



ОСНАЩЕНИЕ ОПЫТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ЛАБОРАТОРИЙ СБОРКИ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА. ОПЫТ КОМПАНИИ ESSEMTEC

Василий Афанасьев

sto@ostec-smt.ru

Современные электронные изделия, как правило, характеризуются высокой плотностью монтажа, большим количеством типонаименований компонентов, наличием микросхем с малым шагом и в корпусах BGA.

Одно дело, когда сборка этих изделий осуществляется в серийных масштабах на высокотехнологичном оборудовании и совсем другая ситуация складывается в опытном производстве, КБ и лабораториях НИИ, которые, зачастую, не имеют автоматизированного оборудования поверхностного монтажа и собирают все вручную. Но даже самым квалифицированным монтажникам уже сегодня не обойтись без вспомогательного оборудования, предназначенного для работы с современной элементной базой.

Но и в серийном производстве, наверняка многим знакома ситуация, когда нужно срочно собрать небольшую партию печатных узлов по технологии поверхностного монтажа, но нет возможности это сделать: либо имеющаяся на предприятии производственная линия полностью загружена и останавливать ее для изготовления единичных образцов очень накладно, либо спектр компонентов тактов (0201, BGA, QFP с мелким шагом), что монтажники предприятия физически неспособны вручную собрать печатный узел высокого качества.

Поэтому вполне логичным представляется оснащение опытных участков сборки современным, практичным и компактным оборудованием, реализующим монтаж электронных печатных узлов различной сложности.

В Европе сталкиваются со схожими проблемами. Компания Essemtec, ведущий европейский производитель оборудования для поверхностного монтажа, регулярно получает запросы на оснащение опытных участков сборки, исследовательских институтов, учебных заведений и других заказчиков с небольшими объемами производства, но с изделиями, разработанными с учетом современных тенденций в электронике. Широкий спектр производимого Essemtec оборудования позволяет компании подбирать оптимальные решения для единичных, мелкосерийных и серийных производств любой сложности, а накопленный опыт позволил реализовать основные требования, предъявляемые заказчиками к оборудованию. Эти требования, в случае единичного и опытного производства, выглядят следующим образом:

1 минимизация влияния человеческого фактора. Следовательно, в данной ситуации наиболее целесообразным представляется использование полуавтоматического оборудования, обеспечивающего необходимую степень автоматизации для получения качественно собранного изделия на выходе, независимо от возможных ошибок и состояния оператора;

- 2 компактность. Оборудование должно занимать небольшую площадь;
- 3 многофункциональность. Желательно, чтобы в пределах одного рабочего места у оператора была возможность осуществлять несколько операций, например, дозирование и установку компонентов;
- 4 надежность. Оборудование должно продолжать исправно функционировать в течение нескольких лет;
- 5 безопасность;
- 6 широкая область использования. Оператор должен иметь возможность работать не только с простейшими платами, но и с платами, на которые устанавливаются миниатюрные чипы или микросхемы BGA;
- 7 гибкость. Оборудование должно быть простым и удобным в переналадке при переходе на другой тип изделия;
- 8 малая трудоемкость при техобслуживании. Желательно, чтобы оборудование не требовало каких-то специальных процедур при техобслуживании;
- 9 удобство и простота написания программ. Управление некоторыми полуавтоматическими системами осуществляется при помощи персонального компьютера. В этих случаях написание рабочей программы для сборки должно быть нетрудоемким процессом, доступным оператору любого уровня подготовки;
- 10 доступность. Принципы работы и устройство оборудования должны быть понятны и начинающим, и опытным операторам;
- 11 создание рабочих программ в режиме оффлайн. Программное обеспечение должно устанавливаться на любой персональный компьютер, за которым может работать оператор. Это позволяет заблаговременно создавать рабочие программы, не находясь непосредственно на сборочном участке и не включая оборудование.

Проанализировав эти пункты, можно резюмировать, что наиболее оптимальное решение для единичного и опытного производства – это полуавтоматическое оборудование, которое должно быть экономным, компактным, безопасным, простым, надежным, гибким, многофункциональным и реализовывать именно ту степень автоматизации, которая создает все условия для сведения влияния человеческого фактора к минимуму. Но далеко не все полуавтоматы, представленные на рынке, способны удовлетворять этим требованиям. И все-таки решение есть! Для оснащения опытных и мелкосерийных производств компании Essemtec удалось создать комплект оборудования, наиболее полно реализующий решение современных задач по сборке печатных узлов – полуавтомат трафаретной печати SP003, полуавтомат установки компонентов EXPERT-SAFP, камерная



Рис. 1 Полуавтомат трафаретной печати SP003

печь оплавления RO-06 plus.

ВСЕ НАЧИНАЕТСЯ С НАНЕСЕНИЯ ПАЯЛЬНОЙ ПАСТЫ

Наиболее быстрый и качественный способ нанесения паяльной пасты на печатные платы – трафаретная печать.

Уникальные свойства полуавтомата трафаретной печати SP003 (рис. 1) позволяют получать качественные результаты нанесения паяльной пасты с высокой повторяемостью.

Это достигается за счет полностью автоматизированного процесса. Все что нужно от оператора – это открыть верхнюю раму полуавтомата с установленным в нее трафаретом, установить плату, опустить раму с трафаретом, убедиться, что плата с трафаретом совмещена точно, и нажать на кнопку. Все остальное полуавтомат сделает сам. Страшные слова «открыть» и «опустить» раму, несмотря на сверхнадежную сварную конструкцию полуавтомата, не означают выполнение сложной операции. При нажатии на рукоятку, расположенную с фронтальной стороны, рама под действием пневмоцилиндров поднимается сама, а при опускании рамы срабатывает механизм, плавно доводящий ее до исходного положения. В процессе работы ракеля перемещаются с заданной скоростью, причем скорость можно регулировать непосредственно во время движения. Также регулируются усилия прижима ракей к трафарету и скорость вертикального отрыва платы от трафарета для сохранения четких границ отпечатков. Уникальная конструкция крепления ракей обеспечивает равномерность усилия прижима по всей его длине. По-

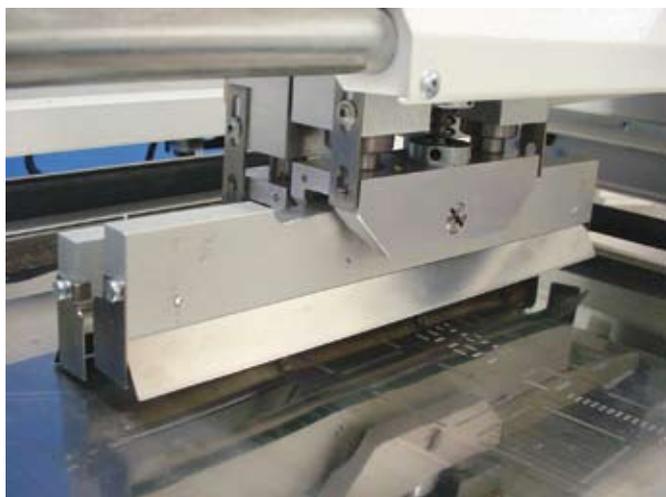


Рис. 2 Ракели прямого и обратного хода

луавтомат SP003 оснащен ракелями прямого и обратного хода (рис. 2), что позволяет избежать холостых проходов. Количество проходов (один или два) предварительно задается оператором.

Таким образом, в течение всего процесса важнейшие параметры трафаретной печати: скорость перемещения ракей, усилие его прижима и угол наклона остаются постоянными, а также после нанесения пасты осуществляется вертикальное отделение трафарета от платы!

Дополнительно в полуавтомате есть еще и ручной режим, при котором оператор может управлять процессом пошагово: нажал на кнопку – поднялся столик с платой и прижался к трафарету, нажал на другую – поехал ракей, еще нажал – опустился столик.

Совмещение печатной платы с трафаретом производится при помощи микрометрических винтов. В результате данной процедуры контактные площадки платы должны совпасть с соответствующими отверстиями в трафарете. Для удобства оператора и повышения точности совмещения на полуавтомат могут быть установлены видеокамеры, передающие увеличенные изображения апертур трафарета и контактных площадок платы на экраны мониторов.

Универсальный магнитный столик с вакуумными фиксаторами и опорными пинами позволяет проводить быструю и удобную переналадку под платы различных типоразмеров, а также позволяет наносить пасту на платы с двухсторонним монтажом и гибкие платы. Смена рамки с трафаретом осуществляется за считанные секунды. В качестве рамок для трафаретов могут быть использованы универсальные рамки с натяжением по четырем сторонам, например, Vector Frame от компании DEK.

При выполнении большинства задач этот принтер подходит идеально, так как обеспечивает надлежащее качество нанесения пасты, в том числе под компоненты с мелким шагом и миниатюрные чип-резисторы.

Но, когда речь идет о производстве именно опытных образцов, появляется желание уйти от трафаретной печати и, соответственно, от изготовления трафаретов, и наносить паяльную пасту методом дозирования. К сожалению, нанесение пасты дозированием имеет свои ограничения по объему минимальной дозы: нанесение пасты под миниатюрные чип-компоненты и под микросхемы с мелким шагом трудно реализуемо с помощью простейших систем дозирования. Все зависит от метода дозирования (вручную или автоматом) и от типа дозатора (пневматический (время/давление) или шнековый). У автоматических дозаторов компании Essemtec имеется специализированная пьезоэлектрическая головка для дозирования пасты под компоненты с мелким шагом. При использовании соответствующей паяльной пасты эта головка может осуществлять дозирование под компоненты с шагом до 0,4 мм. Но всё же трафаретная печать гораздо более качественный и стабильный способ нанесения паяльной пасты, нежели дозирование. Тем не менее, если альтернативы дозированию нет, то полуавтомат установки компонентов позволит решить поставленную задачу.

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА КОМПОНЕНТОВ

Установка компонентов с точки зрения технологии наиболее простой процесс по сравнению с другими стадиями сборки печатного узла. Качество паяного соединения в большей степени зависит от качества трафаретной печати и процесса оплавления паяльной пасты. В тоже время, в процессе сборки важно избегать ошибок из-за влияния человеческого фактора, таких как: установка компонента на другие контактные площадки или установка с неправильной полярностью.

Полуавтомат установки компонентов EXPERT-SAFP от компании Essemtec идеально сочетает в себе компактный дизайн, удобство управления с дополнительными автоматизированными функциями отслеживания действий оператора.

Весь установочный процесс контролируется программно. На осях X-Y перемещения пантографа смонтированы масштабные линейки, с

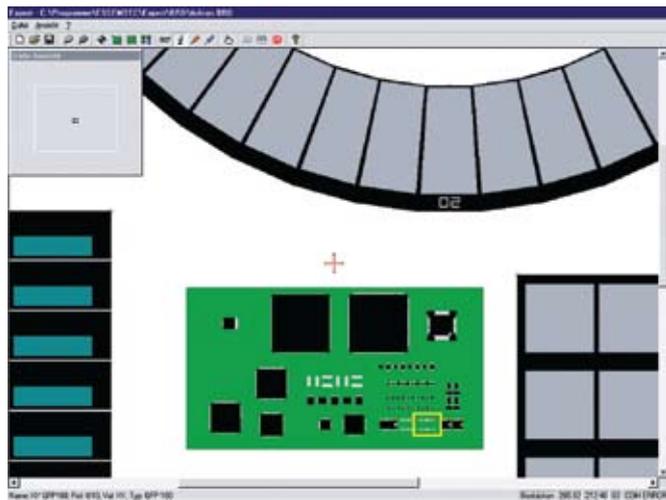


Рис. 3 Окно программного обеспечения

которых оптическим энкодером считывается сигнал, таким образом, полуавтомат имеет обратную связь о реальном положении пантографа (рис. 5). Оператор забирает компонент из питателя с помощью вакуумного пинцета, смонтированного на установочной головке подвижного пантографа. Установка компонентов производится с помощью подсказок программного обеспечения и звуковых сигналов полуавтомата. Ошибки в сборочном процессе невозможны, так как полуавтомат отслеживает правильность сборки и предлагает оператору откорректировать действия, если обнаруживает смещение при установке компонента или фиксирует его забор из другого питателя. Это основное отличие данного полуавтомата от систем установки компонентов с лазерным указателем.

В процессе работы на экране монитора проводится виртуальная сборка печатного узла, где изображения корпусов компонентов и печатной платы соответствуют реальным (рис. 3). Опциональный CAD конвертер транслирует данные для создания рабочих программ из систем проектирования. Это универсальное программное обеспечение дает возможность работать абсолютно с любой системой проектирования, что особенно удобно, если CAD-данные приходят из разных источников. В CAD-данные могут быть оперативно внесены любые изменения.

Количество сохраняемых файлов рабочих программ практически не ограничено. Все файлы конфигураций могут быть записаны на внешний носитель или храниться в локальной сети предприятия. Важным моментом является и то, что рабочие программы полуавтомата могут быть созданы на отдельном персональном компьютере в режиме «оффлайн».



Рис. 4 Видеокамера и оптическая призма

Модель EXPERT-SAFP оснащена функцией установки компонентов с малым шагом. Реализуется установка таких компонентов следующим образом: компонент забирается из питателя, далее оператор, ориентируясь на подсказки программного обеспечения, доводит его до требуемой области установки и включает блокировку перемещения пантографа по осям X, Y (поочередно), а затем, опустив компонент на минимально возможную высоту, включает блокировку перемещения установочной головки по оси Z. Компонент оказывается

жестко зафиксирован над контактными площадками, где оператор осуществляет тонкую подстройку совмещения микрометрическими винтами, после чего компонент автоматически опускается на плату. Для наиболее точного выполнения совмещения оператором на установочную головку полуавтомата EXPERT монтируются видеокамера и специальная оптическая призма (рис. 4).

Точная установка компонентов с малым шагом только при помощи камеры, смонтированной сбоку установочной головки, практически невозможна из-за погрешности параллакса. Оптическая призма для систем EXPERT полностью исключает этот эффект. Все четыре стороны компонента видны без искажений как при вертикальном обзоре сверху. Эта призма в комбинации с видеокамерой дает увеличенное до 20x изображение компонента с контактными площадками на экран монитора, что позволяет оператору легко и просто произвести точную подстройку совмещения.

Эта же призма вместе с камерой может быть использована для установки миниатюрных компонентов, вплоть до 0201 или для проверки качества сборки.

Установка компонентов BGA, CSP или FlipChip также требует прецизионного оптического совмещения. Встраиваемый манипулятор UP3100 превращает Expert в полностью законченное функционально рабочее место с возможностью установки упомянутых микросхем. UP3100 включает в себя оптическую призму, которая передает наложенные друг на друга изображения выводов микросхемы и контактных площадок платы перед установкой на экран монитора. Путем совмещения этих изображений оператор добивается последующей точной установки сложных микросхем на плату.

И это еще не все! Полуавтоматы EXPERT могут быть дополнительно оборудованы дозатором для нанесения пасты или клея, а также термофеном на отдельном пантографе или датчиком усилия прижима в момент установки или забора компонентов.

Полностью оснащенный полуавтомат EXPERT-SAFP является универсальным многофункциональным рабочим местом с возможностью нанесения пасты, установки компонентов, в том числе, с малым шагом и BGA, и даже с возможностью несложного ремонта (рис. 6)!

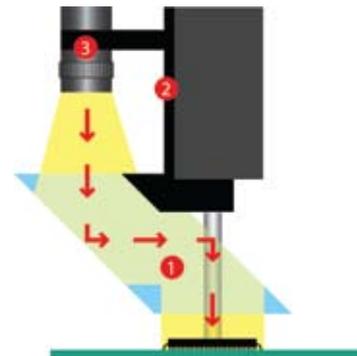
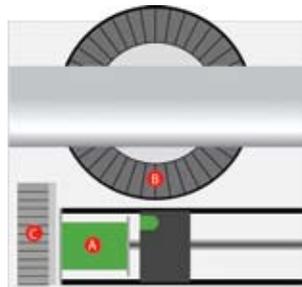


Рис. 5 Схема снятия изображения компонента через призму

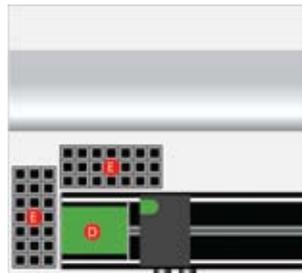


Рис. 6 Полуавтомат Expert-SAFP

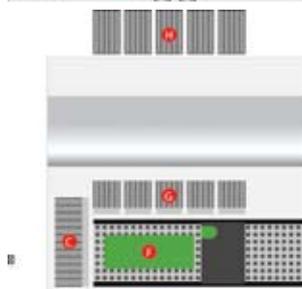
ВАРИАНТЫ КОМПЛЕКТОВАНИЯ ПОЛУАВТОМАТА ЭКСПЕРТ ПИТАТЕЛЯМИ



Вариант со стандартным механизмом фиксации платы (А), каруселью (В) и подставкой под питатели слева (С)



Вариант с двумя матричными поддонами



Модель с опциональным вакуумным столиком (F), 12 питателей слева и 25 питателей под порталом

ОПЛАВЛЕНИЕ ПАСТЫ ИЛИ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ КЛЕЯ

Одним из основных требований к современным печам оплавления, является возможность работать по бессвинцовой технологии. Прибавим это к ранее сформулированным требованиям к оборудованию и познакомимся с печью RO-06 plus (рис. 7).

В отличие от конвейерных печей оплавления, где в каждой зоне температура стабилизирована и удерживается неизменной, в камерных печах температура постоянно изменяется в соответствии с заданным термопрофилем. Поэтому запаивание каждой следующей платы возможно только при охлаждении камеры пайки до первоначальной температуры, то есть температуры начала процесса. Это ограничивает применение камерных печей, в частности RO-06plus, в серийном производстве, но свою нишу в мелкосерийном и опытном производстве это оборудование занимает за счет компактных размеров, уникальных возможностей и высокого качества пайки.



Рис. 7 Печь оплавления RO-06 plus

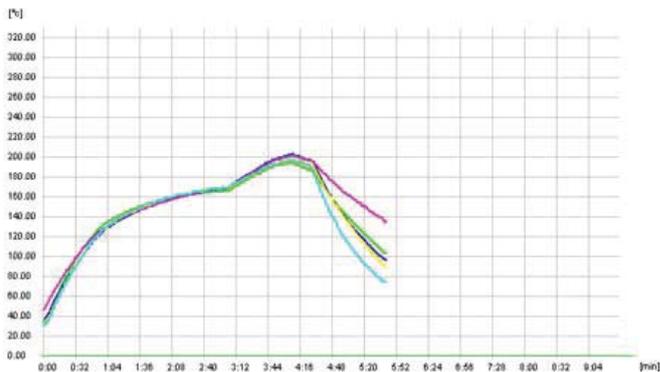


Рис. 8 Изображение температуры в зоне пайки при помощи ПО RO-SOFT

RO-06plus является печью с комбинированным нагревом. Инфракрасный и конвекционный методы передачи тепла в комбинации обеспечивают равномерный, щадящий нагрев печатного узла, исключая появление теневых эффектов.

Загрузка плат в камеру пайки осуществляется печью автоматически, оператору лишь надо положить плату на внешний мини конвейер. Далее начинается отработка заданного температурного профиля. Создание профилей осуществляется через панель управления встроенного контроллера, расположенную с фронтальной стороны печи. Программируются температуры старта процесса, предварительного подогрева, оплавления и охлаждения. В памяти контроллера находится 20 предустановленных наиболее популярных температурных профилей, и есть свободное место еще для 15 программ. Печь RO-06plus комплектуется двумя внешними термодатчиками, которые предназначены для отображения реальной температуры на поверхности печатной платы. Смотровое окно позволяет в реальном времени наблюдать за процессом пайки, а уникальная функция «паузы» дает возможность увеличивать необходимый временной интервал температурного профиля. При оснащении опциональным программным обеспечением оператор может наблюдать состояние отработки термопрофиля на экране монитора в графическом режиме и сохранять полученные данные.

Печь RO-06plus предлагает возможность анализа, наглядность процесса и способна гибко в процессе работы изменять характеристики температурного профиля, что важно для качественной пайки опытных образцов.

Европейские производители электроники выбирают оборудование компании Essemtec из-за высокой гибкости, широкой области применения, надежности и небольшой трудоемкости в создании программ и переналадке.

Полуавтоматическое оборудование, представленное в данной статье, контролирует наиболее важные этапы сборочного цикла и гарантирует воспроизводимость параметров процесса с высокой точностью, что обеспечивает высокое качество сборки печатных узлов в условиях мелкосерийного производства.

Компания ESSEMTEC является безусловным мировым лидером по разработке и изготовлению сверхгибкого оборудования для опытных, мелко- и среднесерийных объемов производства.

Перечень поставляемого ESSEMTEC оборудования охватывает все технологические этапы сборочного процесса печатных узлов – ручные, полуавтоматические и автоматические устройства трафаретной печати, системы дозирования, манипуляторы, полуавтоматы и автоматы установки компонентов, печи оплавления, системы транспортировки и хранения, программное обеспечение для максимально эффективной организации производства с возможностью планирования, документирования и оптимизации процесса. Все оборудование ESSEMTEC отличается высочайшее швейцарское качество и непревзойденная гибкость, дающие возможность максимально быстро осуществлять переход с одного изделия на другое, что является необходимым условием для функционирования многономенклатурного производства. ■