

# Технология очистки печатных плат

**В статье рассмотрены основные типы отмывочных жидкостей для очистки печатных плат до и после монтажа, а также технологию очистки. Под технологией мы будем понимать последовательность операций, осуществляемых для достижения требуемой чистоты поверхности, а также параметры процесса, такие как температура, время, наличие дополнительных механических воздействий — ультразвука, распыления, перемешивания и пр.**

**Татьяна Кузнецова,  
к. х. н.**

T. V. Kouznetsova@mail.ru

**Ксения Кайдалова**

Kaydalova@liontech.ru

Не секрет, что качество и надежность любого изделия — одни из его важнейших характеристик. Не исключение и электроника, особенно ответственного назначения, в которой цена ошибки может быть очень высокой. На надежность электронных изделий влияет очень много факторов, и среди них — чистота поверхности [1, 2]. Она необходима в первую очередь для того, чтобы на поверхности печатной платы не осталось химических веществ, способных диссоциировать на ионы и, следовательно, проводить электрический ток. Чистота поверхности важна и для того, чтобы поверхность имела плохую смачиваемость водой, а адгезия влагозащитного покрытия к поверхности изделия была максимальной. Иногда существует необходимость в очистке печатных плат перед монтажом. Это особенно актуально в тех случаях, когда на заводе-изготовителе на печатную плату наносится консервационное покрытие, а также когда необходимо смыть пятна смазок, мелких частичек диэлектрика, оставшихся после механических операций, и обезжирить контактные площадки для лучшего растекания припоя.

Так как основными загрязнениями, возникающими в процессе пайки, являются флюсовые остатки, а также продукты реакции окислов с этими флюсами, то выбор отмывочной жидкости будет зависеть в первую очередь от типа используемого флюса. Очевидно, что водосмываемые флюсы следует смывать водой с добавлением обезжиривающего агента, а флюсы на основе канифоли — такой жидкостью, которая способна растворить канифоль. Исторически канифольные флюсы смывались спиртобензиновой смесью, так как канифоль неплохо растворяется в спирте, а неполярные жировые и масляные загрязнения хорошо растворяются в бензине. Данная композиция является неплохим выбором, но только в том случае, если для монтажа используются флюсы типа R или RMA, не содержащие нерастворимых в спирте активаторов. Также стоит отметить, что эта композиция химически не взаимодействует с флюсом и его остатками, а лишь растворяет их, что очень быстро истощает ее. Еще одним недостатком спиртобензиновой смеси является то, что она легко воспламеняема, а следовательно, требует особой осторожности при работе.

В последнее время очень часто для отмывки печатных плат применяются средства на водной основе. Они представляют собой водный раствор реагентов,

химически взаимодействующих с канифолью и переводящих ее в водорастворимое состояние. Такие растворы будут отмывать гораздо дольше, чем спиртобензиновая смесь. Их можно использовать при нагревании и в автоматизированном оборудовании, но необходимо постоянно следить за концентрацией активного вещества. Еще один важный недостаток таких жидкостей в том, что они имеют сильно щелочную реакцию среды и взаимодействуют с оловом, всегда присутствующем в припое. В результате внешний вид паек становится матовым из-за образования на их поверхности гидроксидов олова.

Отмывочные жидкости на основе МРС-технологии не лишены тех же недостатков, но имеют ряд неоспоримых преимуществ — это более долгий срок жизни в ванне и высокая отмывочная способность.

На взгляд авторов, наиболее эффективны для отмывки печатных плат жидкости на основе органических растворителей, способных растворять канифоль, с добавлением алканоломинов, химически взаимодействующих с канифолью и активаторами флюсов. Такие жидкости смывают остатки практически любых флюсов, кроме некоторых синтетических. Они имеют высокую точку вспышки и могут применяться в автоматизированном оборудовании (кроме установок струйной отмывки распылением), у них длительный срок жизни в ванне, они не вызывают помутнения паяк, не требуется аналитический контроль концентрации активного вещества, они смываются водой, и при их использовании достигается очень высокая чистота поверхности. Их основным недостатком является неустойчивость ряда маркировочных красок и эмали элементов к этой жидкости. Но, необходимо отметить, что практически вся импортная элементная база выдерживает отмывку в таких растворителях. До недавнего времени на российском рынке присутствовала только одна фирма, производящая жидкость такого типа, — это компания Zestron с ее линейкой одноименных продуктов. Наиболее распространенный из них — Zestron FA<sup>+</sup>. Совсем недавно на рынке появилась аналогичная жидкость российского производства — Аквен-12. Эта жидкость при вдвое меньшей стоимости (по сравнению с Zestron FA<sup>+</sup>) имеет все преимущества отмывочной жидкости такого типа.

После того как мы разобрались со всеми типами жидкостей, применяемых для отмывки печатных плат и сборок, рассмотрим типичные технологи-

ческие процессы отмычки. Начнем с отмычки в ультразвуковой ванне. Данный процесс реализуется в ряде последовательно расположенных ванн, между которыми корзина с отмываемыми модулями перемещается либо вручную оператором, либо с помощью тельфера. В первой ванне находится отмывочная жидкость (при использовании концентрата — водный раствор отмывочной жидкости), нагретая до рабочей температуры.

Как правило, температура отмывочной жидкости находится в интервале 40–55 °С. Необходимо помнить, что процесс омыления флюса — это химическая реакция, а скорость любой химической реакции при увеличении температуры на 10 °С возрастает в 2–4 раза. Также температура оказывает влияние на растворимость загрязнений в отмывочной жидкости: при увеличении температуры растворимость возрастает. То есть чем выше температура, тем быстрее и полнее очищаются модули. Но поднимать температуру выше 60 °С не рекомендуется, так как при дальнейшем ее увеличении могут начаться процессы растворения не до конца полимеризованной смолы из печатной платы, маски и нарушение герметичности корпусов некоторых микросхем.

Время отмычки в ультразвуке, как правило, составляет от 2 до 15 минут в зависимости от типа и количества загрязнений. Следует помнить, что ультразвук может повреждать некоторые компоненты (подробно эта проблема рассмотрена в статьях [3, 4]), поэтому чувствительные компоненты необходимо либо доустанавливать после основной отмычки, либо модули, содержащие такие компоненты, должны отмываться другими методами (вручную, в струйном оборудовании, очистка в парах растворителя и т. д.).

Как правило, после ультразвуковой отмычки идет стадия ополаскивания в отмывочной жидкости. Иногда эта операция осуществляется в той же ванне после выключения ультразвука, в другом случае для этого имеется отдельная ванна. Ополаскивание осуществляется при той же температуре, что и отмычка, и при перемешивании. Перемешивание раствора достигается либо пузырьками воздуха (барботаж), либо нагнетаемыми струями жидкости (jet). Эта операция необходима для того, чтобы частички загрязнений, оторванные от поверхности ультразвуком, были смыты движущейся жидкостью, а также чтобы

снять диффузионные ограничения растворения флюсовых остатков. Время ополаскивания отмывочной жидкостью, как правило, составляет 2–10 минут.

Следующая операция — это ополаскивание в чистом растворителе. В зависимости от технологии этим растворителем может быть вода, спирт, чистая отмывочная жидкость (при использовании жидкостей с нейтральным pH). Очень хорошо, если на этой стадии используется теплая вода (или растворитель), так как при нагреве уменьшается поверхностное натяжение жидкости, и она легче вымывает оставшиеся загрязнения и отмывочную жидкость из-под низкосидящих компонентов.

Заключительный этап этой технологии — финишное ополаскивание. В водной и полуводной технологии оно осуществляется в деионизованной воде с сопротивлением не менее 1 МОм. После этого следует сушка для удаления воды или растворителя. Хотим обратить особое внимание на операцию сушки, так как необходимо удалить жидкость не только с поверхности, но и из-под низкосидящих компонентов, из отверстий и даже из капилляров и пор, всегда присутствующих в стеклотекстолите.

Еще одна распространенная технология очистки печатных плат — отмычка струями жидкости (спрей-технология). Она применима только для водных растворов отмывочных жидкостей. В этом случае нагретый до 40–50 °С раствор распыляется через форсунки на отмываемую плату. Для того чтобы не было теневых зон, в которые не может попасть отмывочная жидкость, форсунки могут вращаться или же могут перемещаться корзины с платами. Расход отмывочной жидкости в этой технологии очень небольшой, и, как правило, весь цикл отмычки осуществляется в одной камере автоматически, то есть работа оператора заключается только в загрузке и выгрузке модулей из установки. Время струйной отмычки, как правило, больше, чем время ультразвуковой, так как ее эффективность несколько меньше, и составляет 5–15 минут. После чего из камеры насосом откачивается отмывочная жидкость и подается вода для ополаскивания. Время ополаскивания — 5–15 минут. Очень хорошо, если вода будет подогрета. Во многих автоматизированных установках струйной отмычки присутствует еще и финишное ополаскивание деионизованной водой. Время ополаскивания — 2–5 минут, и затем сушка.

Еще одна технология — это очистка в парах растворителя. Для такой очистки необходимо специальное, достаточно сложное оборудование и специальные жидкости. Их особенностью является то, что это либо индивидуальные растворители, либо азеотропные смеси (нераздельно кипящие). Сущность технологии заключается в том, что отмывочная жидкость находится под камерой очистки в открытом нагреваемом баке. При нагреве до температуры кипения жидкости (в большинстве случаев процесс ведется под вакуумом, и температура кипения растворителя невысока, в некоторых случаях не требуется и нагрев) она начинает интенсивно испаряться, и в камере очистки создается насыщенный пар растворителя. Пары конденсируются на поверхности модулей и растворяют загрязнения, а затем стекают обратно в бак с растворителем. Так как в парогазовую фазу переходит только чистый растворитель, то процесс все время происходит в чистом растворителе, а все загрязнения остаются в баке. Преимущества данной технологии: всегда чистый растворитель, отсутствие контакта персонала с парами растворителя, высокая проникающая способность молекул пара под низкосидящие элементы и, как следствие, высокий уровень чистоты. Недостатки — сложное дорогостоящее оборудование и специальные растворители.

На данный момент существует большое количество различных отмывочных жидкостей, но чтобы правильно выбрать подходящую именно вам, необходимо понимать возможности имеющегося у вас или покупаемого оборудования и требуемую чистоту поверхности.

## Литература

1. IPC-CN-65A Guidelines for Cleaning of Printed Boards and Assemblies, 1999.
2. Медведев А. Монтажные флюсы. Смыть или не смывать // Компоненты и технологии. 2001. № 4.
3. Смирнов А. Испытания на устойчивость электронных компонентов к воздействию ультразвука в процессе отмычки ПУ // Поверхностный монтаж. 2007. № 3.
4. Новиков С. Какие компоненты можно мыть с ультразвуком // Поверхностный монтаж. 2009. № 2. 2009. № 3.