

ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

Валерий Кузьмин, генеральный директор ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-Трасса»
Елена Кузьмина, менеджер ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-Трасса»

В статье обсуждается современное состояние производства печатных узлов в условиях мелкосерийного производства. Описывается классификация конструктивно-технологических характеристик печатных узлов, а также применяемая элементная база, технологических процессов сборки и пайки. Приводится описание основных технологических операций производства печатных узлов, технические характеристики оборудования для сборки и пайки печатных узлов.

В настоящее время в странах СНГ основным видом производства электронной аппаратуры является мелко и средне серийное производство. Основные производители аппаратуры — это малые предприятия, имеющие ограниченные финансовые ресурсы и, в силу этого, не имеющие возможности вкладывать в оснащение производства значительные средства.

Применение в условиях мелко и среднесерийного производства высокопроизводительного импортного оборудования далеко не всегда экономически целесообразно.

Несоизмеримо высокая стоимость импортного оборудования по сравнению с отечественным того же класса делает отечественное оборудование вполне конкурентоспособным, а во многих случаях — единственно оправданным выбором.

К сожалению, большинство предприятий производивших технологическое оборудование в начале 90-х годов, в настоящее время прекратили свое существование или переориентировались

на выпуск другой продукции. Тем не менее, в современной России сохранился ряд предприятий, производящих технологическое оборудование.

Технологическое оборудование производится в основном специализированными малыми предприятиями, созданными специалистами госпредприятий, занимавшимися подобным оборудованием.

Ряд предприятий, основная деятельность которых направлена на производство электронной аппаратуры, для собственных нужд создали специализированное оборудование и оснастку. Свои наиболее удачные решения они предлагают для реализации на внутреннем рынке.

Самым распространенным типовым технологическим процессом является процесс производства узлов на печатных платах с поверхностно монтируемыми компонентами (см. рис. 1). Рассмотрим оборудование, предлагаемое отечественными предприятиями на российском рынке для реализации этих технологических операций.

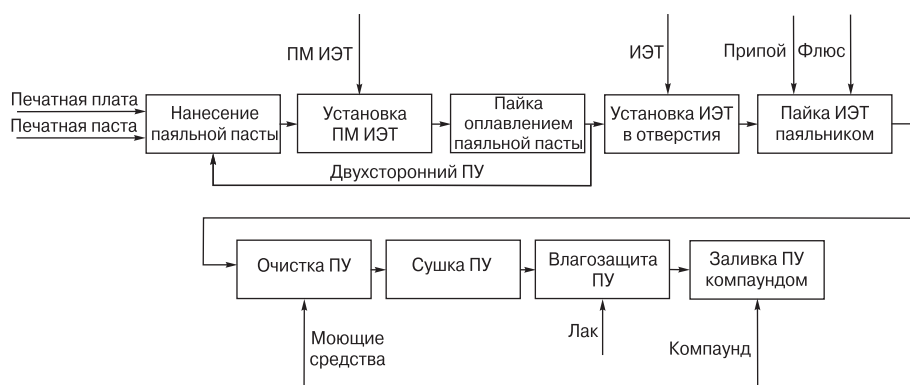


Рис. 1. Типовой технологический процесс производства узлов на печатных платах с поверхностно монтируемыми компонентами

НАНЕСЕНИЕ ПАЯЛЬНОЙ ПАСТЫ

Нанесение паяльной пасты, как правило, осуществляется методом трафаретной печати или дозирования. Однако способ нанесения пасты дозатором очень не производителен по сравнению с нанесением через трафарет и может быть рекомендован только в отдельных случаях — при сборке единичных образцов ПУ или при их ремонте. Если нанесение паяльной пасты через трафарет невозможно из-за конструктивных особенностей ПУ, то нанесение паяльной пасты также осуществляется с помощью дозатора. Устройства трафаретной печати и дозаторы предлагаются несколькими предприятиями.

ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-Трасса» (г. Москва) предлагает два вида устройств трафаретной печати: «S.M.D.-Трасса-4302» и «S.M.D.-Трасса-43025». Устройства трафаретной печати «S.M.D.-Трасса-4302» (см. рис. 2) предназначены для нанесения паяльной пасты на контактные площадки печатных плат с помощью ракеля через трафарет из фольги. Устройство позволяет с помощью призматического зажима крепить фольговый трафарет, производить его натяжение и необходимые регулировки для обеспечения параллельности плоскостей фольги и печатной платы, регулировать зазор между трафаретом и печатной платой и обес-

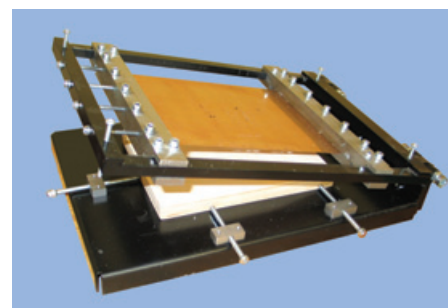
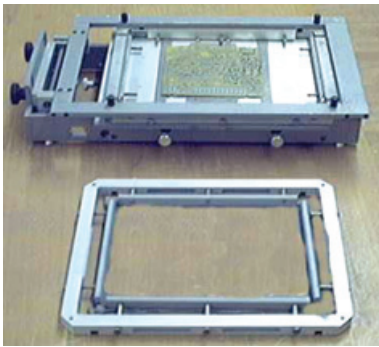
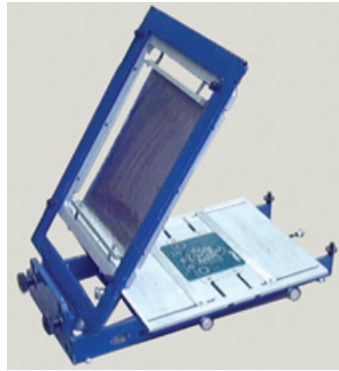


Рис. 2. Устройства трафаретной печати «S.M.D.-Трасса-4302»



а)



б)

Рис. 3. Устройства трафаретной печати «S.M.D.-Трасса-43025»



Рис. 5. Устройство для дозирования вязких композиций «Трасса-4304»

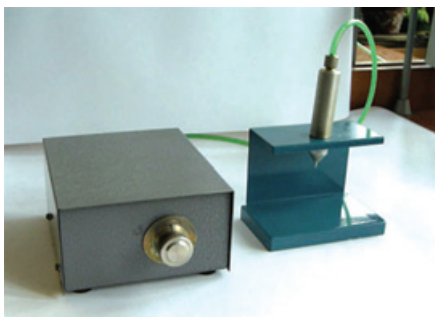


Рис. 6. Пневмодозатор припойной пасты ДЗ

Таблица 1. Типоразмеры устройства трафаретной печати «S.M.D.-Трасса-4302»

	«S.M.D.-Трасса-43021»	«S.M.D.-Трасса-43022»	«S.M.D.-Трасса-43023»	«S.M.D.-Трасса-43024»
Максимальный размер печатной платы, мм	160 × 300	210 × 350	260 × 400	360 × 500
Максимальный размер рабочего поля печатной платы (зона нанесения паяльной пасты), мм	100 × 200	150 × 250	200 × 300	300 × 400
Размер устройства, мм	200 × 425	250 × 475	300 × 575	400 × 625

Таблица 2. Технические характеристики устройства трафаретной печати «S.M.D.-Трасса-43025»

Максимальный размер печатной платы, мм	200 × 300
Максимальный размер рабочего поля печатной платы (зона нанесения паяльной пасты), мм	200 × 300
Размер трафарета, мм	210 × 310

печивать совмещение отверстий трафарета с контактными площадками печатной платы.

В таблице 1 приводится четыре типоразмера этой модификации.

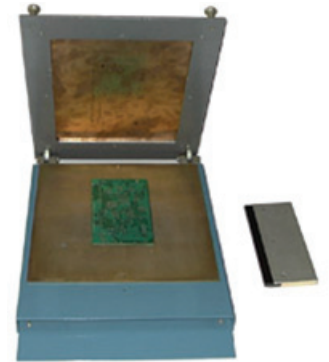
Для многономенклатурного производства, когда в течение смены приходится несколько раз менять трафарет, удобно использовать устройство «S.M.D.-Трасса-43025» (см. рис. 3 а, б). Устройство позволяет крепить и натягивать на сменной рамке трафарет из фольги.

Смена трафарета сводится к установке рамки, с заранее натянутым трафаретом, с помощью четырех винтов. Кроме того, такой способ смены трафарета позволяет значительно продлить срок службы трафарета. Технические характеристики этого устройства приведены в таблице 2.

Для этих же задач НПП «Радуга» (г. Москва) выпускает ряд устройств трафаретной печати (см. рис. 4) для нанесения пасты на печатные платы:

- ТП-1 (габариты обрабатываемых плат 170 × 210 мм);
- ТП-2 (габариты обрабатываемых плат 206 × 270 мм);

Рис. 4. Устройства трафаретной печати для нанесения пасты на ПП



– ТП-3 (габариты обрабатываемых плат 300 × 400 мм).

Эти же предприятия предлагают дозаторы для нанесения паяльной пасты:

Устройство для дозирования вязких композиций «Трасса-4304» (ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-Трасса») позволяет не только наносить паяльную пасту, но и дозировать различные смолы и компаунды. Как пример можно привести заливку ПУ компаундами для повышения их устойчивости к механическим и климатическим воздействиям.

Регулировка выходной дозы осуществляется тремя способами:

- величиной давления в баллоне со смолой, с помощью редуктора;
- выбором диаметра насадки шприца;
- временем подачи давления с помощью реле времени.

Дозатор имеет автоматический и ручной режимы работы. При автоматическом режиме время подачи давления устанавливается с помощью реле времени. В ручном режиме время подачи давления определяется временем нажатия кнопки «Сброс» или педали.

Для того чтобы композиция под собственной тяжестью не вытекала из баллона, в перерывах между подачами давления в дозаторе предусмотрена система подачи на это время вакуума в баллон. Величина разряжения регулируется с помощью эжектора. Устройство для дозирования вязких композиций «Трасса-4304» изображено на рисунке 5.

Пневмодозатор припойной пасты ДЗ (НПП «Радуга») изображен на рисунке 6. Он имеет среднюю производительность 100 точек/мин и время импульса, регулируемое в пределах 0,5...11 с.

Предприятие «Аверон» (г. Екатеринбург) выпускает программируемый цифровой дозатор АПДП 1.0 для



Рис. 7. Программируемый цифровой дозатор АПДП 1.0

нанесения паяльной пасты или клея на контактные площадки печатной платы ручным способом (см. рис. 7).

Дозатор обеспечивает нанесение до 3000 точек пасты или клея в час. ЖК-дисплей и кнопки управления позволяют оперативно изменять и отображать основные параметры рабочей программы: время дозирующего импульса (0,01...99 с), интервал следования импульсов (0,1...99 с). Девять рабочих программ сохраняют установленные параметры дозирующих импульсов для контактных площадок разных размеров. Для устранения подтекания материалов с малой вязкостью предусмотрено создание вакуума в шприце после выключения дозирующего импульса. Величина разряжения регулируется. Управление дозируется ножной педалью.

Все вышеприведенные дозаторы используют внешний источник сжатого воздуха давлением до 6 Бар.

УСТАНОВКА ПМ ИЭТ НА ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

Второй операцией в типовом технологическом процессе производства ПУ с ПМ является установка ПМ ИЭТ на печатные платы. Это одна из основных операций в технологии монтажа на поверхность. Ручная сборка при поверхностном монтаже затруднительна вследствие малых размеров монтируемых элементов (чип-резисторов, конденсаторов), высоких требований по точности установки корпусов с большим количеством выводов (корпуса PLCC и др.).

Поэтому монтаж ПУ с ПМ с применением стандартного радиомонтажного инструмента практически не применяется. Даже для изготовления единичных образцов и мелких серий ПУ применяют специальную оснастку и оборудование.

Для этих целей используются пинцеты вакуумные «S.M.D.-Трасса-4301» с различной оснасткой (см.



Рис. 8. Пинцет вакуумный «S.M.D.-Трасса-4301» с оснасткой

рис. 8), производимые ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-Трасса». На рисунке 9 изображена оснастка для ручной установки поверхностно монтируемых элементов на ПП (НПП «Радуга»), в состав которой входят:

- подплатник регулирующий;
- подлокотники;
- вакуумный пинцет с микрокомпрессором;
- ячеистые кассеты для радиокомпонентов поверхностного монтажа;
- линза двукратного увеличения.

На рисунке 10 изображен антистатический вакуумный пинцет АПВ 1.0 производства фирмы «Аверон».

Скорость установки элементов при работе с подобными пинцетами составляет 600...1000 ПМ ИЭТ в час. Поэтому во многих случаях (даже для крупного производства) достаточно иметь рабочие места монтажников, оснащенные подобными пинцетами и оснасткой. Установка элементов монтажниками с помощью вакуумных пинцетов, несмотря на очевидные преимущества экономического характера, имеет существенный недостаток – ошибки монтажника при установке элементов. От этого недостатка практически полностью свободны автоматы установки элементов.

В настоящее время в России в основном предлагаются дорогие импортные автоматы. Из оборудования производства СНГ следует отметить две модели автоматов производства Белоруссии.

Установка поверхностного монтажа ЭВ-8317-2М (ОАО «НП ОКБМ», г. Витебск, Белоруссия) предназначена для автоматического монтажа на поверхность печатной платы широкого диапазона поверхностно-монтируемых элементов из ленты шириной 8, 12 и 16 мм, а также нанесения заданной дозы клея (пасты) при замене монтажной головки на головку дозатора клея (см. рис. 11).

Установка состоит из координатного устройства и устройства управ-



Рис. 9. Оснастка для ручной установки поверхностно монтируемых элементов на ПП



Рис. 10. Антистатический вакуумный пинцет АПВ 1.0



Рис. 11. Установка поверхностного монтажа ЭВ-8317-2М

ления на базе персонального компьютера. В основе работы установки лежит принцип перемещения монтажной головки по координатам X и Y, осуществляемого шаговыми электродвигателями с дискретностью 0,025 мм. Монтажная головка обеспечивает вакуумный захват радиоэлемента из пинцетеля, поворот на требуемый угол, центрирование, перенос и опускание

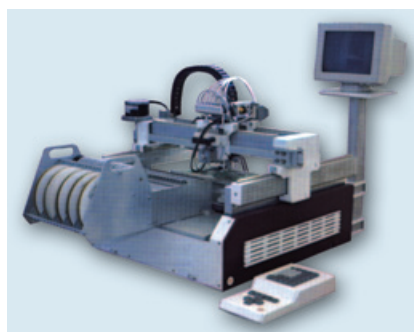


Рис. 12. Автомат монтажа ЧИП-компонентов

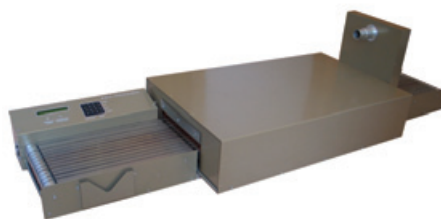


Рис. 13. Установка инфракрасно-конвекционной пайки печатных узлов «S.M.D.-Трасса-5610»

Таблица 3. Технические характеристики установки поверхностного монтажа ЭВ-8317-2М

Наибольший ход монтажной головки, мм	400 × 360
Размер рабочего поля печатной платы (при установке всех питателей),	400 × 280
Погрешность установки радиоэлементов, мм	±0,15
Производительность, эл/ч	2000
Угол разворота радиоэлемента	0...315° с дискретностью 45°
Типы корпусов устанавливаемых радиоэлементов	0603, 0805, 1206, SOT23, SOT143, SOD110, SOD323, SOD123
Количество устанавливаемых питателей, шт	40

Таблица 4. Технические характеристики автомата монтажа ЧИП-компонентов

Время цикла монтажа одного ЧИП-компонента, не более	0,8 с
Размер печатной платы	50 × 50...250 × 350 мм
Количество питателей для 8-мм блистер-лент	64 шт

на поверхность печатной платы. Предусмотрен контроль наличия элемента при захвате, переносе и монтаже. Технические характеристики установки поверхностного монтажа ЭВ-8317-2М приведены в таблице 3.

Автомат монтажа ЧИП-компонентов (концерн «Планар», г. Минск, Белоруссия) предназначен для монтажа на поверхность печатных плат ЧИП-конденсаторов и резисторов, транзисторов в корпусах типа SOT и других элементов поверхностного монтажа (см. рис. 12). Автомат может эксплуатироваться автономно или в комплекте с автоматом нанесения клея ЭМ-3172.

Печатные платы устанавливаются вручную на одноместный стол, имеющих базирующие штыри или упор. При установке стола-транспортера для автоматизированной подачи печатных плат, платы подаются в рабочую зону и базируются автоматически. 8-инструментальная револьверная головка обеспечивает универсальность при присоединении различных типов и типоразмеров компонентов.

Цифровое перемещение по координате «2» осуществляется для каждого инструмента в отдельности. Технические характеристики автомата монтажа ЧИП-компонентов приведены в таблице 4.

ПАЙКА ОПЛАВЛЕНИЕМ ПАЯЛЬНОЙ ПАСТЫ

Процесс пайки ПМ ИЭТ на печатной плате производится с помощью ИК-нагрева и/или конвекции. Основным механизмом передачи тепла, используемым в установках пайки с ИК-нагревом, является излучение. Передача тепла излучением имеет большое преимущество перед теплопередачей за счет теплопроводности и конвекции, так как это единственный из механизмов теплопередачи, обеспечивающий передачу тепловой энергии по всему объему монтируемого устройства.

В процессе пайки ИК-излучением скорость нагрева регулируется изменением мощности каждого излучателя и скорости движения транспортера с ПП. Поэтому термические напряжения в компонентах и платах могут

быть снижены посредством постепенного нагрева элементов.

Основным недостатком пайки с ИК-нагревом является то, что количество энергии излучения, поглощаемой компонентами и платами, зависит от поглощающей способности материалов, из которых они изготовлены, поэтому нагрев осуществляется неравномерно в пределах монтируемого устройства. Пайка кристаллоносителей без выводов или с J-образными выводами может оказаться невозможной в установках с ИК-нагревом, если компонент непрозрачен для ИК-излучения.

В некоторых установках пайки вместо ИК-нагрева применяется предварительный нагрев воздуха, который в свою очередь передает тепло к месту пайки за счет конвекции. Этот способ пайки устраняет ряд недостатков, присущих традиционной пайке с ИК-нагревом. К ним относится невозможность пайки компонентов в корпусах непрозрачных для ИК-излучения и с выводами, расположенными в местах, недоступных для ИК-излучения, например, под корпусом микросхемы. Наиболее оптимальным является комбинированный метод переноса тепла, как за счет ИК-излучения, так и за счет конвекции. В качестве тепловых излучателей применяются ИК-лампы или панельные излучающие системы (ТЭНы).

Каждый из этих источников имеет свои достоинства и недостатки. ТЭНы более инерционны, чем лампы, что, в свою очередь, увеличивает инерционность всей установки пайки. А ИК-лампы имеют большую неравномерность ИК-излучения по длине лампы. При определенной конструкции ТЭНов может быть достигнута равномерность излучения по ширине транспортера, т.е. по всей ширине ПП. И в том, и в другом случае тепло передается ПП и компонентам как за счет излучения (50...70%), так и за счет конвекции (50...30%).

ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-Трасса» поставляет установку инфракрасно-конвекционной пайки печатных узлов «S.M.D.-Трасса-5610», которая предназначена для пайки печатных узлов, выполненных по технологии монтажа на поверхности (см. рис. 13).

Установка имеет пять зон нагрева. В зонах предварительного нагрева нагрев двухсторонний с возможностью отключения нижних нагревателей. Установка снабжена микропроцессорной системой управления, позволяющей поддерживать заданные режимы пайки, сохранять в памяти

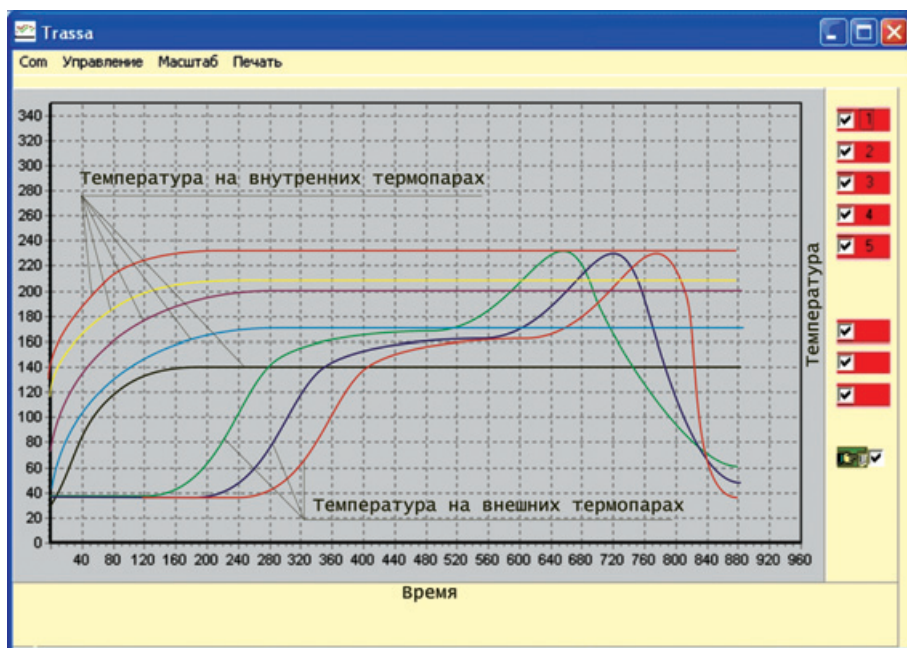


Рис. 14. График изменения температур, снятый при пайке на установке «S.M.D.-Трасса-5610»

Таблица 5. Технические характеристики установки ИК-пайки печатных узлов «S.M.D.-Трасса-5610»

Ширина конвейера	250 мм
Температура в зоне предварительного нагрева, °C	50...220
Температура в зоне оплавления, °C	50...300
Скорость движения конвейера, мм/мин	50...250
Питание	от сети переменного тока 220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность, кВт	не более 1
Габаритные размеры, мм	1630 × 465 × 180
Масса, кг	не более 40

Таблица 6. Технические характеристики конвейерной ИК-печи «Радуга-3»

Ширина обрабатываемых печатных плат, макс	до 400 мм
Производительность (по площади ПП)	900 дм ² /час
Средняя потребляемая мощность	3 кВт

до десяти температурных профилей. Имеется возможность подключения внешнего термометра для измерения температуры на поверхности паяемого изделия и подключения компьютера для отображения температурных профилей на мониторе (см. рис. 14).

Установка снабжена конвейером из стальных пружинных тросиков с регулируемой скоростью движения. Значения всех параметров отображаются на жидкокристаллическом индикаторе. Предусмотрена возможность подключения вытяжной вентиляции.

Основные технические характеристики установки ИК-пайки печатных узлов «S.M.D.-Трасса-5610» приводятся в таблице 5.

Конвейерная ИК-печь «Радуга-3» (см. рис. 15) с постоянной конвекцией (НПП «Радуга») имеет три регулируемые зоны нагрева плюс зону охлаждения. Ее технические характеристики приведены в таблице 6.

Для пайки единичных печатных узлов и в мелкосерийном производстве могут быть использованы печи камерного типа, например «Радуга 11» (НПП «Радуга») или инфракрасно-конвекционная печь АПИК 1.0 «Тропик» («Аверон») – см. рис. 16.

ОЧИСТКА ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

После пайки печатные узлы должны быть очищены от остатков флюса входящего в состав паяльных паст. В



Рис. 15. Конвейерная ИК-печь «Радуга-3» с постоянной конвекцией

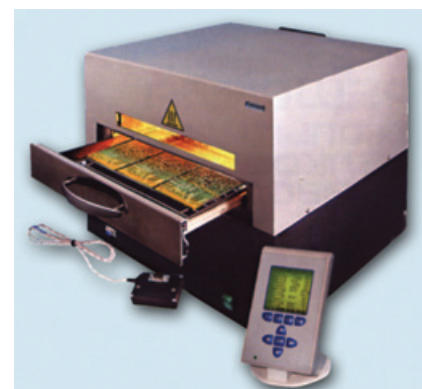


Рис. 16. Инфракрасно-конвекционная печь АПИК 1.0 «Тропик»

настоящее время применяются три вида паяльных паст по способу очистки печатных узлов после пайки.

Паяльные пасты с неудаляемыми остатками флюсующей композиции относятся к классу не активированных композиций. Остатки такой пасты на печатной плате не вызывают коррозии, не снижают сопротивление изоляции и нерастворимы в воде.

Существуют также паяльные пасты, требующие для очистки применения химических веществ (спирто-бензиновые смеси, пропанол и т.д.). Область применения этих паст в последнее время сужается, в том числе, и из-за дороговизны отмывающих жидкостей и экологических проблем с ними.

Кроме того, используются паяльные пасты на основе флюсующих композиций, абсолютно растворимых в воде и экологически безопасных.

Отмывка паяных узлов, пропаянных этими пастами, производится проточной водой с температурой 40...50°C. Удаление остатков композиции из труднодоступных мест достигается предварительным замачиванием паяных узлов в горячей воде в течение 15 мин с последующей промывкой проточной водой с температурой 40...50°C.

Хорошие результаты дает очистка печатных узлов в ультразвуковых ваннах. Однако следует учитывать, что не все компоненты, особенно мик-



Рис. 17. Ванны ультразвуковой очистки

росхемы, допускают очистку ультразвуком. При выборе способа очистки следует учитывать ограничения, накладываемые ТУ на компоненты.

Ванны ультразвуковой очистки на разные объемы отмывающих жидкостей производятся московским предприятием ЗАО ПКФ «Сапфир» (см. рис. 17). Их технические характеристики их приведены в таблице 7.

СУШКА

Сушка отмытых печатных узлов осуществляется в стандартных сушильных шкафах или на открытом воздухе с помощью специальных фенов.

ВЛАГОЗАЩИТА

Наряду с традиционными способами влагозащиты печатных узлов лаками, одной из перспективных технологий является нанесение полимерных покрытий на печатные узлы из газовой фазы в вакууме. Покрытия, получаемые вакуумным осаждением, имеют существенные отличия по структуре и свойствам от покрытий, получаемых из жидких сред, и реализуют свои защитные свойства при толщине 8...12 мкм. Их основными преимуществами являются:

- высокие электроизоляционные свойства ($\rho_v = 10^{17}$ Ом·см, $E = 250$ кВ/мм, $tg \alpha = 0,0002$, $\epsilon = 2,65$);

- низкая газо- и влагопроницаемость;
- возможность формирования покрытия при нормальных температурах;
- однородность покрытия по толщине на изделиях очень сложной конфигурации,
- отсутствие токсичности;
- рабочий диапазон температур –100...150°С.

Наиболее хорошо изученными и нашедшими широкое промышленное применение являются полипараксилиленовые покрытия (ППКП).

Эти покрытия в настоящее время широко используются в западных технологиях авиа-космической, военной и промышленной техники, в изделиях радио- и электротехнического назначения.

ППКП наносятся на специальных вакуумных установках. Покрытие толщиной до 25 мкм не содержит точечных отверстий и благодаря низкой паро- и газопроницаемости характеризуется исключительно высокой влагостойкостью и устойчивостью к проникновению коррозирующих жидкостей и газов. Кроме того, толщина наносимого слоя получается равномерной, исключается образование натеков, оголение острых кромок и непокрытых мест под элементами сложных электронных схем, в узких каналах.

В отличие от лаковых покрытий, когда для обеспечения требуемых защитных свойств покрытие осуществляется методом многократного нанесения материала толщиной 50...80 мкм, при использовании ППКП эквивалентное по защитным свойствам покрытие наносится за одну операцию. Важной особенностью ППКП является отсутствие внутренних напряжений, т.к. осаждение идет из газовой фазы минуя жидкую.

Влагозащита электронных модулей бортовых, корабельных и наземных радиоэлектронных комплексов, транспортных средств, работающих в условиях повышенной влажности с использованием указанных материалов, соответствует требованиям групп эксплуатации 2.1...2.5 ГОСТ В 20.57.306-98.

При решении вопроса о целесообразности применения ППКП в каждом конкретном случае следует исходить из условий эксплуатации изделия, конструктивно-технологического исполнения, экономических показателей, требований к чистоте и экологичности процесса.

Весьма целесообразно применение ППКП в электронных модулях с высокой плотностью монтажа, в том числе БИС, ГИС и т. п.

По своим электроизоляционным свойствам – электрической прочности, удельному объемному сопротивлению, ППКП примерно в 10 раз превосходит силиконовые покрытия и значительно лучше сохраняет свойства во влажной среде, что очень важно при защите высоковольтных устройств.

ООО «Базальт» (г. Санкт-Петербург) изготавливает установки для реализации этой технологии в соответствии с требованиями Заказчика под конкретные условия и программу работ.

Для оснащения участков производства печатных узлов с поверхностным монтажом производится различное оборудование и оснастка: держатели для хранения компонентов в блистерных лентах и россыпью, столики с подогревом, и др. Например, для межоперационной транспортировки и хранения печатных плат и печатных узлов предназначена технологическая тара «S.M.D.-Трасса-43051» (ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-

Таблица 7. Технические характеристики ванн ультразвуковой очистки

Объем, л	Термостат, С°	Таймер, мин	Потребляемая мощность, Вт	Мощность генератора, Вт	Мощность нагревателя, Вт	Габаритные размеры, мм	Размеры емкости, мм	Масса, кг
0,5	–	0...30	60	50	–	176 × 180 × 110	155 × 85 × 65	1,2
0,9	–	0...30	60	50	–	176 × 210 × 110	155 × 85 × 100	1,3
1,3	20...75	0...30	190	50	130	176 × 235 × 165	155 × 145 × 10	1,5
2,8	20...75	0...30	400	100	300	265 × 235 × 165	235 × 135 × 100	2,2
4,0	20...75	0...30	450	150	300	325 × 315 × 175	295 × 155 × 100	2,9
5,7	20...75	0...30	450	150	300	325 × 335 × 175	295 × 155 × 150	4,5
8,0	20...75	0...30	500	200	300	530 × 350 × 165	505 × 135 × 150	6,2
9,5	20...75	0...30	500	200	300	325 × 335 × 265	300 × 240 × 150	6,7
12	20...75	0...30	550	200	350	325 × 335 × 25	300 × 240 × 200	6,9
22	20...75	0...30	1250	550	700	530 × 350 × 325	505 × 305 × 150	9,0
28	20...75	0...30	1250	550	700	530 × 350 × 325	505 × 305 × 200	9,2



Рис. 18. Технологическая тара «S.M.D.-Трасса-43051»

Трасса»). Эта тара изготовлена из тонкой листовой стали и имеет разную окраску, что удобно при многономенклатурном производстве (см. рис. 18).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин В.И., Технологическое оборудование для производства печатных узлов с поверхностно-монтажными элементами. Экономика и производство. Технологии. Оборудование. Материалы. №8–9 1998 г. Межотраслевой институт проблем технологии коммуникации и управления.
2. Технология, оборудование и системы управления в электронном машиностроении. Энциклопедия машиностроения. Раздел III. «Технология производства машин». Том III.8. Машиностроение. Москва.
3. Кузьмин В.И., Технологическое оборудование для производства печатных узлов с применением поверхностно-монтажных элементов. Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. Москва. АО «ЭКОС», Департамент радиопромышленности и средств связи Министерства экономики Российской Федерации.
4. Кузьмин В.И., Технология и оборудование для производства узлов на печатных платах радиоэлектронной аппаратуры. Научно-технический сборник «Ученые – 850-летию Москвы». Материалы докладов, представленных в 1996 году на научно-технических конференциях Отделения «Электронные технологии в народном хозяйстве» Международной академии информатизации. Москва.
5. Кузьмин В.И., Иванов Г.Н., Технологическое оборудование для производства печатных узлов с применением поверхностно-монтажных элементов производства ОАО ЦНИТИ «Техно-маш», Москва, (Россия) и АО ВЭФ «Транзистор», Рига, (Латвия). Специальный выпуск журнала «Электронные компоненты» – «Живая электроника России –1997/98». Москва.
6. Кузьмин В.И., Технологические материалы для технологии поверхностного монтажа. Межрегиональная научно-техническая ассоциация «Технология монтажа на поверхность». Бюллетень АТПМ №1. Москва. 1995 г.
7. Кузьмин В.И., Технологическое оборудование для технологии поверхностного монтажа. Межрегиональная научно-техническая ассоциация «Технология монтажа на поверхность». Бюллетень АТПМ №1. Москва. 1995 г.
8. Технология поверхностного монтажа. Будущее технологии сборки в электронике. Авторы: Ч.-Г. Мэнгин, С. Макклелланд. Издательство «Мир». Москва. 1990 г.
9. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах. Под ред. Журавского В.Г. Изд. «Радио и связь». Москва. 1988 г.
10. Монтаж на поверхность. Технология. Контроль. Качество. Под ред. Шурчкова И.О. Издательство стандартов. Москва. 1991 г.
11. Монтаж на поверхность. Элементная база. Под ред. Шурчкова И.О. Издательство стандартов. Москва. 1993 г.
12. Назаров Е.С. Технология и оборудование НПП Радуга для поверхностного монтажа. Доклад на научно-практической конференции «Отечественный технологический комплекс для технологии поверхностного монтажа электронных блоков на печатных платах: оборудование и перспективные технологии» в рамках выставки «Электроника». Москва. 2004 г.
13. Ширшова В.А., Технология влагозащиты и электроизоляции изделий РЭА. Доклад на научно-практической конференции «Отечественный технологический комплекс для технологии поверхностного монтажа электронных блоков на печатных платах: оборудование и перспективные технологии» в рамках выставки «Электроника». Москва. 2004 г.