

# Хороший трафарет — чистый трафарет

**Трафаретная печать сегодня — наиболее распространенный способ нанесения паяльной пасты на печатные платы, который использует большинство производителей электронной аппаратуры. Это способ имеет наибольшую скорость нанесения и высокую повторяемость отпечатков, но при этом подразумевает тщательное соблюдение технологического процесса, особенно при нанесении пасты под сложные компоненты, такие как малогабаритные Chip, BGA, micro-BGA, CSP, многовыводные ИС с малым шагом. Трафаретная печать — это начальное звено технологической цепочки, и во многом от того, как прошла эта операция, зависит итоговый результат. Недаром основная часть дефектов сборки возникает на этапе нанесения пасты. Ведь необходимо контролировать целый ряд параметров нанесения — скорость перемещения ракеля, угол его наклона, усилие прижима ракеля к трафарету. Наносимая паста должна иметь определенную консистенцию. Трафарет должен быть сконструирован и изготовлен надлежащим образом, а также плотно прилегать к плате. И конечно, одно из важнейших требований — перед началом работы на трафарете не должно оставаться загрязнений после предыдущего использования.**

**Василий Афанасьев  
Лев Тренисов**

sto@ostec-smt.ru

При нанесении пасты происходит постепенное закупоривание апертур и загрязнение трафарета с нижней стороны. Неудаленные загрязнения могут препятствовать плотному прилеганию трафарета к печатной плате, что влияет на форму и повторяемость отпечатков. Остатки паяльной пасты с трафарета при последующих нанесениях попадают на поверхность печатных плат и приводят к образованию шариков припоя в процессе пайки. Вследствие закупоривания апертур трафарета на контактные площадки плат наносится недостаточное количество пасты, появляются галтели неправильной формы (после пайки) и даже пропуски при нанесении. При использовании технологии нанесения клея через трафарет остатки клея при попадании на контактные площадки влияют на ухудшение смачиваемости при последующей пайке. Все, кто использует на производстве трафаретную печать, сталкиваются с необходимостью очистки трафаретов от паяльной пасты или клея, но только решает ее каждый по-своему.

Большинство современных автоматов нанесения паяльной пасты оснащены механизмом протирки трафарета с нижней стороны, что позволяет владельцам таких автоматов, программируя процедуру протирки после нескольких циклов нанесения пасты, поддерживать определенную чистоту трафарета. Но и автоматы не избавляют от необходимости ежедневной чистки верхней стороны и апертур трафаретов, и эта операция уже производится вручную или при помощи специализированного оборудования. Точно так же приходится поступать и производителям, не имеющим автоматов трафаретной печати: они используют ручные устройства или полуавтоматы. Очистка вручную — наиболее распространенный

сегодня метод, но он не обеспечивает качественного результата, а очистку апертур трафаретов, особенно под компоненты с мелким шагом, и вовсе делает труднореализуемой. И что делать с платами, на которые были некачественно нанесены паста или клей? Самый удобный, надежный и эффективный способ — это использование оборудования, предназначенного для очистки трафаретов и таких плат. Специализированное оборудование осуществляет эту процедуру на уровне, которого невозможно достичь при ручной очистке, и ограждает человека от прямого контакта с веществами в составе пасты или в используемой очищающей жидкости, которые могут быть для него вредны.

К сожалению, использование стандартных установок отмывки печатных узлов (ПУ) для очистки трафаретов не всегда возможно хотя бы потому, что трафареты, как правило, всегда больше по размеру, чем ПУ. Да и предназначены установки отмывки ПУ для удаления значительно меньшей массы остатков, чем та, что содержится на трафаретах или, тем более, на платах с дефектным нанесением паяльной пасты или клея.

Наш партнер — Aqueous Technologies — является ведущей компанией в мире по производству установок струйной отмывки ПУ после пайки. Одно из направлений Aqueous Technologies — производство установок очистки трафаретов, которые наряду с установками струйной отмывки плат серии SMT были отмечены рядом международных наград, вручаемых производителям оборудования.

Казалось бы, чего проще — взять проверенную и эффективную установку SMT и построить на ее базе систему очистки трафаретов. Но в Aqueous Technologies не пошли по проторенному и самому



Рис. 1. Корзина для трафарета

легкому пути, а провели ряд испытаний, исследований и опросов клиентов, в результате которых для очистки трафаретов было решено использовать ультразвук.

Системы струйной отмывки прекрасно рекомендовали себя при отмывке ПУ, но при отмывке трафаретов они не столь хороши. Для того чтобы удалить остатки паяльной пасты из апертур трафаретов (особенно с мелким шагом), подсохшей паяльной пасты или клея, моющий раствор должен подаваться под высоким давлением, а это зачастую ведет к деформации трафаретов.

При применении ультразвука процесс отмывки производится следующим образом: под воздействием ультразвуковых колебаний частички моющего раствора совершают возвратно-поступательное движение на частоте генератора. Частицы жидкости, движущиеся в разных направлениях, сталкиваются между собой, создавая эффект кавитации. При этом происходит образование микрополостей или кавитационных пузырьков, которые при переходе в область с более высоким давлением «захлопываются», образуя при этом ударные волны, возникающие по всему объему моющего раствора. Этот эффект позволяет раствору попасть в самые труднодоступные места и самые мелкие отверстия отмываемых трафаретов. Ультразвук показал себя максимально эффективным и совершенно безопасным способом очистки трафаретов любой конструкции.

#### Установки серии Stencil Washer

Данные установки предназначены для удаления неоплавленных паяльных паст и непolyмеризованных клеев с трафаретов и плат с дефектным нанесением материалов. Серия Stencil Washer включает в себя четыре модели установок: Stencil Washer ECO, Stencil Washer LD, Stencil Washer ZD и Stencil Washer CLR. Все модели имеют две ванны: одну — для отмывки, вторую — для ополаскивания. Отмывка осуществляется моющим раствором при по-

мощи ультразвука, при ополаскивании вода подается из ручного пистолета под давлением. Установки могут быть оснащены системой деионизации воды. Для сушки используют воздушные пистолеты, входящие в состав установок, при этом установки должны быть подключены к системе подачи сжатого воздуха.

Трафарет помещается в специальную корзину (рис. 1), затем в ней опускается в первую ванну, наполненную моющим раствором (для плат с дефектным нанесением материалов дополнительно должна быть заказана отдельная корзина). Ванна закрывается крышкой, и оператор задает время цикла отмывки (как правило, 60–240 с) и температуру моющего раствора (не более 60 °С). При достижении раствором заданной температуры включается ультразвуковой генератор (УЗГ). После проведенного цикла ультразвуковой очистки трафарет вручную переносится во вторую ванну, в которой оператор ополаскивает его водой из пистолета и сушит сжатым воздухом. Так как очистка происходит в первой ванне, то опо-

ласкивание предназначено только для удаления небольшого количества моющего раствора, который остается при выносе трафарета из первой ванны. Поэтому давление воды из пистолета небольшое и не может повредить трафарет. Оператор с помощью воздушного пистолета, направляя струю воздуха по касательной к плоскости трафарета, удаляет остатки воды. Все модели Stencil Washer (кроме ECO) оснащены автоматической системой рециркуляции и фильтрации моющего раствора в первой ванне и нагревом. Встроенный контроллер позволяет программировать время и температуру отмывки и управлять основными узлами установок.

#### Stencil Washer ECO (economic)

Это самая экономичная установка очистки трафаретов и печатных плат с дефектным нанесением пасты, она предназначена для удаления только паяльных паст (рис. 2). Установка оснащена аналоговым таймером и УЗГ мощностью 500 Вт. Нагрев промывочной жидкости не производится. В Stencil Washer ECO есть система фильтрации моющего раствора (фильтр + насос) при сливе. Вода после ополаскивания сливается в канализацию так же — через фильтр.

#### Stencil Washer LD (low discharge)

Установка с малым количеством сбрасываемых веществ после ополаскивания. Stencil Washer LD предназначена для удаления неоплавленных паяльных паст и непolyмеризованных адгезивов и оборудована системой фильтрации промывочной жидкости (рис. 3). Моющий раствор циркулирует, фильтруется и поступает обратно в ванну отмывки, таким образом, срок жизни раствора увеличивается. Вода после ополаскивания фильтруется и поступает в канализацию. Установка оснащена



Рис. 2. Установка очистки трафаретов Stencil Washer ECO



Рис. 3. Установка очистки трафаретов Stencil Washer LD

системой подогрева моющего раствора, для чего используется УЗГ мощностью 1000 Вт.

#### Stencil Washer ZD (zero discharge)

Установка без сброса отработанных веществ (рис. 4). Stencil Washer ZD предназначена для удаления неоплавленных паяльных паст и непотерянных адгезивов и представляет собой установку Stencil Washer LD, оснащенную специальным испарителем. Подключение к канализации не требуется. Использованная вода после ополаскивания поступает в испаритель. Сухой остаток утилизируется.

#### Stencil Washer CLR (closed loop rinse)

Установка с замкнутым контуром циркуляции воды для ополаскивания (рис. 5).

Stencil Washer CLR помимо системы фильтрации промывочной жидкости оснащена системой рециркуляции, фильтрации и деионизации воды для ополаскивания, таким обра-

зом, установка представляет собой замкнутую систему.

Однажды залитая в установку вода через фильтр и систему деионизации подается к пистолету, затем выкачивается из ванны насосом и подается на фильтр и систему деионизации и далее опять к пистолету. Увеличенный срок службы отмывочной жидкости, отсутствие подключения к водопроводу и канализации, система циркуляции воды, система деионизации, входящая в комплект, — особенности данной установки.

#### Автомат отмывки трафаретов SonicOne

SonicOne — флагман серии установок отмывки трафаретов компании Aqueous Technologies (рис. 6). Для отмывки в этих автоматах также используется ультразвук. Полностью автоматический SonicOne осуществляет отмывку, ополаскивание и сушку трафарета одним нажатием кнопки. Встроенный контроллер



Рис. 4. Установка без сброса отработанных веществ Stencil Washer LD + специальный испаритель

установки обеспечивает удобное программирование и хранение в памяти необходимого количества программ. SonicOne — один из наиболее эргономичных автоматов отмывки трафаретов на современном рынке. Загрузка трафаретов осуществляется с фронтальной стороны установки, на удобной для оператора высоте и без усилий с его стороны, благодаря системе автоматических фиксаторов. Далее транспортная система перемещает трафарет по технологическим зонам без вмешательства оператора. Встроенная система безопасности следит за высотой подъема и опускания трафарета в процессе отмывки и при перемещениях между зонами.

SonicOne оснащен ванной отмывки и ванной ополаскивания со встроенными системами самоочистки. В первой ванне происходит очистка трафарета под воздействием ультразвука



Рис. 5. Установка с замкнутым контуром циркуляции воды для ополаскивания Stencil Washer CLR



Рис. 6. Автомат отмывки трафаретов SonicOne

и нагрева. Заливка концентрата (отмывочной жидкости) в эту ванну может осуществляться двумя способами. Первый — прямая заливка промывочной жидкости в ванну, второй — оснащение системой Chemical management system, которая позволяет осуществлять автоматическое дозирование необходимого количества концентрата и смешивание его с водой.

Смытые остатки паяльной пасты попадают в желоб на дне ванны, откуда впоследствии выкачиваются при помощи насоса и помещаются в изолирующий картридж. Он расположен в легко доступном месте снаружи, и при техническом обслуживании требуется лишь выполнить несложную процедуру его замены. При этом оператор не контактирует ни с промывочной жидкостью, ни с паяльной пастой. Затем трафарет перемещается во вторую ванну. Вода для ополаскивания подается через форсунки, смонтированные на стенках ванны с двух сторон, и начинает поступать автоматически, в момент опускания трафарета. Вода, используемая при ополаскивании, циркулирует по замкнутому контуру, проходя через систему фильтрации. В конце цикла в процессе извлечения трафарет проходит через воздушные ножи, расположенные с двух сторон в верхней части второй ванны.

Автомат SonicOne оборудован системой нагрева промывочной жидкости. Температура нагрева задается при программировании.

В стандартный комплект поставки входят:

- система нагрева промывочной жидкости;
- ультразвуковой генератор;
- система самоочистки;

Таблица. Технические характеристики

	Stencil Washer ECO	Stencil Washer LD	Stencil Washer ZD	Stencil Washer CLR	Sonic One
Применение	Удаление остатков паяльной пасты	Удаление остатков паяльной пасты и непалимеризованных адгезивов			
Габаритные размеры, см	99×63,5×81	122×86×102	122×86×102 Испаритель 104×58×117	122×86×102	155×81×221
Конструкция	Нержавеющая сталь, поверхность с порошковым напылением				
Объем ванны отмывки, л	60,5	132			
Максимальный размер трафарета, см	74×74 (глубина погружения 63,5)	74×74			
Таймер отмывки, мин	Аналоговый 1–99	Цифровой 1–99			
Мощность ультразвука, Вт	500	1000		2000	
Частота ультразвука, кГц	40				
Нагрев промывочной жидкости	Не предусмотрен	Включен в комплект поставки			

- контроллер управления автоматом;
- ванны емкостью 736×736 мм;
- транспортная система с механизмом автоматического фиксирования;
- система рециркуляции и фильтрации для каждой ванны;
- система форсунок для ополаскивания (распыление на воздухе);
- встроенные воздушные ножи для сушки (требуется подключение сжатого воздуха);
- система безопасности.

Практически полностью схлынула первая «волна» поверхностного монтажа в России. Если раньше думали только о том, как бы поставить поверхностно монтируемые компоненты, как нанести пасту и запаять, а что уж при этом получится — неизвестно, то сейчас на первый план вышло качество изделий. Появились опытные технологи и операторы оборудова-

ния, предприятия оснащают свои производства по высоким технологиям с прицелом на перспективу, ужесточается конкурентная борьба за заказчика. В современном производстве не бывает мелочей. Только совокупность всех технологических этапов с учетом всех тонкостей и нюансов дает наиболее эффективный результат при изготовлении ПУ. Очистка трафаретов — одна из операций, невниманию к которой способно повлиять на итоговое качество изделия. Даже визуально чистый трафарет в реальности может и не быть таким. На вашей продукции возникают после пайки шарики и перемычки припоя, образуются галтели «неправильной» формы, хотя вроде бы все должно быть нормально? Попробуйте лучше очистить трафарет, например, с помощью оборудования Aqueous Technologies.