

Оптимизация сборочного электронного производства.

Современные средства автоматизации ручных операций пайки компонентов, монтируемых в отверстия печатной платы

СТАНИСЛАВ ГАФТ, технический директор, ЗАО Предприятие Остек

Максимальное использование компонентов, монтируемых на поверхность печатной платы — традиционный в настоящее время способ повышения технологичности проектируемых печатных узлов. Однако в некоторых случаях полностью отказаться от применения монтируемых в отверстия компонентов не представляется возможным. Характерным примером является монтаж разъёмов, когда по условиям применения необходимо обеспечить повышенные механические нагрузки на разъём в процессе эксплуатации. Кроме того, технологом необходимо снизить трудоёмкость изготовления изделий устаревших конструкций, включённых в план производства. Современным методам оптимизации технологического процесса сборки печатных узлов с компонентами, монтируемыми в отверстия печатной платы, посвящена настоящая публикация.

Давно канули в Лету времена, когда разработчиков и конструкторов необходимо было договаривать применять компоненты, монтируемые на поверхность печатной платы для повышения уровня технологичности проектируемых печатных узлов. Учитывая постоянное развитие электронной компонентной базы, применение монтируемых на поверхность компонентов стало весьма распространённым и предпочтительным для вновь разрабатываемых изделий. В то же время полностью отказаться от компонентов, монтируемых в отверстия печатной платы, на сегодняшний день не представляется возможным по следующим причинам:

- условия эксплуатации изделий в расширенном диапазоне вибрационных и ударных нагрузок;
- повышенные требования к механической прочности паяных соединений разъёмов и соединителей;
- необходимость применения массивных компонентов, например таких как трансформаторы, дроссели и пр.;
- ограничения, связанные с невозможностью использования компонентов, монтируемых на поверхность в высоковольтных (более 100 В) цепях.

А так как предъявляемые к технологом требования по постоянному снижению трудоёмкости выпускаемых изделий никто не отменял, вся тяжесть решения указанной задачи полностью переносится в область технологическую.

В процессе постоянно проводящихся в технологическом центре нашей компании проверок качества изготовления печатных узлов, в т.ч. смонтированных на предприятиях с давними традициями производства техники ответственного применения и высококвалифицированным персоналом, регулярно выявляются дефекты паяных соединений разъёмов (см. рис. 1). Наиболее вероятные причины возникновения дефектов подобного типа следующие: неудовлетворительная паяемость выводов разъёма, контактных площадок печатных плат и отклонение параметров технологического процесса (время и температура жала паяльника) при ручных операциях. При этом визуальный контроль качества монтажником в процессе выполнения пайки невозможен: со стороны монтажа паяные соединения закрыты корпусом разъёма.

При обеспечении контроля паяемости выводов разъёма и контактных площадок печатных плат на этапе входного контроля возникновение дефектов по этой причине можно исключить. А вот соблюдение параметров технологического процесса при ручных операциях лежит на совести электромонтажника. Как известно, наиболее эффективный способ преодоления пресловутого человеческого фактора лежит в максимальной автоматизации процесса.

Установки пайки волной припоя 40 лет назад совершили настоящую революцию: было достигнуто 50-кратное увеличение производительности на операции пайки для массового производства. К сожалению, традиционные установки пайки волной припоя практически непригодны для современных электронных модулей на многослойных печатных платах с компонентами, расположенными с двух сторон с высокой плотностью. Рынок настоятельно потребовал новое решение, и лидеры-производители оборудования предложили его, разработав системы селективной пайки.

Огромная популярность систем селективной пайки за последние 10 лет привела к тому, что в настоящий момент только ленивый производитель технологического оборудования не предлагает на рынке свои установки. Перед технологами в настоящий момент стоит непростая задача: для всех изделий, включённых в план производства, и пер-

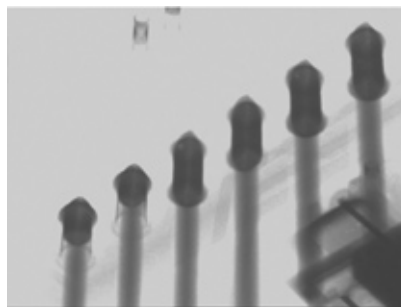


Рис. 1. Наиболее вероятные причины возникновения дефектов паяных соединений разъёмов связаны с неудовлетворительной паяемостью выводов и трудностью обеспечения повторяемости параметров технологической операции ручной пайки



Рис. 2. Применение компонентов, монтируемых в отверстия печатной платы, с различными диаметрами и массой выводов создают, на первый взгляд, неразрешимую проблему повторяемости параметров технологического процесса пайки для каждого паяного соединения, необходимой для обеспечения высокого уровня качества и надёжности выпускаемой продукции. Для обеспечения высокого уровня автоматизации технологического процесса пайки печатных узлов со смешанным двухсторонним монтажом компонентов необходимы новые технологии и оборудование

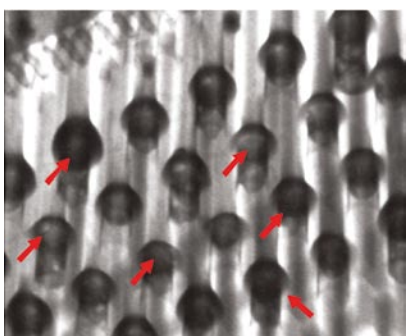


Рис. 3. Традиционные ручные операции пайки не обеспечивают повторяемости параметров технологических режимов и, как следствие, не гарантируют высокого уровня качества и надёжности паяных соединений. Особенно это заметно при монтаже кросс-плат с большим количеством многовыводных разъёмов с массивными теплоёмкими выводами. Монтажные отверстия заполнены припоем не полностью, а контролировать их в процессе пайки со стороны монтажа компонентов невозможно — паяные соединения закрыты корпусами разъёмов

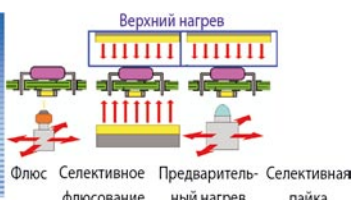


Рис. 4. Современные системы селективной пайки (слева) гарантируют высокое качество и надёжность паяных соединений за счёт точного селективного флюсования, равномерного предварительного нагрева, возможности программирования и поддержания параметров процесса пайки для каждого паяного соединения

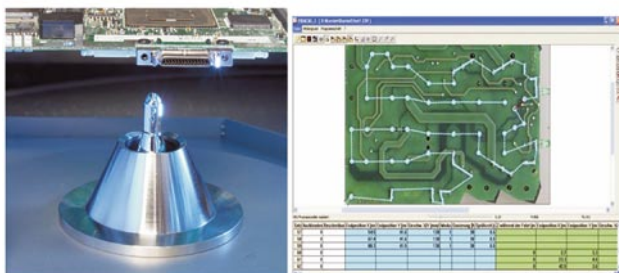


Рис. 5. Патентованная конструкция сопла волнообразователя систем селективной пайки компании ERSA (слева) гарантирует равномерное смачивание припоем со всех сторон и обеспечивает программирование перемещения при пайке в любом направлении, позволяя оптимизировать его перемещения (справа) и минимизировать время обработки печатного узла

спективных, находящихся в разработке, выбрать систему, которая будет удовлетворять требованиям по производительности, обеспечивая запланированный уровень качества и надёжности выпускаемой продукции.

При решении задачи снижения трудоёмкости и себестоимости за счёт повышения уровня автоматизации технологам необходимо учитывать требования, диктуемые особенностями конструкции современных печатных узлов:

- повышение количества сигнальных и экранных слоёв печатных плат;
- увеличение толщины и массы печатных плат;
- необходимость применения компонентов, монтируемых в отверстия печатной платы, с различными диаметрами и массой выводов (см. рис. 2), в т.ч. для обеспечения механической прочности печатных узлов, эксплуатируемых в условиях расширенного диапазона температур и вибрационных нагрузок;
- необходимость обеспечения максимальной автоматизации, в т.ч. для печатных узлов с плотным двухсторонним монтажом компонентов, монтируемых на поверхность и в отверстия печатной платы (см. рис. 2);
- необходимость снижения затрат на проведение операции отмывки печатных узлов для экономии технологических материалов и снижения себестоимости выпускаемой продукции;
- обеспечение возможности работы с традиционными, бессвинцовыми и/или смешанными технологиями пайки.

В этих условиях отказ от традиционных установок пайки волной припоя в пользу систем селективной пайки стал не только правилом, но и традицией. Автор, находясь в служебных командировках, неоднократно видел выставленные за ненадобностью на задние дворы современных европейских сборочных предприятий почти новые установки пайки волной припоя, а в цехах — современные многофункциональные системы селективной пайки.

Одно из наиболее эффективных применений систем селективной пайки — сборка кросс-плат с большим количеством многовыводных разъёмов. Элементарный расчёт показывает, что для пайки 20-ти 96-выводных разъёмов вручную опытному электромонтажнику потребуется, по крайней мере, $(20 \cdot 96 \cdot 3 / 0,7) / 60 = 137$ мин. На самом деле, трудоёмкость будет существенно больше, т.к. при пайке массивных выводов разъёмов на многослойную печатную плату необходимо увеличивать время пайки каждого соединения и делать паузы, чтобы восстановилась заданная температура жала паяльника. При этом трудно добиться хорошей повторяемости и качества паяных соединений (см. рис. 3).

Применение современных систем селективной пайки (см. рис. 4) позволяет повысить производительность на операции пайки многорядных разъёмов, монтируемых в отверстия печатной платы, в 3—10 раз, гарантируя при этом высокое качество и надёжность паяных соединений за счёт возможности обеспечения программирования и поддержания параметров процесса для каждого паяного соединения (см. рис. 5).

В начале настоящей публикации мы уже говорили о требованиях, предъявляемых к процессу селективной пайки. Сейчас мы покажем, какими элементами конструкции обеспечивается их выполнение.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Для обеспечения высокой производительности система селективной пайки должна иметь конструкцию сопла волнообразователя, гарантирующего равномерное смачивание припоем со всех сторон (см. рис. 5). Только в этом случае волнообразователь при пайке может двигаться в любом направлении, и появляется возможность оптими-

ЗАО Предприятие Остек открывает первый блог в отрасли

<http://blog.ostec-group.ru/>



Мы уже вполне можем конкурировать с мировыми производителями электроники, главное сегодня - поставить себе четкие задачи, поскольку у нас нет другого выбора.

*Вадим Гаршин,
генеральный директор*



...в нашей каждодневной работе мы ориентируемся на поиск путей постоянных улучшений. В нашем блоге мы будем делиться новыми идеями и решениями, обсуждать возможности в различных сферах логистической деятельности.

*Наталья Зябкина,
начальник отдела логистики*



Мы поняли, что блог становится востребованным, перспективным каналом для коммуникации с нашими Клиентами, дает возможность попросить у них совета, узнать мнение.

*Антон Большаков,
начальник отдела маркетинга
и рекламы*

выставки заседание госсовета идеология интернет
логистика **маркетинг** мероприятия модернизация
образования образование персонал презентация
прикладные исследования реклама сайты семинары
стратегия тенденции технологии эффективность



Блог Остека воспринимаю как возможность неформального диалога, общения «без галстуков» по всем вопросам жизни и деятельности компании.

*Александр Разоренов,
1-й заместитель генерального директора*



Найти, распознать, развить и удержать талант — задача любой компании, амбиции которой выше одномоментного обогащения.

*Яна Родина,
ведущий специалист отдела персонала*



Цель предприятия – это эффективное производство. И перед многими сейчас стоит задача технологического перевооружения. Есть несколько вопросов, которые при этом необходимо решить директору предприятия.

*Станислав Гафт,
технический директор*



Наш блог это отличная возможность представить деятельность нашего направления и вынести на обсуждение непростые вопросы, иногда требующие принятия коллективного решения.

*Алексей Ефремов,
директор направления развития образования
и прикладных исследований*

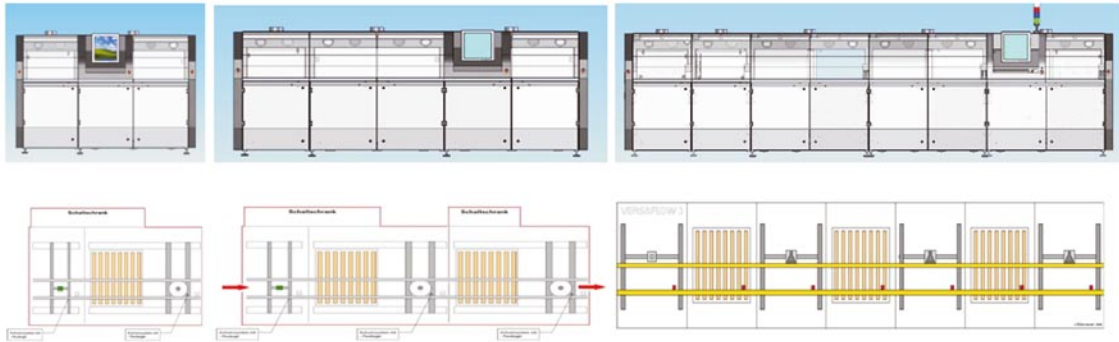


Рис. 6. Модульная конструкция современных систем селективной пайки серии VersaFlow 3/45 компании ERSA удовлетворяет требованиям самых взыскательных заказчиков



Рис. 7. Патентованная система предварительного нагрева снизу и сверху конвекционными модулями MultiJet обеспечивает равномерный нагрев печатных узлов, не допуская перегрева термочувствительных компонентов. Рекомендуется для флюсов с низким содержанием летучих органических соединений (VOC free)

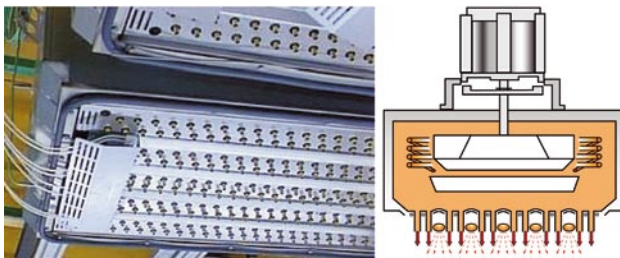


Рис. 8. Применение гибридной технологии предварительного нагрева — комбинация инфракрасных и конвекционных нагревателей с патентованной технологией MultiJet — обеспечивает высокую повторяемость параметров технологического процесса и качество паяных соединений при работе, в т.ч. с печатными узлами на многослойных платах

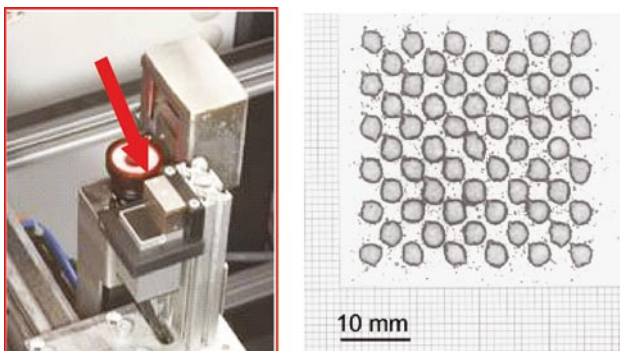


Рис. 9. Устройство селективного флюсования фирмы ERSA (слева) обеспечивает точное нанесение флюса (справа) и минимальные расходы на отмывку печатного узла после пайки

зации его перемещений, а значит, и сокращение времени выполнения обработки печатного узла (см. рис. 6).

Популярность систем селективной пайки заставила лидеров-производителей оборудования разработать встраиваемые в линию универсальные модульные системы (см. рис. 6), обеспечивающие специфические требования потре-

бителей для различных областей применения. Установки с одним селективным флюсователем, одной зоной предварительного подогрева и одним волнообразователем наиболее часто заказываются производителями с мелкосерийным характером производства. Системы с тремя волнообразователями и тремя зонами предварительного подогрева наиболее популярны среди производителей массовой продукции: автомобильной и промышленной электроники, систем пожарной и охранной сигнализации.

Обеспечение качественных паяных соединений при работе с многослойными печатными платами

Современная система селективной пайки для обеспечения работы с печатными узлами на многослойных печатных платах должна обеспечивать их равномерный предварительный подогрев и дополнительный подогрев в процессе пайки. В противном случае велика вероятность ухудшения качества паяных соединений, т.к. при остывании платы невозможно обеспечить полное заполнение припоем монтажных отверстий (см. рис. 3).

Разработчики компании ERSA предусмотрели предварительный нагрев перед каждой зоной пайки (см. рис. 6), используя эффективную патентованную конструкцию конвекционного нагревателя MultiJet (см. рис. 7).

При работе с современными печатными узлами на многослойных платах для обеспечения качественных паяных соединений необходимо обеспечить быстрый и равномерный предварительный нагрев и подогрев в зоне пайки. В противном случае резко возрастает вероятность появления дефектов, связанных с неполным заполнением припоем монтажных отверстий (см. рис. 3).

Для обеспечения высокого качества паяных соединений при работе с печатными узлами с массивными компонентами на многослойных платах эффективным является использование гибридной технологии предварительного нагрева: сочетание конвекционных и инфракрасных нагревателей (см. рис. 8).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИИ МАТЕРИАЛОВ

Для того чтобы было чище, нужно меньше пачкать. Для обеспечения экономии материалов и снижения трудоёмкости операции отмывки печатных узлов современная система селективной пайки должна иметь модуль селективного флюсования (см. рис. 9), позволяющий снизить загрязнение печатного узла в процессе пайки и резко снизить затраты на отмывку, необходимую для предотвращения коррозии и улучшения адгезии перед нанесением влагозащитных покрытий.

ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Для обеспечения высокого качества паяных соединений конструкция современной системы селективной пайки должна обеспечивать:

- работу в азотной среде;
- большой набор насадок (сопел) и простую их замену;

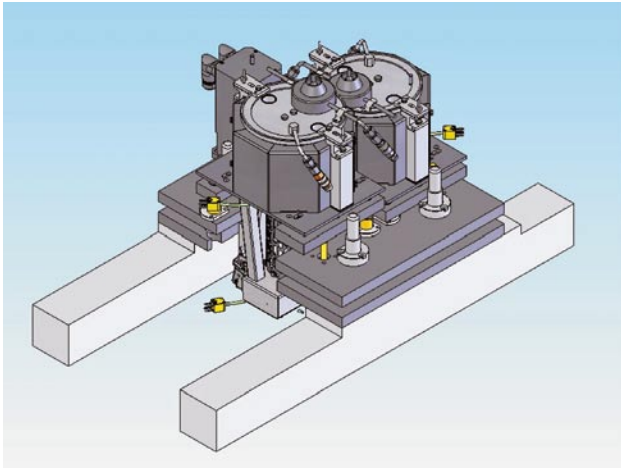


Рис. 10. Применение двух волнообразователей повышает производительность и снижает расходы, связанные с необходимостью частой замены припоя вследствие его загрязнения

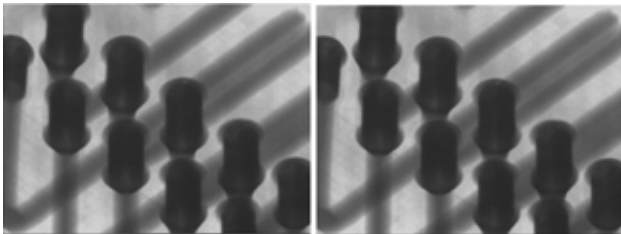


Рис. 11. Применение современных систем селективной пайки, обеспечивающих программирование режимов для каждого паяного соединения, точное селективное нанесение флюса, равномерный эффективный подогрев предварительный и в зоне пайки, азотная среда гарантируют высокое качество и надёжность выпускаемой продукции

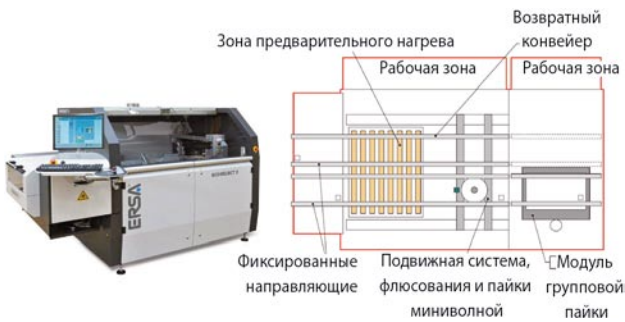


Рис. 12. Сниженные габариты новой системы селективной пайки ECOSELECT 2 компании ERSA (Германия) позволяют использовать её в т.ч. для оснащения участков производства опытных образцов и мелкосерийной продукции

- возможность программирования параметров технологического процесса для каждой точки пайки;
- возможность работы по смешанной технологии без опасности загрязнения припоя волнообразователя.

Следует учитывать, что при работе с компонентами, имеющими традиционные и бессвинцовые покрытия, возникает опасность загрязнения припоя, находящегося в ванне волнообразователя. Указанное обстоятельство послужило в своё время одной из главных причин отказа от традиционной технологии пайки волной припоя: необходимость замены припоя из-за его загрязнения каждые две недели — слишком дорогая процедура. Конструкция с двумя волнообразователями (см. рис. 10) позволяет решить задачу пайки печатных узлов с компонентами, имеющими традиционные и бессвинцовые покрытия: один снаряжается традиционным припоем, другой — бессвинцовым.

- наличие второго волнообразователя позволяет также увеличить производительность при снаряжении их различными насадками для пайки компонентов с различным диаметром выводов.

Указанные причины: возможность программирования параметров для каждого паяного соединения, азотная среда, точное селективное флюсование, качественный подогрев предварительный и в зоне пайки обеспечивают хорошую повторяемость процесса и гарантируют высокое качество и надёжность печатных узлов (см. рис. 11).

Постоянно отслеживая требования рынка и идя навстречу требованиям своих потенциальных клиентов, безусловный лидер в данном сегменте — компания ERSA (Германия) выпустила новую модель VERSAFLOW ECOSELECT 2 (см. рис. 12) с длиной всего в 2300 мм, что позволяет применять её даже на небольших сборочных участках, обеспечивающих выпуск опытных образцов и мелкосерийной продукции.

В завершение хотелось бы ещё раз отметить, что применение современных систем селективной пайки позволит:

- снизить трудоёмкость за счёт уменьшения (а в ряде случаев и полного исключения) доли ручных операций и повышения уровня автоматизации технологического процесса;
- снизить затраты на материалы за счёт использования селективного флюсования;
- исключить (особенно в тех случаях, когда не требуется нанесение влагозащитных покрытий) операции отмывки;
- снизить себестоимость изготовления изделий;
- повысить объёмы производства без увеличения численности персонала;
- повысить производительность труда на предприятии и увеличить прибыль.

НОВОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ

| НЕ ТОЛЬКО СЕНСОРНЫЙ ЭКРАН | Британская фирма Input Dynamics выпустила приложение, придающее любому портативному устройству сенсорные свойства. При этом чувствительной частью является не только дисплей, но и вся поверхность корпуса.

Место и характер прикосновения определяется приложением TouchDevice с помощью микрофона. Пользователь может настроить команды по своему вкусу. Например, пролистывать меню можно с помощью сенсорного дисплея, а выбрать нужный пункт — постукивая по торцу корпуса.

В настоящее время Input Dynamics занимается вопросом одновременной обработки нескольких акустических колебаний. Как сообщается, технологией TouchDevice уже заинтересовались крупные производители мобильных телефонов и КПК.

Заметим, что в начале года была изобретена другая оригинальная система управления мобильными телефонами — Skinput. Она также основана на детектировании акустических волн, однако интерфейс реализован несколько иначе. На кожу пользователя проецируется маленький значок, при нажатии на который выполняется соответствующая функция или запускается приложение.

www.elcomdesign.ru

НАДЕЖНОСТЬ
КАЧЕСТВА

WWW.ZOLSHAR.RU

ТЕЛ.: +7 (495) 234-01-10
ФАКС: +7 (495) 956-33-46



Комплектные поставки электронных компонентов

