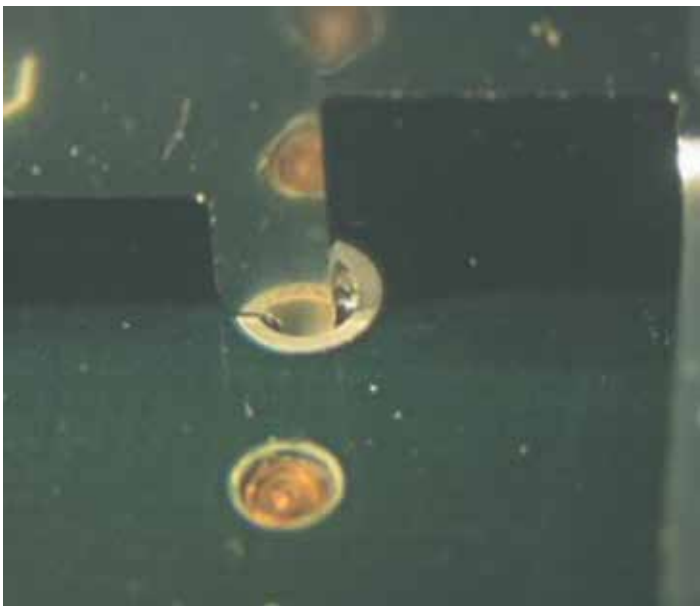
## Преднагрев

Предварительный нагрев во всех установках селективной пайки проводится для испарения растворителя, входящего в состав нанесенного флюса, его активации и предварительного подогрева платы и компонентов. Таким образом, создаются условия для хорошего растекания припоя по паяемым поверхностям.

Нагрев платы в установках Ersa может осуществляться как с нижней, так и с верхней стороны. По умолчанию предварительный нагрев происходит со стороны нанесенного флюса и расположения точек пайки при помощи нижних инфракрасных нагревателей. В этом случае, благодаря прямому воздействию нагревателей на нижнюю поверхность платы, можно обеспечить подготовку паяемых поверхностей к процессу пайки. Однако, как известно, как и любой процесс пайки, селек-



4 Неполное заполнение отверстия из-за отвода тепла на внутренние слои через межслойные соединения



5 Отсутствие галтели с верхней стороны при пайке теплоемкого компонента



6 ИК (снизу) и конвекционный (сверху) нагрев ПУ

тивная пайка больших массивных компонентов и плат представляет собой непростую задачу. В этом случае нужно не только обеспечить все требования к максимальным температурам и градиентам для флюса и компонентов для исключения их повреждения подводимой тепловой энергией, но и обеспечить равномерный прогрев всех участков платы, подлежащих пайке. При недостаточном прогреве многослойных массивных плат с теплоемкими компонентами возможно ухудшение условий растекания припоя по паяемым поверхностям, что чревато некачественной пайкой выводов штыревых компонентов РИС 4 и РИС 5.

Для решения проблемы пайки массивных, теплоемких элементов компания Ersa предлагает использовать комбинацию нижних ИК-нагревателей и верхнего конвекционного модуля нагрева для обеспечения высокой интенсивности теплообмена РИС 6.

Наличие верхнего конвекционного нагревателя в дополнение к нижнему, осуществляющему нагрев нижней поверхности печатного узла и активацию флюса, способствует лучшему прогреву всех участков платы до нужной температуры для достижения приемлемых результатов пайки даже самых теплоемких печатных узлов и компонентов.

При этом в установках фирмы Ersa конвекционный нагрев плат может осуществляться не только в зоне предварительного нагрева, но и непосредственно в зоне пайки. Это помогает предотвратить остывание теплоемкого печатного узла при продолжительном процессе пайки, например, в случае пайки большого количества выводов.

## Пайка

При пайке выводов штыревых компонентов в контакт с волной припоя входят только те участки платы, которые подлежат пайке. При этом расположенные вблизи компоненты не подвергаются тепловому воздействию, вызванному непосредственным контактом с припоем, как это происходит в случае с пайкой двойной волной припоя. Эта особенность позволяет использовать селективную пайку для пайки печатных узлов с предустановленными с нижней стороны компонентами, в том числе с плотным монтажом и компонентами с мелким шагом.

Во всем оборудовании Ersa пайка осуществляется при помощи смачиваемых припоем волнообразователей рис 7. Это исключает необходимость определенной ориентации печатного узла под углом относительно волнообразователя и упрощает процесс программирования системы, позволяя производить пайку даже в самых «узких» местах платы.

В отличие от распространенных на рынке систем пайки с традиционным насосом на базе крыльчатки компания Ersa в своем оборудовании использует электромагнитные индукционные насосы, в которых припой приводится в движение не за счет вращения крыльчатки, а за счет действий сил Лоренца, заставляющих его двигаться в направлении волнообразователя. При этом существенными преимуществами электромагнитного насоса наряду с отсутствием изнашивающихся частей являются поддержание высокой стабильности потока припоя и точная настройка необходимой высоты волны в волнообразователе.

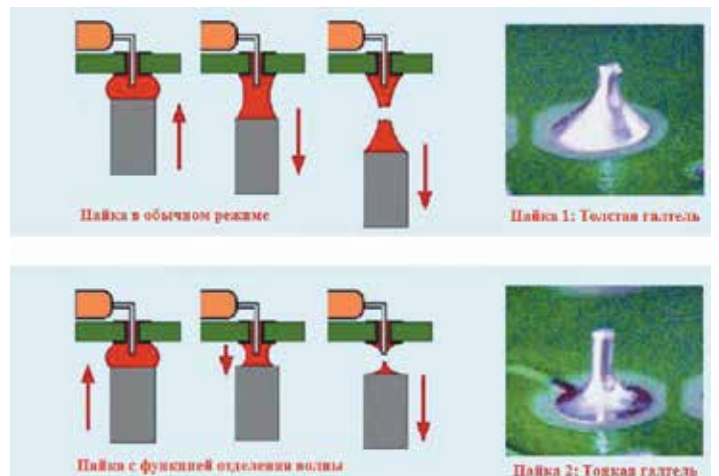
Процесс пайки производится в инертной среде азота. При этом подача азота происходит при помощи специального азотного кольца, использование которого позволяет добиться подачи азота высокого качества на всю поверхность припоя на волнообразователе и непосредственно в область пайки. Это гарантирует низкое шламообразование, разумное расходование азота и высокое качество пайки.

Существует также возможность оснастить ванну с припоем системой дополнительного подогрева азота, в которой весь подаваемый на волнообразователь азот предварительно нагревается до необходимой температуры. Использование этой системы исключает влияние «холодного» азота на расплавленный припой и позволяет осуществить дополнительный прогрев области пайки.

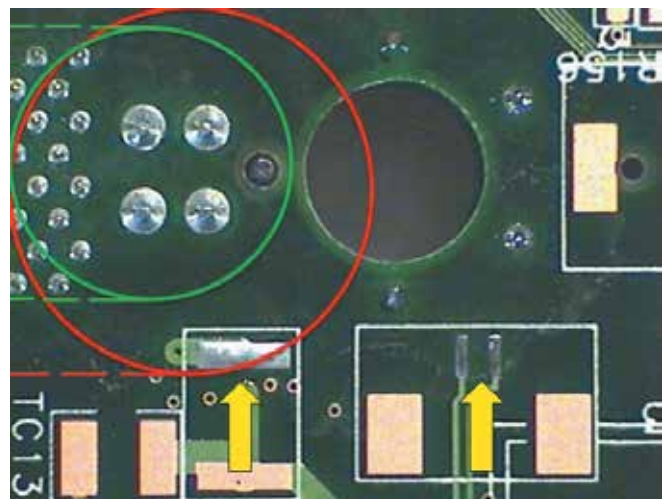
Возможность мгновенного безынерционного отключения подачи припоя в электромагнитном насосе наряду с действиями сил поверхностного натяжения волнообразователей позволяет не только получать тонкие галтели паяных соединений, но и предотвращать появление перемычек припоя даже при пайке многовыводных компонентов с малым шагом выводов в непосредственной близости от поверхностно-монтируемых компонентов рис 8.



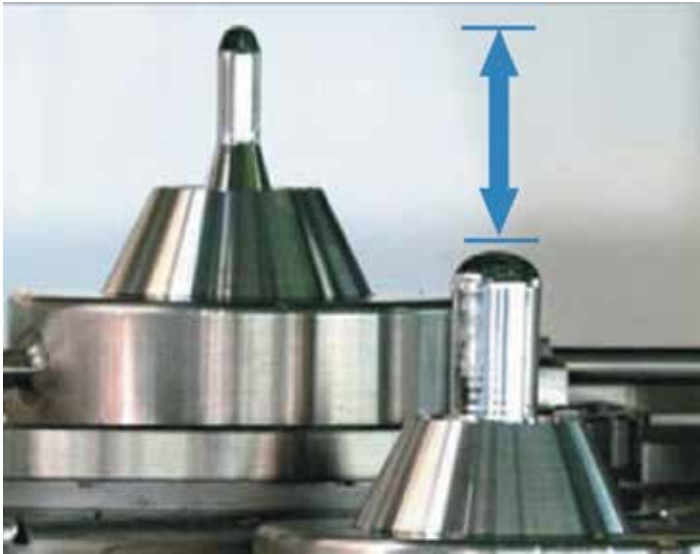
7 Смачиваемый припоем волнообразователь в азотном кольце



8 Управление внешним видом паяных соединений



9 Касание большим волнообразователем площадок соседних SMD-компонентов



10

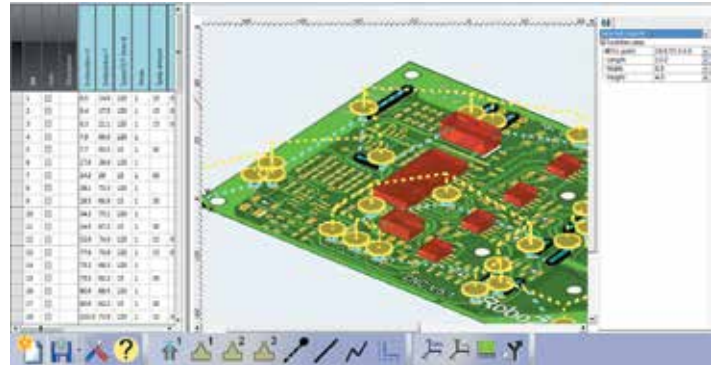
Пайка волнообразователями разного диаметра

С точки зрения обеспечения производительности процесса пайки миниволной припоя предпочтение отдается волнообразователям большого диаметра. В этом случае цикл пайки удастся снизить за счет одновременной пайки сразу нескольких выводов. Так, многовыводные разъемы, как правило, паяются большим волнообразователем за один проход при пайке по линии.

Однако возможны ситуации, в которых, с одной стороны, нужно обеспечить высокую производительность процесса, а с другой стороны, обеспечить пайку «узких мест» на плате, в которых, например, при пайке волнообразователем большого диаметра, происходит касание соседних компонентов рис 9.

Для исключения этой дилеммы производитель предлагает специальную конфигурацию с двумя волнообразователями рис 10. При помощи этой конфигурации многовыводные разъемы можно паять по линии волнообразователем большого диаметра, а пайку узких участков платы, например, вблизи SMD-компонентов, производить при помощи волнообразователя меньшего диаметра.

При этом для дополнительного увеличения производительности, также как и в случае с флюсованием, возможна одновременная пайка двух идентичных плат в мультизаготовке двумя волнообразователями. В этом случае фирма Ersa предусмотрела вариант исполнения системы пайки с двумя ваннами с изменяющимися расстояниями между волнообразователями в зависимости от расстояния между точками пайки в платах мультизаготовки.



11

Интерфейс программы ERSA CAD Assistant 3D

## Программное обеспечение

В установках фирмы Ersa подготовка программ пайки может происходить удаленно от установки, полностью в режиме «офлайн» при помощи уникальной разработки компании — программного обеспечения ERSA CAD Assistant 3D рис 11. Создание программ пайки в ERSA CAD Assistant 3D производится на основании фотографии, скана или чертежа печатной платы. После импорта изображения платы и ввода технологических параметров процесса оператору остается лишь указать точки/линии пайки и флюсования на поверхности печатного узла. При этом программа произведет оптимизацию перемещения флюсователя и ванны с припоем таким образом, чтобы исключить задевание предустановленных с нижней стороны высоких компонентов и минимизировать общий цикл пайки печатного узла. Все проложенные треки флюсования и пайки можно легко оценить при помощи 3D-визуализации платы.

## Вывод

Технология селективной пайки благодаря своей гибкости, простоте программирования и относительно быстрому возврату инвестиций постепенно вытесняет классическую технологию пайки двойной волной припоя. Однако нужно понимать, что при внедрении данной технологии на производстве окончательный результат пайки будет зависеть от многих факторов, к которым относятся не только конструктивные особенности печатного узла и выбираемые режимы пайки, но также и возможности самого оборудования. И только при грамотном подходе к выбору конфигурации и типа оборудования под конкретные задачи и адаптации технологии селективной пайки под изделия с выполнением всех требований к процессу селективной пайки можно добиться приемлемых результатов с необходимой производительностью. ▢