

Пасты, припои, флюсы.

Как выбрать материал, нужный именно вам

На рынке существует огромное количество в основном импортных материалов для монтажа — многообразие паст, различающихся как составом припоя, так и флюсом, флюс-гелей, жидких флюсов, припоев, не говоря уже о всевозможных вспомогательных материалах, таких как временные резисты, клеи и герметики. В этой статье автор попытается рассказать о самых важных моментах, на которые следует опираться при выборе флюсосодержащих материалов, и о том, что же нужно «выудить» из технического описания на продукт.

Татьяна Кузнецова,
к. х. н.

Тип флюса

Первое, на что надо обратить внимание при выборе флюсосодержащих материалов, — это тип флюса (ROLO, ORM1, REH0 и пр. согласно IPC J-STD-004A [1]).

Безусловно, конкретные компоненты флюса являются know-how производителя, но многое можно определить и по описанию.

Во-первых, тип флюса говорит о том, что используется в качестве его основы. Во-вторых, он показывает уровень активности, а в-третьих, содержание галогенов. Коротко и емко это проиллюстрировано в таблице [1].

Тип флюса — наиболее важный аспект описания, так как от него зависит и паяемость, и возможность применения в безотмывочном процессе, и возможность отмывки.

Таблица. Классификация флюса согласно IPC J-STD-004A

Входящие в состав флюса вещества	Уровень активности флюса (% галогенидов)/тип флюса	Обозначение флюса
Канифоль (RO)	Низкий (0%)/L0	ROLO
	Низкий (<0,5%)/L1	ROL1
	Средний (0%)/M0	ROM0
	Средний (0,5–2%)/M1	ROM1
	Высокий (0%)/H0	ROH0
Синтетическая смола (RE)	Низкий (0%)/L0	RELO
	Низкий (<0,5%)/L1	REL1
	Средний (0%)/M0	REMO
	Средний (0,5–2%)/M1	REM1
	Высокий (0%)/H0	REH0
Органические (OR)	Низкий (0%)/L0	ORLO
	Низкий (<0,5%)/L1	ORL1
	Средний (0%)/M0	ORM0
	Средний (0,5–2%)/M1	ORM1
	Высокий (0%)/H0	ORH0
Неорганические (IN)*	Низкий (0%)/L0	INLO
	Низкий (<0,5%)/L1	INL1
	Средний (0%)/M0	INM0
	Средний (0,5–2%)/M1	INM1
	Высокий (0%)/H0	INH0
	Высокий (>2%)/H1	INH1

Примечание. * — неорганические флюсы в электронике практически не используются, поэтому их рассмотрение считаем нецелесообразным.

Основа флюса

Основа флюса отвечает за равномерное покрытие им контактной площадки, теплопередачу (что особенно важно для флюсов, используемых для ручной пайки), растворимость флюса и его остатков. В качестве основы для флюса используются:

- Канифоль (RO, от англ. rosin — канифоль). Флюсы, основанные на канифоли, российскому потребителю наиболее известны. Они имеют характерный запах, растворимы в привычной спиртобензиновой смеси и большинстве других отмывочных жидкостей, присутствующих на рынке. Канифоль обладает слабыми флюсующими свойствами (то есть способна паять сама даже в отсутствие активатора). Она растворима в большинстве полярных органических растворителей и смесях полярных и неполярных растворителей, не растворима в воде и неполярных растворителях.
- Синтетические смолы (RE, от англ. resin — смола). В этот класс объединены совершенно разные смолы, часть из которых не претерпевает никаких изменений в процессе пайки (термопластичные смолы), некоторые из них необратимо полимеризуются или сополимеризуются с другими компонентами флюса и вследствие этого теряют способность к отмывке (реактопласты), а другие являются продуктами реакции этерификации канифоли со спиртами или гликолями. В свою очередь все перечисленные типы смол тоже могут делиться на разные классы. Так, среди термопластичных смол можно выделить, например, полиэфирные или полиакрилатные, а также ряд других менее рас-

пространенных смол. Каждая смола имеет свои свойства, такие как температура плавления, способность к растворению в различных растворителях (например, некоторые смолы хорошо растворяются в омывающих отмывочных жидкостях, но совершенно не растворимы в спиртобензине или растворителях с нейтральным pH), термическое поведение и пр. Поэтому ничего конкретного про флюсы, основанные на синтетических смолах, сказать нельзя. Чтобы точно знать, подходят ли они для техпроцесса, необходимо внимательно изучить документацию на них, посмотреть рекомендованный термопрофиль, возможность отмывки или безотмывочного процесса, а также провести испытания, и только после этого принимать решение о применимости такого вида материалов.

Примечание от автора. Именно такие материалы являются лучшим выбором, так как они дают стабильность техпроцесса, повторяемость и очень технологичны. Но не стоит забывать, что из огромного разнообразия таких материалов необходимо выбрать те, что подходят для конкретного техпроцесса.

- Органические вещества (OR) — сюда входят все вещества органического происхождения, не подходящие под определение смол. Смолы — органические полимеры, растворимые в органических растворителях, но не растворимые в воде. Все смолы являются твердыми веществами при комнатной температуре и размягчаются или расплавляются при нагревании. Другим важным свойством смол является способность их растворов образовывать при испарении растворителя пленки. Как правило, все OR-флюсы основаны на растворимых в воде веществах. Хочется отметить, что не все OR-флюсы являются кислотными, более того, многие органические флюсы не содержат кислоты вообще — ни слабой, ни сильной. Чтобы оценить количество кислоты, содержащейся во флюсе, необходимо посмотреть еще на один важный параметр — на кислотное число или на pH водной вытяжки флюса. А для того, чтобы судить о том, насколько «сильной» является кислота, используемая во флюсе, применяют тесты на коррозию — «медное зеркало» и коррозию медной пластины. Речь о них пойдет немного позже.

Активность флюса

Разобравшись с типом флюса, обратим внимание на следующую букву в классификации — L, M или H. Она говорит об активности флюса, а для того чтобы ее выбрать, нужно будет вспомнить о том, где вы будете применять флюс. Для того чтобы классифицировать флюс, проводят тест «медное зеркало» по стандарту IPC-TM-650 2.3.32 и тест на коррозию медной пластины IPC-TM-650 2.6.15 [2]. Обратите внимание на то, что активность измеряется не по способности очистить поверхность от оксидов, а по степени воздействия на чистую медь! Из этого следует, что могут

существовать флюсы, активно удаляющие окислы, но не взаимодействующие с металлом. То есть они будут прекрасно паять по окисленной поверхности, но не оказывать вредного воздействия на металл.

- L — от английского слова low — низкий. Коррозионная активность такого флюса невысока. Его остатки не вызывают изменений на поверхности медного зеркала.
- M — от английского слова middle — средняя. То есть его коррозионная активность — средняя. Он оставляет незначительные изменения на поверхности зеркала.
- H — от английского слова high — высокий. Такой флюс разъедает «медное зеркало» до стекла. Выбирая такой флюс, нужно понимать, что очень высока вероятность повреждения изделия этим флюсом в том случае, если отмывка его произведена не полностью. И все-таки следует попытаться поискать материалы, которые обладают высокой активностью при пайке, но более слабым коррозионным воздействием.

Содержание галогенов

Ну и последнее, что мы можем увидеть в типе флюса — это цифра. 0 или 1. Она говорит о присутствии или отсутствии галогенов. 0 — нет, 1 — да. Очень просто и понятно, но, наверно, у многих возникает вопрос: а почему именно галогены? Со школьной скамьи все мы знаем множество разных ионов — ионы металла, сульфаты, гидроксильные ионы. Список можно продолжать, так почему же в классификацию введены именно галогениды? Ответ довольно прост. Дело в том, что наиболее агрессивное коррозионное воздействие на металлы оказывает именно хлоридный и бромидный ион. Отмыть его с поверхности печатной платы довольно сложно, так как связать его в растворе отмывочной жидкости нечем. По этой причине для аппаратуры ответственного применения автор не рекомендует использовать содержащие хлорид флюсы. Хотя для бытовой электроники ничего страшного в них нет.

Наиболее важные тесты

Тест «медное зеркало» на коррозионную активность флюса

Обычно производители обозначают, проходит тест «медное зеркало» на коррозионную активность флюса, буквами L или M. Это означает, что за 24 часа при комнатной температуре и 50%-ной влажности медь на поверхности стекла не окисляется или окисляется не более половины поверхности [2].

Спротивление изоляции поверхности (SIR)

Спротивление изоляции поверхности (SIR) показывает свойства изоляции поверхности флюса на готовом продукте. Таким образом, этот тест определяет надежность осадка, если его оставлять на модуле без отмывки. Для того чтобы флюс можно было оставить на модуле без отмывки, значение должно превышать 10^8 Ом. Если флюс предполагается отмывать, то необ-

ходимо удостовериться, что сопротивление поверхностной изоляции превышает 10^8 Ом для отмытых образцов [2]. Эти данные должен предоставить вам производитель: они обязательны для всех поставщиков материалов, причем в случае применения очистки должен быть указан метод очистки образцов [1, 2].

Определение кислотного числа

Этот метод показывает количество кислоты во флюсе и является обязательным тестом [2]. Обратите внимание на тот факт, что этот метод ничего не говорит о том, насколько сильная и коррозионно-опасная кислота использована во флюсе, он говорит лишь о том, содержит ли данный флюс кислоту и сколько. Не удивляйтесь, если флюс не содержит кислоты совсем. Более того, ряд флюсов являются щелочными или нейтральными (для них приводится значение pH водной вытяжки). Это связано с тем, что в них используются не кислотные активаторы — амины или комплексообразователи.

Тест на наличие хлоридов и бромидов с помощью метода хромата серебра

Этот тест определяет содержание галогенидов, присутствующих во флюсе, и также является обязательным для всех производителей материалов [2]. Как уже обсуждалось выше, галогениды, особенно хлориды, — самые опасные ионные загрязнения, поэтому при высоких требованиях по надежности к выпускаемым изделиям желательно выбирать материалы, не содержащие галогенид-ионов.

Все вышперечисленные тесты и тип флюса должны обязательно быть в описаниях любого флюсосодержащего материала (жидкого флюса, пасты, флюс-геля и проволочного припоя). А теперь остановимся на специфических свойствах материалов.

Жидкий флюс

Для жидкого флюса очень важным параметром является содержание твердых веществ.

Тут следует отметить, что для флюса, используемого для селективной пайки, его значение должно быть минимально (2–5%), чтобы не засорился флюсователь, а для флюса, используемого для ручного монтажа, минимально возможное содержание твердых веществ — 15%. Это связано с тем, что при ручной пайке тепло от паяльника к паяемому выводу передается с помощью флюса, точнее расплава полимера, содержащегося во флюсе, например канифоли. Этот расплав выполняет еще одну важную функцию: он защищает разогретый металл от повторного окисления.

Для жидких флюсов, используемых в по clean процессах, важна нелипкость (сухость) остатков. Этот параметр не обязателен для производителей, но важен для потребителей, использующих по clean процессы.

Также очень важно изучить рекомендации производителя по использованию флюса, так как флюсы для диспенсерного нанесения сильно отличаются от флюсов, наносимых с помощью пенного флюсования, и этих требований необходимо строго придерживаться.

Паяльная паста

Для пасты важна вязкость, так как для диспенсерного и трафаретного нанесения она должна быть разной. Как правило, вязкость заменена на более понятный потребителю параметр — содержание металла. Если для трафарета предпочтительно использовать пасту с содержанием металлической составляющей 89–91%, то для диспенсера нужно 86–88%.

Также для пасты часто указывают клейкость (указывают в г/мм²), которая показывает способность удерживать компоненты, не сдвигая их.

Состав припоя. Не хочется повторяться, так как про состав припоя написано много. Подробно припой и их состав разобраны в [3, 4].

Тип припоя. Используется 5 типов припоя, отличающихся размером шариков припоя, содержащихся в пасте согласно стандарту IPC J-STD-005 [5]: тип 2 — 45–75 мкм, тип 3 — 25–45 мкм, тип 4 — 20–38 мкм, тип 5 — 15–25 мкм и тип 6 — 5–15 мкм. Обратите внимание на то, что чем меньше размер шариков, тем сильнее окисление пасты (больше поверхность металла) и тем сильнее разбрызгивание ее при пайке (шарики легче и подвижнее).

Тиксотропность. Это способность пасты сохранять в течение времени свою форму. Это настолько важно для пасты, что об этом даже и не пишут, но пару слов сказать необходимо. Пасты создаются так, чтобы они не растекались, так как иначе надеяться на качественное соединение, а не сплошное замыкание, не приходится.

Термопрофиль. Очень важный параметр, изучением которого не стоит пренебрегать. Дело в том, что профиль может отличаться в зависимости от активности и химической природы используемых материалов. Довольно активные материалы не нуждаются в площадке активации флюса, а некоторые, наоборот, начинают работать только после предварительной активации. Есть полимеры, которые при перегреве перестают отмываться (в основном это касается водосмываемых материалов) [6]. Могут быть и другие нюансы, поэтому к приведенному производителем термопрофилю стоит отнестись со вниманием и почтением.

Для проволочного припоя и флюс-геля каких-то особенных требований нет, поэтому останавливаться на них подробно мы не будем.

В заключение хочется еще раз отметить, что, выбирая материал, необходимо:

1. Уточнить пригодность его использования в вашем техпроцессе (отмывочный и безотмывочный). Если отмывка есть, то какая: водная, полуводная, отмывка растворителем или омыление [6].
2. Выяснить тип флюса и его коррозионную активность.
3. Посмотреть другие важные параметры и только после этого принимать решение об испытаниях. Это сэкономит массу времени и денег, которые тратятся на испытания заведомо «не ваших» материалов.
4. Ну и самое важное. Прежде чем запускать партию изделий, необходимо убедиться в том,

что материал действительно вам подходит. Для этого вполне достаточно изготовить 5–10 изделий.

Литература

1. Joint Industry Standard IPC J-STD-004A. Требования, применяемые к используемым для пайки флюсам. 1995.
2. IPC-TM-650. Руководство по методам тестирования.
3. Медведев А. Материалы для монтажной пайки. Ч. 1 // Производство электроники. 2006. № 5.
4. Медведев А. Сборка и монтаж электронных устройств. М.: Техносфера, 2007.
5. Joint Industry Standard IPC J-STD-005. Требования, применяемые к используемым паяльным пастам. 1995.
6. IPC-CN-65A. Указания по отмывке печатных плат и готовых сборок. 1999.

Р. С. К прискорбию, во время подготовки этой статьи ушла из жизни Вера Николаевна Акишина. Ее знали очень многие — благодаря ее вкладу в развитие производства электроники в России. Она же научила меня всему, что знала, и всегда поддерживала во всех начинаниях. Этот материал я тоже обсуждала с ней, и во многом благодаря ее вере в меня и поддержке, статья все-таки выходит в свет. Светлая ей память!