

Размышления об отмывке водосмываемых материалов

К теме водосмываемых материалов мы уже обращались [1]. Но сейчас нужно остановиться на аспекте, упущенном при написании предыдущей статьи, но тем не менее вызывающем много вопросов.

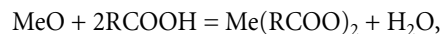
Часто спрашивают: нужно ли отмывать водосмываемые материалы в чистой воде или же необходимо что-то в воду добавлять?

Мы постараемся объяснить свое мнение по этому вопросу, в первую очередь опираясь на руководство IPC-AC-62A «Водная отмывка после пайки» [2] и собственный опыт.

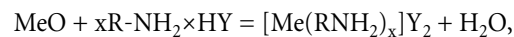
Татьяна Кузнецова,
к. х. н.

T. V. Kouznetsova@gmail.com

Итак, как было сказано в [1], в большинстве своем водосмываемые материалы, как правило, содержат кислоты, удаляющие окислы по реакции:



или амины, реагирующие с окислами с образованием аминокомплексов:



где Me — олово, свинец, медь; RCOOH — карбоновая кислота; R-NH₂ — органический амин; Y — гидроксидный или галогенидный ион.

Водосмываемые материалы также могут содержать аминокислоты, которые реагируют как по первой, так и по второй схеме.

Таблица. Отмывочная среда.

Типичная способность к отмывке [2]

Удаляемые загрязнения	Вода без добавок	Водный раствор отмывочной жидкости
Водорастворимые флюсы	x	x
Канифольные флюсы	по	x
Суперактивированные флюсы	по	•
Ноу-клин флюсы	по	•
Отпечатки пальцев	по	x
Масла, жиры, смазки	по	x(1)
Антиадгезионные смазки	x(2)	x(2)
Водорастворимые маски	x	x

Примечания. x — удаляет; по — не удаляет;

• — зависит от формулы; (1) — за исключением силикона, фторполимеров и фторсиликонов;

(2) — за исключением силикона, фторполимеров и фторсиликонов; зависит от формулы.

Малорастворимые и нерастворимые загрязнения могут быть удалены механическим воздействием, таким как жесткие струи, или ультразвуковым воздействием, что более эффективно.

Кроме кислот или аминов, являющихся главным действующим веществом флюса, в водосмываемых материалах содержатся вспомогательные вещества:

- структурообразующий полимер;
- реологические добавки;
- пластификаторы;
- смачивающие добавки;
- добавки, обеспечивающие термостойкость и малую летучесть растворителя;
- прочие добавки, обеспечивающие комплекс свойств, присущих данной пасте.

Следовательно, все эти компоненты нам требуется смывать. Безусловно, производитель позаботился о том, чтобы они смывались, иначе материал не был бы водосмываемым, но в наших силах еще немного помочь в отмывке этих материалов, только уже не «изнутри» пасты, а снаружи.

Каким образом? Да самым простым — смывать их не в воде, а в водном растворе отмывочных жидкостей, с концентрацией примерно 2–3%. Дело в том, что такие жидкости содержат щелочной омыляющий компонент, вступающий в реакцию нейтрализации с кислотами, а также смачивающие добавки, ингибиторы коррозии, пеногасители и гидротропные добавки (добавки, увеличивающие растворимость в воде малорастворимых в ней веществ). Это именно то, что требуется для улучшения растворения водосмываемых паст или флюсов, что позволит сократить время отмывки, гарантировать смывание всех кислот, а также обеспечить обезжиривание платы, на которой могут быть отпечатки пальцев и остатки от обращения с нею во время технологических операций. Типичная способность к отмывке различных загрязнений приведена в таблице.

Также добавки будут полезны, если у нас есть узкие зазоры между платой и компонентами, так как вода без добавок из-за высокого поверхностного натяжения не может проникнуть в узкий зазор. Для того чтобы обеспечить затекание в зазор и вообще эффективное смачивание поверхности раствором, отмывочная среда должна иметь поверхностное натяжение ниже, чем у отмываемых изделий.

Чистая вода имеет высокое поверхностное натяжение: примерно 72 дин/см. Для сравнения: для большинства органических растворителей и водных растворов оно находится в диапазоне 16–36 дин/см. Поверхностное натяжение типичной поверхности составляет 30–70 дин/см для пластика и свыше 1000 дин/см — для керамики и стекла [2].

Очень важно отметить, что для приготовления водных растворов отмывочных жидкостей следует использовать деионизованную или дистиллированную воду. Почему? А потому, что в водопроводной воде содержатся:

- Соли жесткости, в присутствии которых не работают поверхностно-активные вещества.
- Соли железа, которые в щелочной среде (она всегда образуется из-за наличия в растворах омыляющих веществ) выпадают в виде малорастворимого гидроксида железа. Он мало того что образует хлопьевидный осадок, который выпадает на дно и стены ванны, так еще и способен сорбировать на себя многие органические вещества, в том числе компоненты отмывочной жидкости.
- Механические загрязнения, которые тоже не прибавляют чистоты и времени жизни раствору.
- Просто соли, повышающие солевой фон и вызывающие высаливание ряда компонентов.

Если вдруг вам совсем никак не добыть чистую воду, используйте хотя бы минимальную водоподготовку для фильтрации механических примесей, обезжелезивания и удаления солей жесткости.

Часто активная полярная часть загрязнений может быть «спрятана» в гидрофобную пленку: специально, чтобы продлить время между пайкой и отмывкой, или случайно — в результате нахождения на плате иных загрязнений, кроме остатков паяльных материалов, а также того факта, что многие продукты реакций флюса с окислами являются водонерастворимыми. Хорошим примером такой «игры в прятки» являются отпечатки пальцев, где соли и иногда аминокислоты покрываются пленкой кожного сала. Так как вода не может смачивать такие остатки и растворять масляную пленку, необходимо использовать добавки для удаления такой пленки, чтобы «спрятанные» внутри этой пленки полярные материалы могли раствориться [2].

Вторым вариантом существенно облегчить смывание водосмываемых материалов является повышение температуры, а также использование ультразвука и других видов агитации. Следует иметь в виду, что увеличение температуры помогает не всегда, например некоторые из аминокислот, применяемых в водорастворимых флюсах, имеют при +60 °C меньшую растворимость, чем при комнатной температуре. Поэтому прежде чем сильно увеличить температуру процесса, посмотрите техническое описание на материалы. Часто можно видеть в описаниях, что материал смывается деионизованной водой при температуре выше +60 °C. Правда, нужно отметить, что ни ультразвук, ни нагревание обезжирить из-

делие не помогут, и если нам требуется после отмывки нанести влагозащитное покрытие, то использование при отмывке растворов отмывочных жидкостей становится едва ли не обязательным. Добавим цитату из стандарта IPC: «Для сборок признак визуальной чистоты удовлетворителен по косметическому критерию, но не удовлетворителен, чтобы гарантировать работоспособность» [2]. Это в первую очередь относится к отмывке активных материалов. Поэтому очень важно проводить мониторинг процесса с использованием таких материалов: зестрон-флюс тест (качественно) [3] и тест на сопротивление водно-спиртового экстракта по IPC-TM-650, 2.3.25 (количественно) [4].

Нельзя не упомянуть и такой важный момент: во многих водорастворимых материалах содержатся неионные полярные загрязнения. Они растворяются в воде без изменения ее проводимости. Типичным бытовым примером такого вещества является сахар. А в паяльных водосмываемых материалах такие вещества используются в качестве структурообразующих полимеров и большинства пластификаторов и реологических добавок. Их наличие невозможно определить визуально и тестами на остатки активаторов [3] и ионную чистоту [4]. Так, может, и не страшно? — спросите вы. Может, и не страшно, конечно, но адгезию влагозащитного покрытия эти остатки будут ослаблять, будут они и создавать на поверхности печатного узла гигроскопичную пленку, всасывающую в себя воду. За счет разности концентраций таких остатков на поверхности покрытия и под ним возникнет осмотическое давление, и под влагозащитное покрытие начнет всасываться вода, что, в свою очередь, будет провоцировать процесс отслоения пленки влагозащитного покрытия. Подводя итог, скажем, что нужно помнить: добавки к воде, увеличение температуры отмывки, времени цикла и механическое воздействие будут увеличивать эффективность удаления этих остатков.

Помимо этого, есть еще вот какой нюанс — часть материалов на водной основе априори являются не водосмываемыми, а смываемыми водными растворами отмывочных жидкостей. Их растворимость в воде до пайки не говорит о растворимости после нее, поэтому обязательно следует изучить рекомендации производителя по удалению остатков и ориентироваться на собственный опыт смывания таких материалов. (К сожалению, фраза поставщика о водосмываемости таких материалов иногда является следствием неправильного перевода TDS на материал.)

Если вдруг на вашем предприятии никак не получается смыть такую «водосмываемую» пасту водой, на помощь опять-таки придут водные растворы отмывочных жидкостей.

Концентрации порядка 3–5% будет достаточно. Как правило, легкого смывания водой нет у материалов, которые обеспечивают длительный промежуток между пайкой и отмывкой, так как там целенаправленно создаются негигроскопичные остатки, чтобы исключить диссоциацию активаторов и коррозионное воздействие остатков материалов на печатный узел.

После отмывки в растворе отмывочной жидкости требуется обязательно смыть остатки этой жидкости. Смыть, естественно, нужно чистой водой, желательнее деионизованной. Если цель первичной очистки — перевести в раствор загрязнения, то цель ополаскивания — заместить этот раствор чистой водой, такой, которая не будет содержать ионов. Кстати, тут уместно добавить, что, так как вода, даже деионизованная, на изделия явно не нужна, требуется еще один процесс — сушка. Его цель — полное удаление воды из изделия.

Кстати, а почему же вода должна быть деионизованной?

В первую очередь потому, что деионизованная вода не проводит электрический ток. А значит, полное замещение всех ионогенных загрязнений чистой водой — гарантия того, что на поверхности изделия не пойдут электрохимические реакции, последствия которых могут быть крайне плачевными. Например, рост металлических дендритов — источника отказа изоляции.

Также нужно помнить, что существуют нерастворимые загрязнения. Они не растворимы ни в воде, ни в органических растворителях, ни за счет химических реакций, таких как омыление, а также не могут быть эмульгированы. А значит, тут нам не поможет использование хитроумных растворов, повышенные температуры и введение перемешивания. Единственный способ удалить такие загрязнения — это сильная механическая агитация, например струи (струя в воздухе), щетки или ультразвуковая кавитация. (Здесь будет уместно в очередной раз напомнить, что ни барботаж, ни струи внутри жидкости механической энергией почти не обладают.)

Типичные нерастворимые остатки по данным [2]:

- кремнийсодержащие материалы из песка и грязи;
 - гидролизованная или окисленная канифоль;
 - некоторые продукты реакции флюсов, например белые осадки;
 - застарелые оксиды, оставшиеся после процессов производства плат и компонентов;
 - силиконовые масла и смазки;
 - стекловолокна из ламинатной маски;
 - кремниевые и глиняные типы наполнителей в паяльных масках (постоянные и водорастворимые маски);
 - шарики припоя и шлак от пайки.
- Часто приходится сталкиваться с тем, что для улучшения отмывки водосмываемых материалов используются:
- средством для мытья посуды Fairy;
 - таблетками для посудомоечных машин.

В принципе так делать можно, но, на мой взгляд, не стоит. Почему? Давайте разберемся, какую цель преследует отмывка. Главной целью отмывки является обеспечение ионной чистоты (она нужна для гарантии работоспособности изделия в течение времени) и высокой адгезии влагозащитного покрытия. В таком случае применение ионогенных ПАВ, содержащихся в Fairy, и хлорида натрия, а также ионогенных ПАВ и абразивных ма-

териалов, содержащихся в таблетках для посудомоечной машины, недопустимо. Кстати, в аннотации к посудомоечной машине можно прочесть, что в ней нельзя мыть оловянные и медные изделия. Запрет связан с тем, что вещества, содержащиеся в таблетках, вызывают коррозию этих металлов, причем это касается не только посуды, но и печатных плат, которые всегда содержат эти металлы.

Если же единственной целью отмывки является «товарный» внешний вид изделия, то тут возразить нечего. Такая химия дешева и доступна в любом магазине. Но у меня в таких случаях всегда возникает вопрос: а может, правильнее просто использовать ноу-клин материалы и не мыть вообще? Товарный вид тоже будет, а надежность изделия заметно повысится.

Очень хочется обратить внимание читателя, использующего водные растворы отмывочных жидкостей, что больше — не значит лучше! Обязательно следует соблюдать дозировку отмывочной жидкости, указанную производителем. Это требование связано, во-первых, с эффективностью отмывки, которая максимально эффективна при подобранной и указанной в спецификации концентрации, а во-вторых, большинство отмывочных жидкостей содержат добавки, увеличение концентрации которых может иметь негативные последствия в виде увеличения pH, высаливания некоторых загрязнений, растворения или подтравливания полимеров, например ПВХ, и т. п.

Резюме: безусловно, можно смывать большинство водосмываемых материалов (но не все) с помощью чистой деионизован-

ной воды без добавок, однако применение разбавленных растворов отмывочных жидкостей существенно улучшит и облегчит процесс отмывки.

Литература

1. Кузнецова Т. Такие разные водосмываемые материалы // Технологии в электронной промышленности. 2011. № 2.
2. IPC-AC-62. Руководство по водной очистке. 1996.
3. Zestron Flux Test. Тест на остатки активаторов — <http://www.ostec-smt.ru/cat/prod/155.html>
4. IPC-TM-650. Руководство по методам тестирования. Тест на ионную чистоту — http://www.ipc.org/TM/2-3_2-3-25-1.pdf