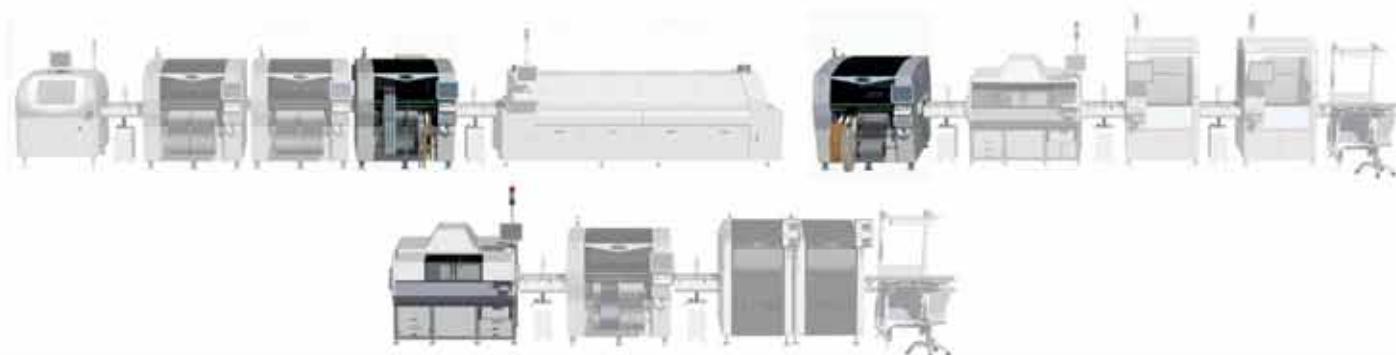




FuzionOF — одно решение для SMD и выводных компонентов

- Работа с широким спектром выводных и нестандартных компонентов
- Высокоточный монтаж любых SMD-компонентов
- Возможность 100% автоматизации сборки печатного узла
- Алгоритм распознавания компонентов сложной формы (с обучением «на лету»)
- Максимальный размер компонента — 150 (Д)×150 (Ш)×40 (В) мм
- Подача компонентов из ленты, пенала, лотка, или из россыпи
- Общая оснастка и ПО с другими платформами Universal Instrument для создания совместимой производственной среды для SMD и THT циклов сборки



ТНТ и OFA – технологии монтажа для ответственных применений



Статья посвящена технологиям монтажа печатных плат. Рассмотрены современные термины из этой сферы производства, особенности различных технологий, анализируются их преимущества и ограничения.

000 «Клевер Электроникс», г. Москва

Когда в 1970-х годах появилась технология поверхностного (планарного) монтажа (Surface Mount Technology, SMT) и соответствующие компоненты для нее (Surface Mount Device, SMD), а тем более в 1980-х годах, когда началось ее бурное развитие, у многих возникло впечатление, что новая технология со временем вытеснит и полностью заменит прежнюю, по которой монтаж компонентов выполняется в отверстия печатных плат, – прежде всего из-за устранения этих самых отверстий. Однако технология монтажа в отверстия (Through Hole Technology, или ТНТ), также называемая «штырьковым монтажом», с которой когда-то и начинался монтаж электронных схем в принципе, отлично сохранилась в специализированных областях применения, а недавно в отрасли замечены тенденции, так сказать, перевыпуска оборудования для монтажа ТНТ-компонентов.

Настоящая статья посвящена особенностям, плюсам и минусам различных видов монтажа печатных плат.

Но прежде чем перейти к их рассмотрению, уделим внимание терминам, поскольку сегодня разные виды монтажа определяются многими терминами, в некоторых случаях спорными.

Итак, мы уже сказали о ТНТ-технологии – монтаже в отверстия, «штырьковым», а также о поверхностном монтаже SMT, при котором компоненты прикрепляются к поверхности платы на паяльную пасту, после чего плата с установленными компонентами обрабатывается – проходит нагревание в конвейерной конвекционной или в конвекционно-инфракрасной одно- или многозонной печке в различных атмосферах (воздушной, азотной), в результате чего получается неразъемное соединение компонентов и печатной платы.

Необходимо еще отметить такие термины, как «объемный монтаж» (так называют любой не планарный монтаж, не-SMT) и «навесной монтаж» – то есть монтаж на шасси с соединением проводами, без печатных плат.

Иногда, имея в виду штырьковый монтаж, употребляют аббревиатуру DIP, обозначающую микросхемы с двухрядным расположением ножек (DIP – Dual Inline Package). Однако мы считаем нецелесообразным использовать этот термин, поскольку его значение в настоящее время оказалось размыто. Изначально DIP – это двухрядная микросхема, сегодня она по-прежнему используется; в этом значении данный термин и следует употреблять. Тенденция называть этим словом вообще любой штырьковый монтаж представляется неправильной.

Наконец, сегодня широко применяется термин OFA, или Odd Form Assembly, под которым подразумевается монтаж в отверстия нестандартных компонентов, или компонентов «неправильной» формы, при этом под компонентами «правильной» формы понимаются обычные SMD. Таким образом, OFA является разновидностью ТНТ-монтажа, но имеет важную особенность. Дело в том, что классический ТНТ-монтаж бывает только



Рис. 1. Компоненты с OFA-монтажом

аксиальным (осевым) и радиальным — по названию типичных компонентов: резисторов (аксиальный компонент) и цилиндрических конденсаторов или транзисторов (радиальные компоненты).

В настоящее время на смену специализированным автоматам ТНТ-монтажа — высокопроизводительным машинам, которые имеют только аксиальную или только радиальную ленту, все чаще приходят автоматы смешанного типа, которые ставят любые штыревые компоненты, устанавливаемые в отверстия: аксиальные, радиальные, разъемы, экраны, дроссели, выключатели и т.д. Такой монтаж и называют OFA (рис. 1). Именно он сейчас в основном используется, хотя и классический ТНТ-монтаж присутствует, например в светодиодных экранах.

Собственно говоря, как видим, технология штырькового монтажа (ТНТ, OFA) никуда не пропала и до сих пор используется как одна из главных в электронной сборке. Благодаря этому производители сборочного оборудования получили дополнительные стимулы для разработки автоматизированных решений по установке данных компонентов, которые интегрируются в стандартные технологические процессы наряду с технологией SMT. Напомним, что именно SMT в свое время позволила широко внедрить автоматизацию сборки печатных плат, уменьшить затраты, сократить время сборки (иногда на порядок), а также

снизить зависимость качества продукции от человеческого фактора.

Автоматизированные решения для OFA-процессов должны касаться не только подготовки и установки компонента, но и системы подачи компонента в зону сборки в необходимой технологической упаковке, и на начальном этапе это сдерживало распространение автоматизации монтажа нестандартных компонентов. Однако крупные по габаритам компоненты с высокой отводимой тепловой мощностью не предназначены для SMT в принципе. Кроме того, печатные узлы с монтажом ТНТ и OFA часто превосходят SMT в отраслях с тяжелыми условиями эксплуатации (транспорт, силовая электроника и т.д.), где выдвигаются высокие требования к надежности, устойчивости к ударам, вибрации, высоким температурам и т.д.

Типичными платформами для OFA-монтажа являются Polaris (рис. 2) и Uflex (рис. 3) от производителя Universal Instruments (США). В зависимости от задач станки оснащаются различными типами механических захватов (грипперов): пневматическими, сервоприводными, вакуумными, а также дозирующей головкой, винтовёртом, камерой оптической инспекции, датчиком измерения высоты и прочими в различных сочетаниях (рис. 4).

А создание нового поколения многофункциональных автоматов, способных решать задачи по автоматизации

технологии сборки нестандартных компонентов, и применение новых видов упаковок для компонентов вывели эту технологию на новый уровень развития. В частности, к оборудованию данного типа относится серия автоматов Fuzion от Universal Instruments (рис. 5), сочетающих в себе гибкость и адаптивность при использовании задач поверхностного монтажа.

В настоящее время поверхностный монтаж чаще применяется для мобильных устройств, носимой электроники, прочей бытовой и промышленной электроники с относительно щадящими условиями эксплуатации.

Укажем преимущества монтажа в отверстия — ТНТ и OFA:

- ▶ высокая стойкость к истиранию и износу за счет значительной площади пайки на всю длину сквозного отверстия в печатной плате. Именно это делает технологии ТНТ и OFA востребованными для аэрокосмических и военных областей применения, где печатная плата может подвергаться существенным механическим деформациям и вибрации;

- ▶ легкая замена компонентов на печатном узле, что пригождается в процессе тестирования или создания прототипа;

- ▶ прочный механический контакт компонента с платой, позволяющий выдерживать значительные механические и электрические нагрузки. Например, это важно для монтажа на печатную плату разъемов, которые



Рис. 2. Универсальная платформа Polaris для OFA-монтажа



Рис. 3. Линия из гибких платформ Uflex для OFA-монтажа

соединяются-разъединяются в процессе эксплуатации.

При этом недостатки штырькового монтажа также связаны со сквозными отверстиями в печатной плате (точнее – со «сквозными металлизированными отверстиями печатной платы», как написано в ГОСТ Р 53386-2009 «Платы печатные. Термины и определения»):

- ▶ невозможность дальнейшей миниатюризации печатного узла. Строго говоря, недостатком это не является – скорее ограничением, из-за которого штырьковый монтаж можно успешно применять в крупном приборостроении, где миниатюризация неактуальна, но нельзя использовать для монтажа смартфона. Однако подчеркнем, именно невозможность из-за отверстия уменьшать габариты монтируемых компонентов когда-то стала главной причиной возникновения технологии SMD. Драйвером этого процесса явилась компьютерная техника, которая остро нуждалась в миниатюризации. Старые компьютеры занимали много места, иногда несколько комнат, поэтому требовались технологии, позволяющие уменьшить размер ЭВМ;

- ▶ также недостатком в частных случаях являются ограничения на разводку проводников по печатной плате из-за сквозных отверстий в многослойных платах;

- ▶ поскольку сейчас ТНТ- и OFA-платы часто являются смешанными, то есть делаются с применением SMD-элементов, производителю приходится выполнять несколько производительных циклов для одной платы: и пайку оплавлением, и селективную пайку.

Несмотря на указанные ограничения, монтаж ТНТ и OFA по-прежнему актуален. В его пользу говорят и несколько десятилетий применения, благодаря чему механизм сборки хорошо отработан как в ручном, так и в автоматическом режимах и имеется разнообразное сборочное оборудование и технологическое оснащение.

Типовыми операциями ТНТ- и OFA-монтажа являются:

- ▶ подготовка платы к пайке. Если работа выполняется в ручном режиме монтажниками, то этот этап можно разделить на два техпроцесса: сперва осуществляется подготовка выводов компонентов, формовка и обрезка,

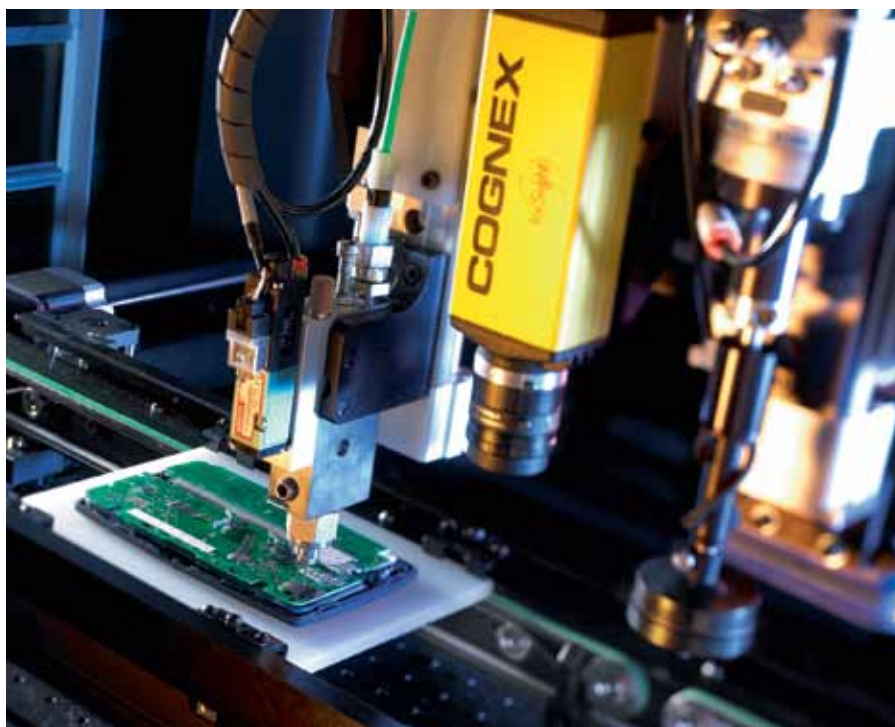
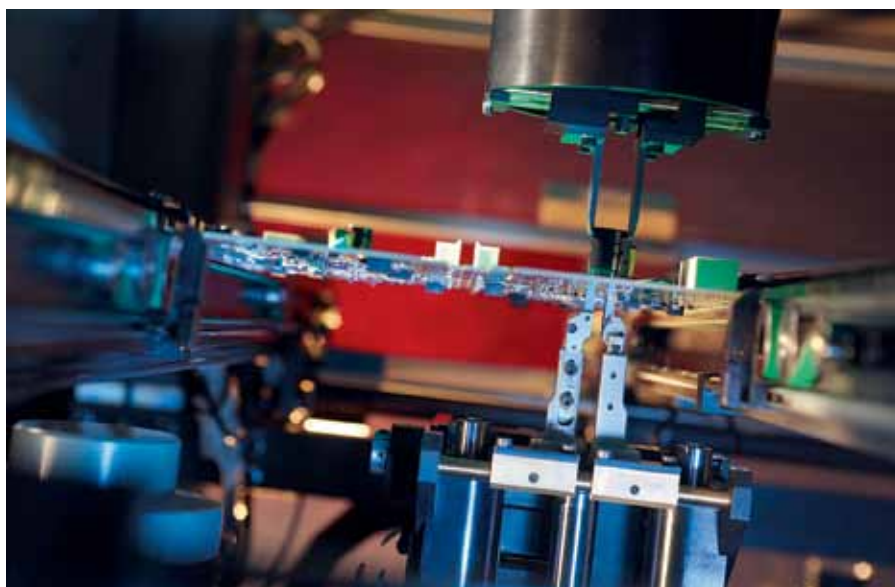


Рис. 4. Различные функциональные головы и оснастка станков для OFA-монтажа



Рис. 5. Автомат Fuzion от Universal Instruments

потом – ручной монтаж («набивка» на профессиональном жаргоне), после чего плата готова к пайке. Если же работает автомат, то и подготовка платы, и монтаж элементов происходят внутри монтажной платформы в рамках единого техпроцесса;

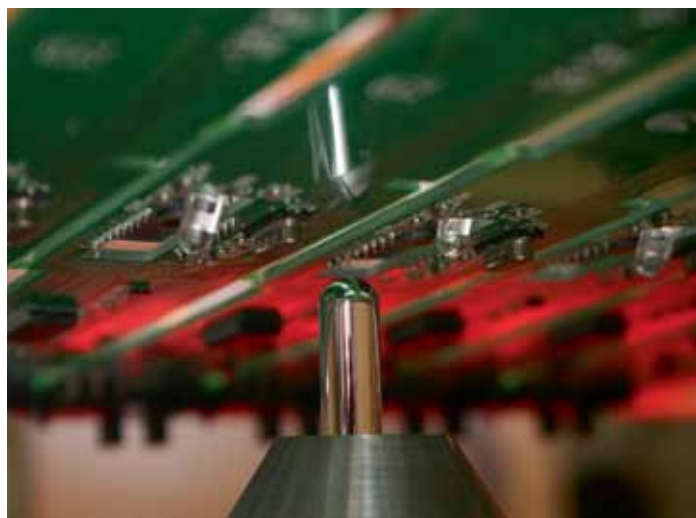
► пайка, которая, опять же, может осуществляться либо в ручном режиме, либо в режиме групповой автоматической пайки. Последняя может выполняться так называемой волной припоя, когда находящийся в специальной ванне расплавленный припой создает непрерывный поток – волну, омывающую нижнюю часть печатной платы

с установленными выводными компонентами. Припой смачивает контактные площадки и выводы компонентов и проникает вверх через отверстия, при этом происходит формирование паяных соединений. Данная технология обрабатывает абсолютно все компоненты на плате, если не используются специальные палеты, обеспечивающие защиту отдельных участков нижней стороны платы. Другая разновидность автоматической пайки – селективная (рис. 6). В данном случае можно говорить о пайке мини-волной: маленькое «сопло» подходит отдельно к каждому выводу и паяет его в соответствии с ре-

жимом, заданным программой. Этот механизм напоминает ручную пайку.

Еще больше приближены к ручному труду монтажниц по своей функциональности и возможностям паяльные роботы (рис. 7). Сегодня они получили широкое распространение во всем мире и набирают популярность в нашей стране. Они имеют 4 и более степени свободы, оснащаются 3-, 4-координатной декартовой системой перемещения в совокупности с поворотной головой на вертикальной оси, на которой установлен паяльник. Компактные размеры, позволяющие устанавливать робота на стандартный рабочий стол монтажника, система обучения точек пайки как стандартная функция, видеоконтроль с помощью установленной камеры, автоматическая система контроля подачи проволоки припоя, подбор эффективной траектории движения жала паяльника, стабильность применяемых режимов пайки, возможность использования оборудования для пайки в азотной среде, надежная повторяемость операций – всё это в результате обеспечивает предсказуемость и гарантию качества производимого изделия.

Если вернуться к пайке в ручном режиме, то следует отметить, что методы этого процесса отточены за десятилетия практики, а кроме того, в последнее время появилось очень много цифрового паяльного оборудования, облегчающего ручной труд. Тем не менее уместно будет сказать о трех факторах. Во-первых, при ручной пайке большую роль играет человеческий фактор, а точнее, возможность челове-



а



б

Рис. 6. Селективная пайка: а – мини-волной; б – пайка компонентов двумя паяльными соплами



а



б

Рис. 7. Паяльный робот с одинарным паяльником: а – общий вид; б – паяльник робота с регулируемым углом пайки

ческой ошибки во время выполнения технологической операции. Во-вторых, важен фактор роста расходов на ручной труд, который всегда имеет тенденцию к удорожанию. Третий весомый фактор – поиск персонала с необходимым уровнем квалификации (особенно учитывая, что иногда этот уровень приходится сохранять при работе в несколько смен). Многие производители сталкиваются с нехваткой работников с нужной подготовкой для ручной пайки сложных изделий, а также с нежеланием молодежи работать по этим специальностям. Оно и понятно, молодому специалисту куда интересней запрограммировать паяльный робот или даже несколько таких единиц оборудования. В последние годы этот фактор становится все более существенным, поэтому при выборе степени применения ручного труда или автоматизации его нужно учитывать.

Наряду с типовыми можно отметить менее распространенные техно-

логии, так называемые переходные на пути к поверхностному монтажу. Например, технология «вывод (ножка) в пасте» (Pin In Paste, PIP), она же – «оплавление в сквозных отверстиях» (Through Hole Reflow, THR), которая предполагает предварительное нанесение паяльной пасты в сквозные отверстия платы с последующим проталкиванием вывода через отверстие (и пасту). Таким образом, предварительно наносится паяльная паста (как в SMT) и одновременно используется штырьковый монтаж, повышающий прочность соединения. Техпроцесс пайки выполняется в печах – так же, как при SMT, но с более строгими ограничениями, чтобы расплавленный припой не вытек из монтажных отверстий.

Все разобранные в статье технологии хорошо известны команде специалистов компании «Клевер Электроникс», которая успешно работает более 20 лет на рынке сборочно-монтажного оборудования для электрон-

ной индустрии и сопутствующих областей и собрала колоссальную базу знаний, навыков и связей с поставщиками.

Являясь официальным дистрибьютором мировых лидеров – производителей оборудования, «Клевер Электроникс» предлагает надежные станки и инструменты для автоматического монтажа самых высоких стандартов качества и надежности по лучшим ценам. При этом компания тщательно следит за новейшими разработками в области электронных технологий, компонентов, оборудования, постоянно находясь в развитии и расширяя спектр предоставляемых услуг.

А. И. Гребенюк, к. т. н., директор направления нестандартного оборудования, ООО «Клевер Электроникс», г. Москва, тел.: +7 (495) 545-4292, e-mail: info@clever.ru, сайт: www.clever.ru