

«Струи в вакууме» в водных и полуводных процессах. Прецизионная очистка печатных плат



В статье рассмотрена проблема промышленной очистки сложнопрофильных изделий на примере печатных плат. Перечислены как традиционные, так и новые методы очистки. Представлена инновационная технология «струи в вакууме», реализованная в установке вакуумной очистки УСОТП. В данном случае комбинируются две технологии: очистка в водной и полуводной среде методом «струи в воздухе» и обработка вакуумом. Показано, что установка УСОТП позволяет с высоким качеством выполнить отмывку и сушку печатных плат, а также любых сложнопрофильных изделий.

Компания «Профессиональное оборудование и технологии», г. Москва

Отмывка печатных плат и печатных узлов в водной или полуводной среде — важный этап производственного процесса, в значительной степени влияющий на работоспособность радиоэлектронной аппаратуры. При этом качественно выполнить отмывку и, что не менее важно, сушку платы еще сложнее, чем обработать другие сложнопрофильные изделия, из-за большого количества мелких элементов на плате. Зазор низкопрофильных компонентов может составлять до 25 мкм, в некоторых элементах имеются микроскопические глухие отверстия, в то же время монтаж печатного узла выполнен очень плотно и т.д. Ниже будет показано, что практически ни одна из традиционных технологий, применяемых для отмывки и сушки сложнопрофильных изделий, не позволяет осуществить эту задачу с гарантированным качеством.

Однако с развитием радиоэлектроники появляются новые технологии и методы. Компания «ПРОТЕХ», известный российский поставщик эффективных технологий для различных отраслей, предлагает установку вакуумной очистки УСОТП (рис. 1), где применено инновационное ре-



Рис. 1. Установка вакуумной очистки УСОТП

шение – «струи в вакууме» (рис. 2), совмещающее два способа обработки: отмывку платы в водной среде и воздействие вакуумом. Рассмотрим его подробнее.

Чтобы объяснить суть данного изобретения, для начала необходимо кратко охарактеризовать традиционные методы промышленной отмывки. Для этого процесса используется различная техническая моечная среда (ТМС): водная, полуводная, с растворителями. Водная и полуводная очистка может выполняться:

- ▶ ручным способом;
- ▶ методом «струи в воздухе»;
- ▶ методом «струи в объеме»;
- ▶ с помощью ультразвука;
- ▶ с применением барботажа (пузырьки газа в воде).

Если же применяются растворители на спиртовой основе, то обработка может быть: ручной, струйной («струи в воздухе») и в вакууме.

На первый взгляд, самый простой и дешевый вариант – ручная отмывка. Однако на деле она наименее эффективна и наиболее затратна. Во-первых, сама технология не обеспечивает достаточно высокого качества отмывки и просушки, а ведь от этого, как уже отмечалось, в значительной степени

зависит качество изделия, его электрические характеристики. Во-вторых, результат процесса связан с человеческим фактором, что создает дополнительный риск. К тому же ручной труд высоко оплачивается, а химические растворители могут плохо повлиять на здоровье работника (растворители на спиртовой основе, легковоспламеняющиеся жидкости и т. д.).

Очистка сложнопрофильных деталей с помощью ультразвука – весьма эффективная технология, преимуществ которой были рассмотрены в статье¹. Однако здесь имеется ряд ограничений. Во-первых, ультразвуком нельзя обрабатывать некоторые электронные компоненты. Во-вторых, каждый этап обработки ультразвуком (ополаскивание, сушка) происходит в отдельной емкости – ванне, поэтому производственная линия может занимать довольно много места. Кроме того, этот процесс не всегда бывает автоматизирован, а значит, изделия приходится переставлять из одной ванны в другую вручную. Наконец, отмываемые изделия в целях эффективной очистки необходимо располагать стро-

¹ Ультразвуковая очистка. Теория и практика // ИСУП. 2020. № 6.

го с учетом их геометрии – так, чтобы хорошо обработать труднодоступные места и глухие отверстия, в случае с микроскопическими деталями это сложно проконтролировать.

Чтобы повысить эффективность ультразвуковой очистки, на этапе ополаскивания от ТМС дополнительно применяются такие способы обработки, как «струи в объеме» и барботажа. Сами по себе они для промышленной очистки не используются в силу их малой эффективности.

Что касается отмывки методом «струи в воздухе», то ее очевидный плюс – удобство эксплуатации производственной линии. Такая производственная линия компактна, потому что все процессы, включая сушку, происходят в одной камере. При этом оператору не требуется постоянно находиться рядом с установкой, достаточно только загрузить в нее изделия и выгрузить, когда они пройдут обработку. Однако чтобы очистить и осушить мелкие радиоэлектронные компоненты до уровня, который требуется на ответственных производствах, данный технологический процесс необходимо доработать.

Короче, как мы видим, микроскопические детали печатных плат со-



Рис. 2. Установка УСОТП: «струи в вакууме»

ставляют сложность для любого метода очистки. Для того чтобы разрешить эту проблему, относительно недавно начали применять вакуум. Под действием вакуума очиститель (модифицированные спирты и растворители) проникает в самые мелкие зазоры и растворяет загрязнения. Затем отмывочная жидкость удаляется с помощью обезжиривания паром с эффектом дистилляции (что максимально увеличивает время между заменами ТМС). Сушка также осуществляется быстро.

Однако решение, которое предлагает компания «ПРОТЕХ» и которое реализовано в установке УСОТП (рис. 1, 2), является не просто вакуумной очисткой, а находится на стыке двух технологий – вакуумной очистки и «струй в воздухе», благодаря чему достоинства этих двух методов комбинируются. Рассмотрим эффект, который достигается с помощью установки УСОТП, на трех этапах монтажа: при отмывке платы перед монтажом, во время очистки трафарета и при отмывке смонтированных плат.

Отмывка печатной платы перед монтажом. Задача этого этапа – удалить с поверхности платы консервационное покрытие, нанесенное производителем, остатки смазки и диэлектриков, а также обезжирить контактные площадки для качественного нанесения припоя.

Печатную плату, как и компоненты, перед пайкой необходимо хорошо просушить, для этого используется специальное оборудование – сушильные шкафы, где изделия обрабатывают от 8 до 12 часов при температуре 115–125 °С. При этом имеется ряд ограничений. Так, однослойные платы из текстолита можно просушивать только в случае, если они хранились на складе более 6 месяцев, а многослойные, гибкие и жестко-гибкие платы не допускают хранения между сушкой и монтажом. Просушивать их необходимо непосредственно перед пайкой, иначе произойдет расслоение платы. Особенно остро стоит эта проблема при использовании бесвинцовой технологии, так как в этом случае пайка осуществляется при более высоких температурах.

Что дает вакуум. Установка УСОТП обеспечивает сушку при температуре до 120 °С при высокой кратности обмена воздуха, с возможностью циклического создания разрежения до

0,2 атм. (202 мбар). Благодаря чередованию режимов высокой конвекции и изменения давления от 1 до 0,2 атм. и обратно время сушки существенно сокращается и достигается высочайшее качество обработки, недостижимое ни в одной установке, работающей по принципу «струи в воздухе». При необходимости установка УСОТП позволяет реализовать более щадящие режимы сушки. Поскольку за счет вакуумирования точка кипения уменьшается, диффузия происходит при более низких температурах и при контролируемом изменении давления, что исключает возможность коробления материалов.

Очистка трафаретов – важнейший этап. Им нельзя пренебрегать, даже если трафаретный принтер оснащен системой очистки: в конце смены требуется провести полную очистку трафарета, а при необходимости выполнять ее и в течение рабочего дня. Плохая очистка апертур приводит к таким дефектам, как недостаточное количество паяльной пасты на площадке, формирование бусин припоя, а также дендритоподобных структур, которые могут появиться из-за ворсинок от салфетки, оставшихся на трафарете. При повышенной влажности эти ворсинки способны стать проводниками.

Однако сложность этапа заключается в том, что качественно удалить неоплавленную пасту из апертур, не повредив при этом трафарет, задача непростая. Ситуация усугубляется тем, что современные трафареты с нанопокрывтием крайне чувствительны: они не допускают отмывку при высоких температурах (оптимальная температура процесса 20–30 °С) и не переносят щелочной технической мочевиной среды с поверхностно-активными веществами (ПАВ). Приходится увеличивать давление струй жидкости на трафарет, но и это не оптимальный вариант, так как трафарет можно повредить, особенно если рампы работают асинхронно.

Что дает вакуум. Поверхностное натяжение жидкости не позволяет ТМС эффективно проникать в малые апертуры, размер которых сегодня может достигать 0,165 мм. Обычно поверхностное натяжение жидкости уменьшают путем ее нагрева и (или) добавления ПАВ, однако при отмывке трафаретов это нежелательно. В установке УСОТП реализована возмож-

ность отмывки при одновременном создании в камере остаточного давления до 0,4 атм. Воздух, вытесняемый из апертур, легко замещается отмывочным средством. При этом можно выбрать щадящий режим давления струй на поверхность трафарета, исключая его повреждение.

Отмывка смонтированных плат. Как показывает практика многих предприятий, исключать отмывку смонтированных плат из процесса производства электроники нельзя, даже если используются паяльные материалы класса NC. Например, во время пайки волной на поверхность платы может проникать флюс через переходные отверстия и края платы, а должной его деактивации не происходит, так как оплавлению подвергается только нижняя часть ПП. В случае пенистого флюсования на поверхность платы вместе с флюсом могут попасть дополнительные загрязнения и окислы с предыдущих плат.

При этом, если отмывать плату с помощью струйной отмывки, возникнет множество сложностей. Рассмотрим лишь некоторые из них.

Наши реалии таковы, что конструкторы редко проектируют ПП с учетом предстоящей отмывки. Это приводит к плотно посаженным компонентам разного размера, то есть более крупный компонент загораживает низкопрофильный и препятствует попаданию под него ТМС, равно как и удалению ТМС с растворенными загрязнениями из зазора. Бывают и совсем грубые ошибки: например, прямо под элементом может оказаться переходное отверстие. Через него попадает белый налет от ТМС, приводящий к возникновению токов утечки, коррозии и т.д. Из сказанного можно сделать вывод, что некачественная отмывка еще большее зло, чем ее полное отсутствие.

В общем случае, обрабатывая процесс отмывки на предприятии, основное внимание стоит уделить компонентам с зазором между платой 50 мкм, он может существенно уменьшиться за счет, например, маски. Особенно внимательными нужно быть при внедрении водной отмывки. Вода сама по себе имеет крайне высокое поверхностное натяжение, которое при нормальных условиях просто не даст ей проникнуть в зазор, например 25 мкм, а паяльные материалы

класса WS всегда активны, наличие их остатков недопустимо.

Что дает вакуум. При разрежении объем пузырька воздуха сильно увеличивается, он выталкивается из зазора и замещается отмывочной жидкостью. Важно и то, что при вакуумировании кипение начинается при более низких температурах, уже при 60 °С может наблюдаться интенсивное образование пузырьков. Это ускоряет процесс отмывки и делает его более качественным. Загрязнения удаляются даже из самых маленьких глухих отверстий.

С помощью вакуумирования можно выполнить и финишную сушку изделия – так же, как после отмывки платы перед пайкой.

В заключение отметим, что преимущества установки УСОТП не ограничиваются указанной функциональностью. Ведь процесс отмывки изделий может состоять из семи основных технологических операций в одном цикле, и на всех этих этапах установка УСОТП дает большие возможности:

- ▶ замачивание отмываемых изделий парами моющего раствора при его нагреве до 100 °С и относительной влажности до 100 %;
- ▶ отмывка моющим раствором (растворение загрязнений моющим раствором) при остаточном давлении в камере до 0,4 атм. и нагреве до 90 °С;

- ▶ предварительное ополаскивание отмываемых изделий (удаление растворенной грязи) деионизированной или дистиллированной водой при остаточном давлении в камере до 0,4 атм. и нагреве до 90 °С;

- ▶ возможна установка режима «Злые струи»: при одновременной подаче через форсунки ТМС и сжатого воздуха значительно увеличивается давление жидкости, что позволяет избавиться от сложно удаляемых загрязнений;

- ▶ доступны два метода финишного ополаскивания:

- ополаскивание отмываемых изделий деионизированной водой при остаточном давлении в камере до 0,4 атм. и нагреве до 90 °С; в процессе выполняется контроль качества отмывки по датчику электропроводности;
- ополаскивание паром, который позволяет отказаться от дорогой и агрессивной деионизированной воды. Финишное полоскание парами дистиллированной воды позволяет получить два преимущества: во-первых, пар легко и быстро проникает в любые мелкие зазоры и труднодоступные места, а после легко извлекается с помощью вакуумирования камеры; во-вторых, пар дистиллированной воды

практически лишен примесей и не может загрязнить плату солями и иными отложениями;

- ▶ предварительная сушка изделий горячим воздухом, нагретым до 120 °С; по датчику влажности осуществляется контроль качества сушки;

- ▶ финишная сушка путем вакуумирования при создании остаточного давления в камере до 0,2 атм. с контролем качества сушки по датчику влажности.

В статье были рассмотрены возможности, которые дает для отмывки печатных плат технология «струи в вакууме». При этом важно подчеркнуть, что установку УСОТП можно с успехом применять не только в радиоэлектронной промышленности, но и для очистки топливных и масляных фильтров, топливных форсунок, карбюраторов, шестерен подшипников, оптических стекол, кристаллов кремния и германия, печатных картриджей, фотобарабанов, производственного инструмента (сверл, резцов, надфилей, напильников), листовой стали, пресс-форм, деталей 3D-принтеров, хирургического инструмента, ювелирных изделий, антиквариата, в стоматологической ортопедии, для очистки деталей гироскопов и во многих других случаях, когда необходима промышленная, качественная очистка сложнопрофильных деталей.

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



Яндекс Новости

Все новости и статьи в ленте Яндекса