

Флюсы на водной основе.

Новые возможности пайки волной припоя

Современные, эффективные и качественные флюсы — залог успешного процесса пайки волной припоя. Характеристики флюсов на водной основе — экологичность и безопасность — делают их весьма привлекательными как при пайке свинцовыми, так и бессвинцовыми припоями.

Антон Большаков

materials@ostec-smt.ru

Требования окружающей среды

Современные тенденции, направленные на уменьшение влияния деятельности человека на окружающую среду, затрагивают и электронику. Наиболее ярко это проявилось в запрете фреонов и близких к нему компонентов, свинца и токсичных металлов.

Другой класс вредных веществ — легколетучие органические компоненты, содержащие углерод и негативно влияющие на окружающую среду. Многие из них токсичны, действуют, как газы, образующие фотохимический смог и разрушающие озоновый слой.

Промышленность индустриальных стран сильно загрязняет окружающую среду. Например, европейские страны ежегодно выбрасывают в атмосферу 25 млн тонн легколетучих органических компонентов. В их состав входят выхлопные газы автотранспорта, газового, бензинового и других производств. По сравнению с этими областями электронная промышленность не столь большой загрязнитель, но общие тенденции, направленные на снижение количества выбросов в атмосферу, сказываются и на электронике.

В результате производители электроники вынуждены выбирать материалы не только по техническим характеристикам, но и учитывая, насколько они безопасны для окружающей среды.

В жидком флюсе для пайки волной припоя носителями активных компонентов являются низкомолекулярные спирты с содержанием легколетучих органических компонентов более 95%. То есть основная составляющая флюсов — легколетучие органические компоненты, которые полностью испаряются перед контактом печатной платы с волной. Таким образом, использование жидких флюсов на спиртовой основе для пайки волной припоя приводит к наибольшему количеству выбросов легколетучих органических компонентов в атмосферу.

Как исключить спирты в качестве носителей активных компонентов флюса? Желательно, чтобы этот альтернативный материал был дешев, не содержал легколетучие органические компоненты, не был токсичен и огнеопасен. Сразу возникает решение — вода.

Вызов технологии

Существуют значительные различия в физических и химических свойствах воды и изопропилово-

го спирта, широко применяемого в качестве носителя активных компонентов флюса. При разработке серии флюсов Ecosol удалось совместить все преимущества воды и изопропилового спирта. Как это было сделано, описано ниже.

Разница в смачиваемости между изопропиловым спиртом и водой

Поверхностное натяжение воды по сравнению с изопропиловым спиртом выше: 73×10^{-3} Н/м против 22×10^{-3} Н/м. Угол смачивания спиртов близок 0° , тогда как для воды — 90° в зависимости от поверхности. Поэтому жидкий флюс на водной основе должен содержать добавки, улучшающие смачивание печатного узла. Эти добавки должны быть не ионными, чтобы не ухудшать поверхностное сопротивление после пайки. Без них флюс не растекается по поверхности, оставляя несмоченными участки с плохой паяемостью.

Тесты показали, что незначительное добавление смачивающих компонентов обеспечило угол смачивания, идентичный углу смачивания изопропилового спирта.

Растворимость активаторов

Следующий важный момент связан с тем, что для получения стабильного раствора активные компоненты флюса должны быть полностью растворены в носителе.

Вода — более полярный растворитель, чем спирт, поэтому она имеет улучшенную способность диссоциировать кислоты — активаторы, наиболее широко используемые в современных флюсах с низким содержанием твердых веществ. Высокая способность воды к диссоциации позволяет довести кислотное число флюса до 60 мг в пересчете на КОН, что гораздо выше обычного. Такое свойство воды позволяет флюсу на водной основе сразу действовать при контакте с поверхностью, повышает эффективность флюса и, как следствие, качество пайки.

Это подтверждается сравнением флюсов на водной и спиртовой основе (табл. 1). В качестве поверхности смачивания использовалась медная проволока. Тестовый отрезок проволоки погружался в резервуар с флюсом на глубину 1 см, после чего излишки флюса удалялись тканью. Паяемость контролировалась погружением тестового куска проволоки в ванну с расплавленным припоем сплава Sn 60 в системе контроля паяемости MUST II.

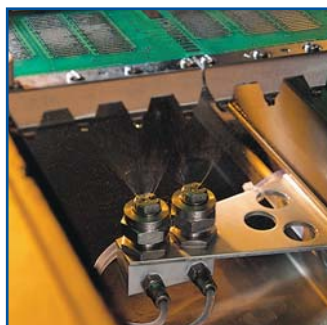


Рис. 1

Таблица 1. Сравнение паяемости после спиртового и водного флюса

№ опыта	Спиртовой флюс		Водный флюс	
	F (Н×10 ⁻³)	T(с)	F (Н×10 ⁻³)	T(с)
1	0,54	1,30	0,97	0,56
2	0,54	1,87	1,15	0,57
3	0,52	3,54	0,83	0,71
4	0,11	3,11	0,71	0,55

F — сила смачивания, требующаяся для извлечения тестового отрезка проволоки из расплавленного припоя после 5 секунд. Чем больше сила, тем лучше паяемость.
T — время, характеризующее скорость смачивания. Чем меньше время, тем лучше смачиваемость и паяемость.

Эксперимент показал, что флюс на водной основе обеспечивает более высокую силу и скорость смачивания при пайке.

Флюсование

Из-за высокого поверхностного натяжения чистая вода очень плохо пенится. Флюсы на водной основе имеют огромное преимущество перед спиртовыми при нанесении распылением.

Добавление небольшого количества ПАВ в сочетании с высоким поверхностным натяжением воды дает стабильную пену. Присутствие ПАВов в качестве активных компонентов флюса обеспечивает высокую стабильность пены и качественное флюсование.

Такие различные характеристики флюса с содержанием ПАВ и без них позволяют достичь высокого качества при обоих методах нанесения. Обычно один и тот же флюс для различных методов флюсования имеет различную маркировку.

Предварительный нагрев

Цель предварительного нагрева заключается в подготовке печатной платы к контакту с волной припоя и уменьшении термоудара. Высокая температура ускоряет действие активаторов. Другой, не менее важный процесс, — удаление растворителя. Неполное испарение растворителя приводит к беспорядочному образованию шариков припоя при контакте печатной платы и волны припоя.

Флюсы на водной основе требуют большей энергии испарения: 531 кал/г против 167 кал/г для изопропилового спирта. Поэтому необходима немного большая температура предварительного нагрева. Положительный эффект обнаруживается при пайке волной бессвинцового припоя. Расчеты, приведенные в таблице 2, наглядно показывают, что использова-

Таблица 2. Расчет величины термоудара при пайке свинцовыми и бессвинцовыми припоями

Название процесса пайки	Пайка волной свинцового припоя	Пайка волной свинцового припоя	Пайка волной бессвинцового припоя
Сплав	Sn/Pb	Sn/Pb	SN100C
Тип флюса	Спиртовой	Водный	Водный
Температура пайки	250 °C	250 °C	260 °C
Температура предварительного нагрева	80–100 °C	110–120 °C	110–120 °C
Разница между температурой пайки и предварительного нагрева (термоудар)	170–150 °C	130–120 °C	150–140 °C

ние флюсов на водной основе уменьшает термоудар ΔT на печатную плату на 20–30 °C

Качество пайки

Контроль качества пайки проводился на наличие шариков припоя (рис. 2), образование перемычек припоя между выводами и непропай.

Результаты испытаний на наличие шариков припоя показывают, что существует большое количество режимов (температур предварительного нагрева и скоростей конвейера), при которых отсутствует эти дефекты.

В таблице 3 приведен пример внедрения флюса MF220 на одном из российских предприятий. В результате удалось достичь значительного уменьшения количества дефектов и расхода флюса.

Что в итоге дает применение флюсов на водной основе?

Итак, флюсы на водной основе показывают прекрасные свойства в сравнении эквивалентных спиртовыми составами (табл. 4). Дополнительно проведенные тесты подтвердили, что эти флюсы удовлетворяют требованиям Bellcore и IPC.

Использование таких флюсов уменьшает выброс легколетучих органических компонентов с 90% до 1%.

Флюсы на водной основе имеют следующие преимущества:

- не требуют специальных условий хранения, транспортировки и обращения, так как являются пожаробезопасными материалами;
- не испаряется спирт. Безопасны для окружающей среды. Уменьшенный расход флюса. Снижение издержек из-за того, что такие флюсы не требуют корректировки вязкости растворителями;
- имеют слабый запах. Безопасны для персонала;
- обладают стабильным кислотным числом и стабильностью свойств во времени;
- уменьшают термоудар на печатный узел при пайке.

Таблица 4. Характеристики флюсов MF300 и MF220

Обозначение	MF300	MF220	Методы испытания
Тип флюса	Органический	Органический	
Носитель активных компонентов	Вода	Вода	
Цвет	Бесцветный	Бесцветный	
Запах	Отсутствует	Отсутствует	
Относительная плотность (г/см ³ 25 °C)	1,012±0,002	1,011±0,002	
Точка вспышки (°C)	Отсутствует	Отсутствует	
Содержание твердых веществ (%)	4,6±0,2	4,6±0,2	
Классификация флюса			
J-STD-004	ORMO	ORMO	
IPC-SF-818			
Содержание галогенов (%)	0	0	ANSI/STD-004
Кислотное число (мг KOH/г)	37±2,5	37±2,5	
Электромиграция	Соответствует	Соответствует	Bellcore TR-NWT-000078
Сопротивление изоляции остатков (Ω)	Соответствует	Соответствует	JIS-Z-3197, IPC-SF-818
Растворитель	Деионизованная вода	Деионизованная вода	
Срок хранения	Не ограничен	Не ограничен	
Область применения	Пайка волной припоя, селективная пайка		
Метод нанесения	Пена	Распыление	
Отмывка	Не требуется	Не требуется	
Совместимость			
с лаковыми покрытиями	Хорошая	Хорошая	
с паяльными масками	Хорошая	Хорошая	
Специальные свойства	Высокая активность	Высокая активность	
Упаковка			
Канистра 5 л	+	-	
Канистра 25 л	+	+	
Бочка 200 л	+	+	

Таблица 3. Пример внедрения флюса MF220

Параметр сравнения	Спиртовой флюс	Флюс на водной основе MF300/MF220	Изменения
Число дефектов на мультиплате (8 плат)	25–30	5–8	Количество дефектов уменьшилось в 4–5 раз
Число дефектов на мультиплате, выявленных на этапе электронного тестирования	1 из 16	1 из 48	Количество дефектных плат снизилось в 2,5 раза
Расход (относительно, в весовых коэффициентах)	1	0,6	Расход флюса уменьшился практически наполовину

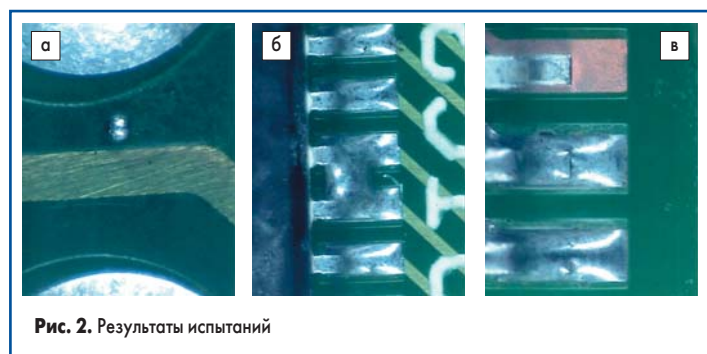


Рис. 2. Результаты испытаний