

ФЛЮСЫ-ГЕЛИ ДЛЯ МОНТАЖНОЙ ПАЙКИ

Технологии в электронной промышленности, 2017, № 7. – С. 42–44.

Владимир Ланин.

Флюсы-гели, отличающиеся высокой точностью дозирования и экономичностью, находят все большее применение для электромонтажной пайки компонентов с малым шагом выводов, включая BGA и Flip Chip. Серия флюсов-гелей FluxPlus компании Nordson удовлетворяет широкому кругу требований, предъявляемых к флюсам, и отличается превосходными технологическими свойствами.

Для успешного проведения операции пайки при электромонтажных и ремонтных работах флюсы, которые должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь температуру плавления ниже температуры плавления припоя;
- полностью растворять окислы основного металла, но не образовывать с ним трудноудаляемых химических соединений;
- снижать поверхностное натяжение расплавленного припоя и обеспечивать его растекание по поверхности основного металла и проникновение в капиллярные зазоры;
- остатки флюса должны легко удаляться с поверхности основного металла после пайки и не вызывать коррозии паяного соединения;
- флюс и продукты его разложения при выполнении пайки не должны выделять удушливых или вредных газов, т.е. флюс должен быть термически стабилен в заданном интервале температур.

Основные параметры флюсов: химическая активность, термическая стабильность, температурный интервал флюсования $\Delta T_{\text{ф}} = (T_{\text{пф}} - T_{\text{А}})$, где $T_{\text{А}}$ – температура активации, $T_{\text{пф}}$ – температура потери флюсоустойчивых свойств, коэффициентом растекания припоя ($K_{\text{р}}$). В зависимости от температурного интервала активности флюсы подразделяются на низкотемпературные (до 450°C) и высокотемпературные (свыше 450°C). При электромонтажной пайке применяют низкотемпературные флюсы, которые подразделяются на смолосодержащие неактивированные, смолосодержащие активированные, водорастворимые активированные.

По активности флюсы подразделяются на классы: L – низкая активность флюса или отсутствие активности остатков флюса, M – средняя активность флюса/остатков флюса, H – высокая активность флюса/остатков флюса. Классы флюсов для пайки электромонтажных соединений электронных модулей дополнительно характеризуются добавлением индекса 0 или 1, который показывает соответственно отсутствие или наличие во флюсе галогенов. Для пайки электромонтажных соединений электронных модулей ответственного применения должны быть использованы только флюсы класса L0. Отмывка изделий от остатков флюса после пайки обязательна. Для пайки электромонтажных соединений электронных модулей общего применения по традиционной и бессвинцовой технологиям допускается использовать флюсы любого класса. Рекомендуется отмывка изделий от остатков флюса после пайки. Для пайки электромонтажных соединений электронных модулей по комбинированной технологии рекомендовано применять флюсы классов M0 и H0 с последующей обязательной отмывкой изделий от остатков флюса после пайки.

Общие требования, классификация и методы испытаний жидких флюсов приведены в стандарте IPC J-STD-004B, согласно которому флюсы классифицируют по активности на несколько основных типов (табл.1).

Таблица 1. Классификация флюсов по стандарту IPC J-STD-004B

Активность флюса (% содержание галогенов)	Канифольные Rosin (RO)	Синтетические Resin (RE)	Органические Organic (OR)
Низкая (0%)	ROL0	REL0	ORL0
Низкая (<5%)	ROL1	REL1	ORL1
Средняя (0%)	ROM0	REM0	ORM0
Средняя (0,5-2,0%)	ROM1	REM1	ORM1

Высокая (0%)	RON0	REN0	ORN0
Высокая (>2,0%)			

Смолодержащие флюсы на основе канифоли имеют органическое происхождение. С химической точки зрения канифоль является нелетучей фракцией смолистых веществ хвойных деревьев, в ее состав входят кислоты: абиетиновая и пимаровая, которые при температуре 225–300°C растворяют тонкие оксидные пленки на меди и олове. Достоинством флюсов на основе канифоли является нетоксичность, отсутствие коррозионного действия, длительная сохраняемость.

Канифольные флюсы (R) обладают повышенной температурной стабильностью в процессе пайки, так как их температурный интервал флюсования составляет 100–120°C. Более высокое содержание твердых веществ по сравнению с флюсами на органической и синтетической основе создает меньшую вероятность образования шариков и сосулек припоя при пайке. Однако процессы поликонденсации в канифольных флюсах трудно регулируемые из-за природного происхождения канифоли, поэтому их остатки имеют низкую механическую прочность и высокую хрупкость. Применение канифольных флюсов без последующей отмывки рекомендуется только для электронной аппаратуры, эксплуатируемой в нормальных климатических условиях. Недостатками канифольных флюсов являются малая активность, трудность удаления смолистых остатков, пары канифоли необходимо удалять местной вытяжной вентиляцией.

Для повышения активности флюсов в их состав вводят активирующие добавки (активаторы), которыми являются: анилин $C_6H_5NH_2$, гидразин, триэтаноламин $N(CH_2CH_2OH)_3$, солянокислый диэтиламин $(C_2H_5)_2NHCl$, а также органические кислоты: салициловая, адипиновая, щавелевая, лимонная, молочная и др. При введении активаторов стремятся к тому, чтобы в температурном интервале пайки добавки со щелочными свойствами (триэтаноламин) нейтрализовали остатки веществ, имеющих кислотные свойства (салициловая кислота, солянокислый диэтиламин и др.).

Флюсы средней активности на основе канифоли (RMA) состоят из канифоли, растворителя и небольшого количества активатора. Большинство флюсов RMA имеет достаточно низкую активность и наилучшим образом подходят для легко паяемых поверхностей. По классификации IPC эти флюсы обычно входят в группы ROL0, ROL1, ROM0 или ROM1. Остаток флюсов RMA прозрачный и мягкий. Как правило, остаток некоррозионный и нетокопроводный. Требования к очистке определяются активностью флюса и требованиями к компонентам, которые подлежат пайке. Многие флюсы RMA проходят тестирование SIR как флюсы NC. Если остаток флюса RMA необходимо смыть, то отмывка производится соответствующим растворителем.

Активный флюс на основе канифоли (RA) состоит из канифоли, растворителя и агрессивных активаторов. Флюс RA может иметь активность равную или более высокую, чем активность флюсов RMA, и предназначен для поверхностей со средним или высоким окислением. По классификации IPC эти флюсы обычно входят в группы ROM0, ROM1, RON0 или RON1. Остаток флюса RA считается коррозионным. Все сборки, чувствительные к коррозии или возможной токопроводности остатка флюса должны быть очищены незамедлительно после оплавления. Отмывка производится соответствующим растворителем.

Органические флюсы на основе низкомолекулярных органических кислот и растворителей, отличаются высокой активностью (в 1,2–2,0 раза выше по сравнению с канифольными), малыми остатками и легкостью отмывки. Недостатки этих флюсов проявляются в низкой температурной стойкости и стабильности, что обуславливает узкое окно технологического процесса монтажной пайки.

В синтетических флюсах используются фенольные, полиэфирные и другие синтетические смолы с фиксированным массово-молекулярным распределением, что позволяет регулировать процессы активации и поликонденсации, а также получить остатки с заданными свойствами (пластичность, механическая прочность, теплостойкость, влагостойкость и др. Однако остатки таких флюсов трудно удаляются в процессе отмывки.

Водосмываемые флюсы (Water Soluble) имеют органическую основу (OR), а также содержат широкий ряд различных активаторов и обладают очень высокой активностью. Их применяют для пайки по никелю, ковару, стали и поверхностям с плохой паяемостью. Остатки таких флюсов обладают высокой коррозионной активностью и требуют обязательного удаления после пайки.

В последнее время уделяется больше внимания безотмывочным флюсам (NC), которые не требуют удаления остатков. В связи с повышением плотности монтажа в электронных модулях и уменьшением зазоров между корпусами электронных компонентов и платой до 50 мкм создаются трудности отмывки остатков флюса. Безотмывочные флюсы не содержат галогенов и других соединений, которые легко диссоциируют на ионы, снижающие электрические параметры печатной платы и способствующие возникновению коррозии. Температура смол, входящих в состав флюса, должна быть выше максимальной температуры эксплуатации электронной аппаратуры, так как при переходе из стеклообразного состояния в вязко-текучее происходит резкое изменение свойств флюса (сопротивления изоляции, диэлектрической проницаемости, сорбционной активности и др.), отрицательно влияющих на функциональные характеристики аппаратуры и приводящих к отказам в процессе эксплуатации. Безотмывочные флюсы изготавливают с использованием безионных активаторов, не содержащих галогенов или с их содержанием не более 0,5%, а также специальных модифицированных канифолей или синтетических смол с температурой плавления 80–125°C. Остаток флюса NC прозрачный, твердый, некоррозионный, нетоксичный.

Флюсование осуществляют погружением в ванну с жидким флюсом, распылением, волной или с помощью пены. Нанесение флюса погружением малопроизводительно, не обеспечивает однородного и равномерного покрытия платы флюсом, требует строго выдерживать глубину погружения платы во флюс. Распылением наносят в основном водорастворимые флюсы, так как применение смолосодержащих флюсов может вызвать засорение жиклеров и необходимость их частотой продувки. Пенное флюсование эффективно для смолосодержащих флюсов, поскольку обеспечивает тонкий и ровный слой флюса на плате при экономном расходе флюса.

В отличие от жидких флюсов вязкие, пастообразные флюсы-гели американской компании Nordson EFD серии FluxPlus остаются только в том месте, куда они были нанесены, без загрязнения всех близлежащих поверхностей. Флюсы FluxPlus изготавливаются в двух версиях – для дозирования, применяемые в ремонте, и для нанесения через трафарет, широко используемые для реболлинга BGA, где его красный цвет служит для подтверждения того, что флюс был нанесен правильно. Флюсы FluxPlus совместимы как с бессвинцовыми паяльными пастами, так и с содержащими свинец и полностью соответствуют директиве Евросоюза RoHS. Флюсы-гели находят широкое применение при ремонте мобильных устройств, например сотовых телефонов, планшетов и др., монтаже и демонтаже корпусов BGA и SMD компонентов, соединении ячеек солнечных элементов, корректировки параметров оплавления паяльных паст. Эти флюсы отличаются высокой точностью дозирования,

Флюс-гель FluxPlus отличается узкой специализацией химического состава, позволяющей подобрать материал, максимально соответствующий требованиям производства. Флюс-гель точно дозируется через специальные трафареты и дозаторы печати с использованием самых мелких корпусов BGA, гарантируя максимально аккуратное оплавление (рис. 1). Это устраняет загрязнения на плате и обеспечивает удержание мелких деталей до пайки.

Характеристика флюсов-гелей и особенности их применения приведены в табл. 2. Возможности смачивания флюсами поверхностей различных металлов и сплавов отражены в табл. 3.

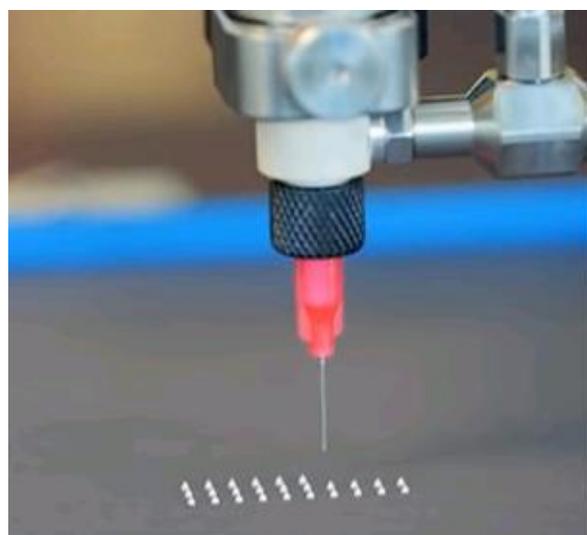
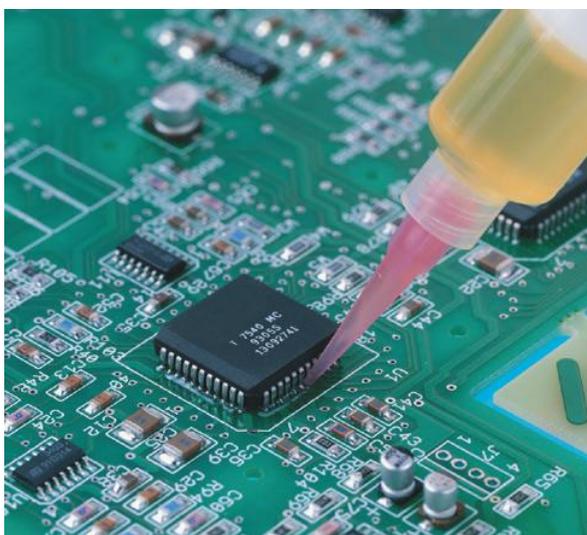


Рис. 1. Дозирование флюса-геля на места пайки ручное (а) и автоматическое (б)

Таблица 2. Свойства флюсов-гелей

6-410 ROM1	RA	Высокоактивный флюс-гель для дозирования на основе синтетической канифоли, используется в тех случаях, когда для очистки поверхности от оксидной пленки не достаточно флюса RMA. Прозрачный, мягкий остаток некоррозионный и может быть оставлен на месте пайки или счищен при помощи соответствующего растворителя.
6-411 ROL0	RMA	Флюс-гель средней активности для дозирования на основе синтетической канифоли, подходит для большинства операций с некоторыми ограничениями. Прозрачный, мягкий остаток не коррозионный и может быть оставлен на месте пайки или счищен при помощи соответствующего растворителя.
6-412 ROL0	NC	Флюс-гель, не требующий отмытки после оплавления, на основе синтетической канифоли, для нанесения методом дозирования. Остаток стабильный, почти невидимый, не коррозионный, не растрескивающийся. Очистка не требуется.
6-413 ROL0	NC	Флюс-гель, не требующий отмытки после оплавления, на основе синтетической канифоли, для нанесения методом трафаретной печати, был специально разработан для пайки и ремонта BGA (Ball Grid Arrays). Красная окраска материала служит для облегчения контроля за качеством нанесения. Остаток стабильный, почти невидимый, не коррозионный, не растрескивающийся. Очистка не требуется.
6-415 ORL0	WS	Флюс-гель, остаток которого отмывается водой, для нанесения методом дозирования, для общего применения со сплавами с температурами пайки менее 250°C. Остаток в обязательном порядке удаляется водой под давлением, подогретой до +60°C. Рекомендуется последующая промывка в деионизованной воде.
6-416 ORM1	WS	Флюс-гель, остаток которого отмывается водой, для нанесения методом дозирования, для общего применения со сплавами с температурами пайки более 250°C, например: Sn10, Sn5, Sn95 и Sn96. Остаток в обязательном порядке удаляется водой под давлением, подогретой до +60°C. Рекомендуется последующая промывка в деионизованной воде.
6-417 ORL0	WS	Флюс-гель, остаток которого отмывается водой, для нанесения методом трафаретной печати, был специально разработан для пайки и ремонта BGA. Имеет высокую вязкость и липкость, предотвращает перемещение шариков припоя. Противостоит смещению во время нагрева и удерживает шарики припоя в заданном положении. Красная окраска материала служит для облегчения контроля за качеством нанесения. Остаток может быть очищен водой под давлением, разогретой до +60°C. Рекомендуется последующая промывка в деионизованной воде.
6-418 ROL0	RMA	Флюс—гель на основе синтетической канифоли для нанесения методом трафаретной печати, был специально разработан для пайки и ремонта BGA. Имеет те же характеристики и красный цвет, что и флюс-гель 6-417. Остаток после оплавления можно оставить на месте пайки или отмыть при помощи растворителя для флюсов на основе синтетической канифоли.
6-442 ORN1	WS	Высокоактивный флюс-гель, остаток которого отмывается водой, с высоким содержанием органических кислот, для нанесения методом дозирования в области механики. Не подходит для использования в электронике или электрике ввиду высокой активности. Остаток может быть очищен водой под давлением, разогретой до +60°C. Рекомендуется последующая промывка в деионизованной воде.
6-4421 ORN1	WS	Высокоактивный флюс-гель, остаток которого отмывается водой, с высоким содержанием органических кислот, для нанесения методом дозирования в области механики. Может применяться для пайки некоторых сортов стали. Не подходит для использования в электронике или электротехнике ввиду высокой активности. Остаток может быть очищен водой под давлением, разогретой до +60°C. Рекомендуется последующая промывка в деионизованной воде.

Таблица 3. Смачивание флюсами металлических поверхностей

Тип флюса	Дозирование механическое		Дозирование электронное					Трафаретная печать		
	WS	WS	RA	RMA	NC	WS	WS	RMA	NC	WS
Класс флюса	ORN1	ORN1	ROM1	ROL0	ROL0	ORL0	ORM1	ROL0	ROL0	ORL0

Артикул N°	6-442	6-4421	6-410	6-411	6-412	6-415	6-416	6-418	6-413	6-417
Алюминий	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Сплав медь-бериллий	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Латунь	●	●	●	●	●	●	●			
Бронза	●	●	●	●	●	●	●			
Медь	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Гальванизированная сталь	▲	●	▲	х	х	▲	х			
Золото	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ковар	●	●	●	▲	х	●	●			
Железо	▲	●	▲	х	х	х	х			
Монель-металл	●	●	▲	х	х	▲	▲			
Никель	●	●	●	●		●	●	●	▲	●
Ковар	●	●	●	▲	х	▲	▲			
Палладий	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Серебро	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Покрытие из припоя	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Высоколегированная сталь	▲	▲	х	х	х	х	х			
Олово	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Цинк	▲	●	▲	х	х	▲	х			
Хром	—	—	—	—	—	—	—			
Магний	—	—	—	—	—	—	—			
Титан	—	—	—	—	—	—	—			

● хорошая смачиваемость, ▲ смачивает чистые поверхности, х не рекомендуется, — не паяется

Свойства гель-флюсов компании Nordson, включая качественный и количественный тесты на галогены, тест на коррозию, сопротивление изоляции, проникающую способность и др., приведены в табл. 4.

Таблица 4. Свойства гель- флюсов

Свойства	EFD 6-411	EFD 6-412	EFD 6-415	EFD 6-416	EFD 6-417
Классификация	R0L0	R0L0	ORL0	ORH1	ORL0
Медное зеркало	Нет сквозных отверстий	Нет сквозных отверстий	Нет сквозных отверстий	Сквозные отверстия более чем 50% площади	Сквозные отверстия менее чем 50% площади
Количественный тест на галогены	0,0%	0,0%	0,0%	более 2%	0,0%
Качественный тест на галогены	Прошел	Прошел	Прошел	Прошел	Прошел
Тест на коррозию	Нет	Нет	Слабая	Слабая	Слабая
R _{из} через 24 часа	1,2·10 ¹⁰ Ом	1,1·10 ¹⁰ Ом	Нет данных	5,0·10 ⁹ Ом	5,0·10 ⁹ Ом
96 часов	1,7·10 ¹⁰ Ом	9,7·10 ⁹ Ом	Нет данных	5,4·10 ⁹ Ом	5,4·10 ⁹ Ом
168 часов	1,7·10 ¹⁰ Ом	7,0·10 ⁹ Ом	Нет данных	4,2·10 ⁹ Ом	4,2·10 ⁹ Ом
Кислотное число	85±10	105±10	125±10	20±10	110±10
Цвет	Янтарь	Янтарь	Белый	Светлый загар	Красный
Удельный вес	1,00±0,05	1,01±0,05	1,14±0,05	1,03±0,05	1,12±0,05
Содержание твердых веществ	55.5±2%	59±2%	37±2%	17±1%	65±2%
Проникающая способность	155±25 мм	200±25 мм	250±25 мм	160±25 мм	100±25 мм
Температура максимальная	330°C	330°C	240°C	330°C	240°C

Флюсы-гели Nordson EFD серии FluxPlus, отличающиеся высокой точностью дозирования, удовлетворяют широкому кругу требований, предъявляемых к флюсам для монтажной пайки, и могут использоваться с любым оборудованием диспергирования и трафаретной печати. Флюсы

рекомендуются для монтажа электронных модулей, включая BGA и PGA, флюсования бампов Flip Chip и контактных площадок.

Литература

1. ГОСТ Р 56427-2015. Пайка электронных модулей радиоэлектронных средств. Автоматизированный смешанный и поверхностный монтаж с применением бессвинцовой и традиционной технологий. Технические требования к выполнению технологических операций.
2. IPC-J-STD-004B. Требования к флюсам для пайки.
3. www.nordson.com