



УСОТП-1

единственная установка струйной отмывки **в вакууме**
для печатных плат, трафаретов, микросборок

Струи в вакууме

- технология струйной отмывки, при которой в процессе отмывки и сушки происходит циклическое разрежение в камере с остаточным давлением до 0,4 атм.

- минимизация теневых зон при отмывке
- быстрая сушка под лак при более низких температурах

Избегаем теневых зон: вакуум как способ повышения качества струйной отмывки



Для очистки сложнопрофильных изделий, в частности, при производстве печатных плат, применяются различные технологии отмывки и сушки, в том числе струйные технологии. Все они имеют свои преимущества и ограничения. Новая технология «струи в вакууме», разработанная российскими специалистами и реализованная в установке «УСОТП-1», позволяет идеально выполнять отмывку и ополаскивание, а также сократить длительность сушки.

ООО «Профессиональное оборудование и технологии», г. Москва

Отмывка и сушка печатных плат в процессе монтажа – важный этап производства любой электроники. Мельчайшие загрязнения (например, остатками паяльных материалов класса WS) или коррозия на плате, образовавшаяся от невысушенной воды, могут привести к нарушению работы схемы. Поэтому плата должна быть идеально очищена и высушена. Однако сложный профиль, создаваемый мелкими компонентами, а также применяемые материалы, требовательные к температуре и другим параметрам, делают процесс очистки сложной задачей. Так, большой проблемой является эффект поверхностного натяжения воды. В мелких апертурах, диаметр которых может достигать 0,165 мм, или под низко посаженными компонентами образуются пузырьки воздуха, не пропускающие моющее средство (ТМС) к загрязнениям. Имеются и другие проблемы, о которых речь пойдет ниже.

Для того чтобы эффективно очищать платы и другие изделия со сложным профилем, разработан довольно широкий ряд технологий (рис. 1), которые различаются типами агитации ТМС. Здесь под словом *агитация* понимается способ привести моющее средство в движение (от лат. *agitatio* – движение). Каждая из этих технологий имеет как свои преимущества, так и ограничения.

Ручная отмывка – самая простая технология, но подходит только для мелкосерийного производства, а ее

эффективность сильно зависит от человеческого фактора. Барботаж (подача сжатого воздуха в жидкость, в которую погружена плата) используется для ополаскивания, но редко для отмывки из-за низкой эффективности. Ультразвуковая отмывка отличается высокой эффективностью, но она агрессивна и подойдет не для каждой поверхности. Центрифугирование подходит тоже не всем видам плат: для эффективной очистки в центрифуге высота компонентов на очищаемой поверхности должна увеличиваться к периферии. Есть еще одна относительно новая технология – вакуумная отмывка в модифицированных спиртах. Она очень эффективна, однако это дорогое решение, потому что работать такая установка может только с модифицированными спиртами.

Но сегодня мы рассмотрим технологии струйной отмывки. Как ука-

зывает название, струйная отмывка использует струи под напором, которые распыляются из форсунок на платы, помещенные внутрь отмывочной камеры. Если обработка происходит в объеме воздуха, то это технология «струи в воздухе». Она достаточно эффективна, хорошо подходит для ополаскивания, но не допускает применения взрыво- и пожароопасных моющих средств – спирта, бензина, ацетона. Другой вариант струйной отмывки – плату погружают в моющее средство, а потом воздействуют на нее струями. Тогда технология называется «струи в жидкости». Ее преимущество в том, что она позволяет применять для отмывки пожароопасные жидкости.

Однако и в первом, и во втором случае уязвимым местом струйных технологий остается эффект натяжения жидкости, создающий так называемые теневые зоны – места, куда моющее



Рис. 1. Основные технологии для очистки сложнопрофильных изделий

средство не попадает. Чтобы не оставалось таких зон, вращают форсунки или перемещают корзины с платами, однако, как показывает практика, это не всегда обеспечивает стопроцентный результат. Еще с образованием пузырьков воздуха из-за поверхностного натяжения можно бороться с помощью повышения температуры. Однако для некоторых чувствительных компонентов это нежелательно. Сложности возникают и с сушкой плат после отмычки. Чтобы в дальнейшем не образо-

валось коррозии на элементах схемы, влага должна быть удалена полностью, для чего их помещают в сушильные шкафы как перед монтажом, так и после отмычки, где они сушатся на протяжении 8–12 часов, то есть достаточно долго.

При всех сложностях, струйная отмычка востребована и применяется в производстве. Но есть ли решение, способное разрешить указанные проблемы? Решение есть, и особенно приятно, что предложено оно отече-

ственными инженерами. Компания ООО «ПРОТЕХ», специализирующаяся на создании новых технологий для автоматизации, решила использовать для этого вакуум и разработала третий вариант струйной обработки – «струи в вакууме». А ее дочернее предприятие ООО «НПП ПРОТОН», разработчик и производитель высокотехнологичного оборудования для ультразвуковой и струйной отмычки, создало установку «УСОТП-1», где эта технология реализована. Таким образом, это полностью российское решение, не имеющее аналогов в мире.

«УСОТП-1» – это установка для отмычки изделий с помощью технологии «струи в воздухе», а также для их сушки, дополнительно оснащенная системой вакуумирования (рис. 2). Вакуум дает два основных преимущества: во-первых, удаляет воздух из самых мелких углублений, во-вторых, понижает температуру кипения ТМС. В процессе отмычки в камере создается контролируемое разрежение с остаточным давлением до 0,4 атм. Самые мелкие пузырьки воздуха при этом начинают увеличиваться в размерах и наконец покидают углубление, которое занимает моющее средство. Циклическое изменение давления в совокупности с нагревом жидкости позволяет вытянуть воздух из труднодоступных мест и под низко посаженными компонентами изделий, а затем заместить его очищающей жидкостью. Таким образом, теньных зон не остается, все компоненты на плате полностью промываются.

При сушке в камере тоже создается разрежение, которое обеспечивает полное удаление влаги. Кроме того, благодаря вакууму процесс сушки происходит при значительно более низких температурах. Так, при остаточном давлении 0,4 атм. кипение начинается при 60 °С, из-за чего в установке «УСОТП-1» можно обрабатывать даже платы с чувствительными компонентами, не допускающими высоких температур (рис. 3). Да и в целом процесс сушки занимает меньше времени.

Отдельно надо сказать о новом техническом моющем средстве, разработанном для установки «УСОТП-1». Компания «ПРОТЕХ» несколько лет сотрудничает с ООО «ИЗАГРИ ФЛАКС», разработчиком и производителем технологических материалов для пайки и монтажа. В 2022 году бы-



а



б

Рис. 2. Установка «УСОТП-1»: а – на выставке ExpoElectronica 2024, б – панель управления с выставленными параметрами



Рис. 3. Размещение печатных плат в корзине установки «УСОТП-1»



Рис. 4. Отмывочная жидкость ОФ-3 на органической основе для использования в парофазном режиме

ла разработана и прошла испытания новая азеотропная жидкость ОФ-3 на органической основе (рис. 4). В чем ее особенность?

Азеотроп – смесь двух или более жидкостей с таким составом, который не меняется при кипении, то есть составы равновесных жидкой и паровой фаз совпадают. Таким образом, воздействие пара ОФ-3, которое про-

исходит при более высокой температуре, не менее, а более эффективно, чем воздействие жидкости. При соприкосновении с поверхностью платы пар ОФ-3 омыляет ее и эффективно растворяет загрязнения: остатки флюсов – синтетических канифольных или органических, а также пятен смол, масел, жиров, битума, солей органического и неорганического про-

исхождения – словом, всё, что может остаться после пайки.

Но для использования азеотропной смеси в установке должен быть добавлен специальный паровой режим, при котором будут поддерживаться необходимые температура и давление насыщенного пара. В установке «УСОТП-1» такой режим предусмотрен. Создается остаточное разрежение до 0,2 атм., благодаря чему парообразование азеотропных средств начинается уже при 40 °С, то есть при достаточно низкой температуре, которая позволяет применять данную технологию очистки для теплочувствительных элементов. Добавим, что печатные платы, отмытые жидкостью ОФ-3, соответствуют требованиям военных стандартов.

Таблица 1. Процессы, доступные в установке «УСОТП-1»

Наименование процесса	Характеристики процесса
Предварительное замачивание (по необходимости)	Осуществляется в парах дистиллированной воды или азеотропных моющих растворов. Максимальная температура 100 °С. Максимальная относительная влажность 100 %
Отмывка (растворение загрязнений) моющим раствором	Возможность создания остаточного давления в камере до 0,4 атм. Максимальная температура 95 °С. Возможна подача сжатого воздуха в струи
Предварительное ополаскивание (удаление растворенной грязи)	Производится деионизированной водой при создании остаточного давления в камере до 0,4 атм. Максимальная температура 95 °С. Возможна подача сжатого воздуха в струи
Финишное ополаскивание	Производится деионизированной водой при создании остаточного давления в камере до 0,4 атм. Максимальная температура 90 °С. Возможна подача сжатого воздуха в струи. Контроль качества отмывки – по датчику электропроводности
Ополаскивание парами деионизированной воды	С использованием функции вакуумирования парообразование происходит уже при +70 °С
Предварительная сушка	Осуществляется горячим воздухом. Максимальная температура 120 °С. Контроль качества сушки – по датчику влажности
Финишная сушка	Возможность создания остаточного давления в камере до 0,2 атм. Контроль качества сушки – по датчику влажности

Все процессы, доступные в установке «УСОТП-1», перечислены в табл. 1.

Технология «струи в вакууме» – это передовое решение, разработанное российскими инженерами. Она универсальна, потому что позволяет работать как с ТМС на водной основе, предназначенными для струйных машин, так и с модифицированными спиртами. Таким образом, созданная для ее реализации установка «УСОТП-1» подходит для автоматической отмывки не только электронных блоков, печатных узлов и металлических трафаретов, но и прецизионных механических изделий – гироскопов, датчиков, оптических стеков, хирургических инструментов, предметов ювелирного искусства и т.д.

ООО «Профессиональное оборудование и технологии», г. Москва, тел.: +7 (495) 662-9625, e-mail: info@protehnology.ru, сайт: www.protehnology.ru