

Отмывка после пайки бесвинцовыми материалами. Есть ли противоречия?

В последние годы национальные и международные профессиональные ассоциации и рабочие группы подготовили много отчетов и публикаций о применении бесвинцовых материалов. В результате появилась различная информация об альтернативных бесвинцовых паяльных материалах и технологиях их применения.

Антон Большаков

materials@ostec-smt.ru

В области отмывки печатных узлов вопросы остаются. Большинство исследователей считает, что более высокие температуры пайки в сочетании с активными флюсами усложняют процессы отмывки. Встречаются мнения о том, что для отмывки требуется большая интенсивность механической активации, увеличение концентрации отмывочных жидкостей, изменение параметров. И связано это с тем, что бесвинцовая пайка осуществляется при большей температуре, чем с припоями и пастами, содержащими свинец, а эффективность отмывки зависит от качества отмывочного средства, точки плавления припоя, свойств флюса.

Как же обстоят дела на самом деле?

Таблица 1. Паяльные пасты, участвующие в эксперименте

№ п.п.	Сплав	Содержание твердых веществ,% или классификация флюса
1	Sn89 Ag Cu0,5	3–6
2	Sn89 Ag3,5	3–6
3	Sn90 Ag3,5	3–6
4	Sn42 Bi58	LR
5	Sn96 Ag4	LR
6	Sn96 Ag4	RMA
7	Sn96 Ag4	RA
8	Sn96,5 Ag3,5	RMA
9	Sn86,3 Ag3,4 Cu0,6	<6
10	Sn42 Bi58	LR
11	Sn89 Ag Cu0,5	3–6
12	Sn89 Ag Cu0,5	нет данных производителя
13	Sn96,5 Ag3,5 Cu0,7	нет данных производителя
14	Sn96,5 Ag3,5	3–7
15	Sn Cu	3–7
16	Sn95,5 Ag3,8 Cu0,7	3–8
17	Sn89,5 Ag4	3–6
18	Sn96 Ag4	3–5
19	Sn89,5 Ag4	нет данных производителя
20	Sn96 Ag4	5–6
21	Sn96 Ag4	5–6
22	Sn96 Ag4	RMA
23	Sn96 Ag4	нет данных производителя
24	Sn95,5 Ag3,8 Cu0,7	нет данных производителя
25	Sn95,5 Ag3,8 Cu0,7	нет данных производителя

Заслуживающие внимания эксперименты были проведены Технологическим университетом Мюнхена в сотрудничестве с компанией ZESTRON. Для экспериментов были отобраны 25 образцов паяльных паст 13 различных производителей как с широко предлагаемыми бесвинцовыми сплавами, содержащими серебро, так и с альтернативными сплавами.

В таблице 1 представлены сплавы и краткое описание флюсов паяльных паст, участвовавших в эксперименте.

При переходе на бесвинцовую технологию существует два важных момента, влияющих на процесс отмывки:

- повышение пиковой температуры пайки с 225 до 245–260 °С (за исключением сплава Sn/Bi). В результате воздействия более высокой температуры на флюсоустойчивую композицию остатки флюса удалить значительно тяжелее;
- отсутствие опыта в удалении остатков флюсов бесвинцовых материалов.

Испытания состояли из двух этапов: проверки способности промывочных жидкостей удалять неоплавленную паяльную пасту и проверки способности промывочных жидкостей удалять остатки флюса паяльных паст после пайки (рис. 1).

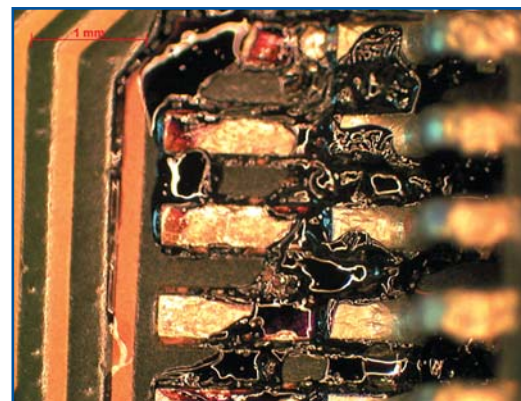


Рис. 1. Остатки флюса после воздействия высоких температур при пайке

Этап 1. Удаление неоплавленной паяльной пасты с трафаретов и печатных плат

При нанесении паяльной пасты требуется регулярная очистка трафаретов с нижней стороны (в процессе работы) и периодическая очистка трафаретов полностью (после смены, в специализированном оборудовании).

Кроме того, в технологическом процессе сборки печатного узла могут возникать дефекты, связанные с неправильным нанесением паяльной пасты, например, из-за плохого совмещения трафарета и печатной платы. В этом случае необходимо удалить неоплавленную паяльную пасту и вернуть печатные платы на сборку (рис. 2).

Для проверки возможности удаления неоплавленных паяльных паст с трафаретов и печатных узлов были отобраны три промывочные жидкости:

- промывочная жидкость на основе спиртовых модифицированных соединений ZESTRON SD 300;
- промывочная жидкость на основе MPC-технологии VIGON SC 200;
- щелочная промывочная жидкость на основе ПАВ.

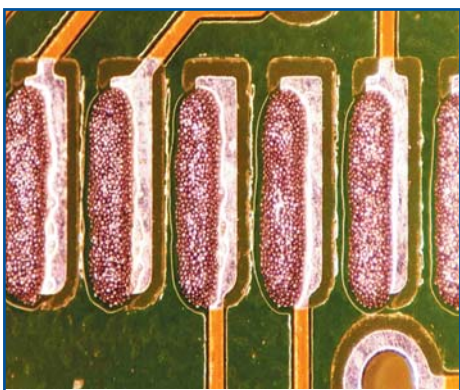


Рис. 2. Пример дефекта трафаретной печати. Паяльная паста нанесена со смещением

При проведении эксперимента неоплавленные паяльные пасты удалялись с трафаретов и печатных узлов в стандартном оборудовании очистки. Режимы очистки указаны в таблице 2.

После очистки трафареты и печатные платы проверялись визуально под микроскопом с 10-кратным увеличением на наличие остатков паяльных паст и блокирование окон трафарета.

Таблица 2. Режимы очистки при удалении неоплавленной паяльной пасты

Описание процесса	Очистка трафаретов и печатных плат с неоплавленной паяльной пастой
Загрязнения	Паяльные пасты (таблица 1), выдержанные на открытом воздухе после нанесения в течение 1 часа
Промывочные жидкости	1) ZESTRON SD 300; 2) VIGON SC 200; 3) ПАВ.
Оборудование	Система отмывки распылением промывочной жидкости под давлением 1,48 атм.
Параметры отмывки	Длительность процесса от 2 до 10 минут Температура отмывки от 20 до 25 °С
Контроль качества	Визуально

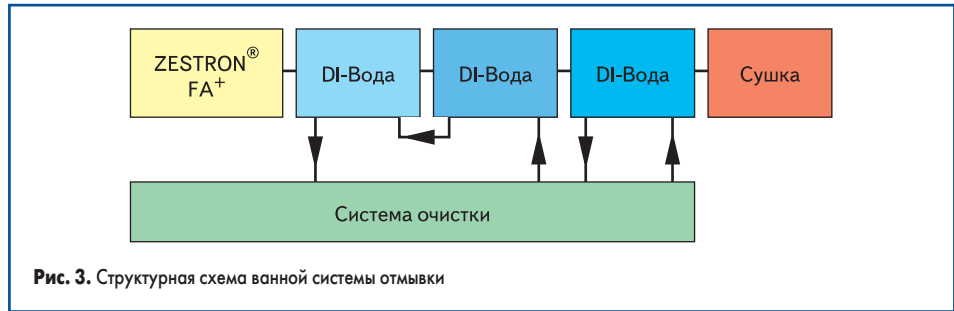


Рис. 3. Структурная схема ванной системы отмывки

В результате теста выяснилось, что все промывочные жидкости удаляют остатки паяльных паст. Однако было определено, что наиболее быстрый процесс отмывки обеспечивается при применении промывочных жидкостей ZESTRON SD 300 и VIGON SC 200:

- 1) Процесс очистки ZESTRON SD 300: 2–3 минуты;
- 2) Процесс очистки VIGON SC 200: 3–4 минуты;
- 3) Процесс очистки в ПАВ: 5–6 минут.

Этап 2. Удаление остатков флюсов после пайки

Для проверки возможности удаления остатков флюсов бессвинцовых паяльных паст все испытуемые образцы были нанесены через ручной трафарет на стандартные тестовые печатные платы и оплавлены с применением температурных профилей, указанных производителями для каждой из них.

Далее тестовые печатные платы подвергались трем различным процессам отмывки (табл. 3).

Таблица 3. Процессы отмывки

Описание процесса	Удаление остатков флюсов
Загрязнения	Остатки флюсов оплавленных бессвинцовых паяльных паст (таблица 1)
Промывочные жидкости	1) ZESTRON FA+; 2) VIGON A200; 3) ПАВ
Оборудование	1. Ванная система отмывки с УЗ агитацией для ZESTRON FA+ (рис. 3); 2. Система отмывки распылением промывочной жидкости под давлением 1,48 атм для промывочных жидкостей VIGON A200 и ПАВ (рис. 4)
Параметры отмывки	Длительность процесса от 2 до 10 минут Температура отмывки и ополаскивания в деионизованной воде 50 °С



Рис. 4. Система струйной отмывки Aqueous Technologies

После отмывки тестовые платы контролировались визуально под микроскопами с 40-кратным увеличением на наличие остатков флюса, проводился контроль на присутствие ионных загрязнений и окончательно проверялось наличие активаторов с использованием теста ZESTRON FLUX TEST.

Визуальный контроль не выявил серьезных дефектов отмывки. Только на 5% контролируемых печатных плат локально наблюдался белый налет. После подбора режимов отмывки дефект не был обнаружен.

Измерение ионных загрязнений показало очень высокую степень чистоты 0,06 мкг/см² в пересчете на NaCl при оговариваемом стандартом ANSI/J-STD-001 уровне загрязнений не более 1,56 мкг/см² (рис. 5).

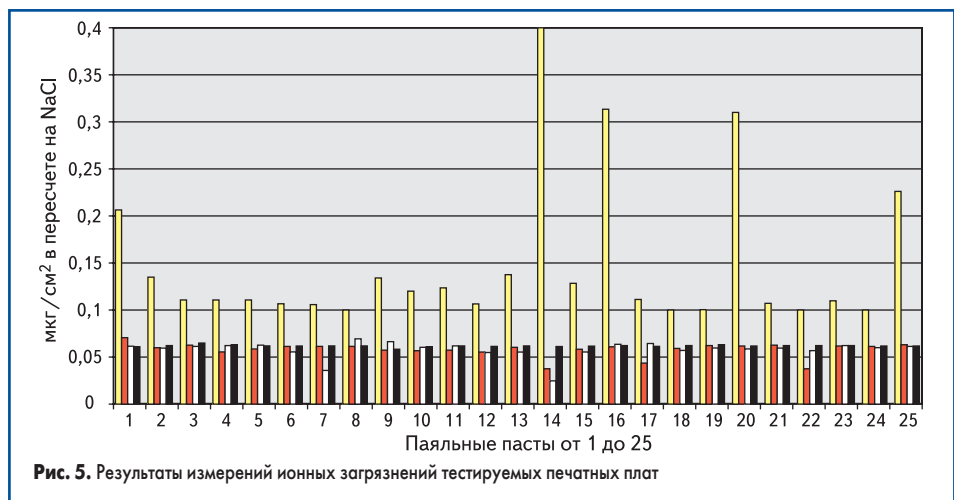


Рис. 5. Результаты измерений ионных загрязнений тестируемых печатных плат

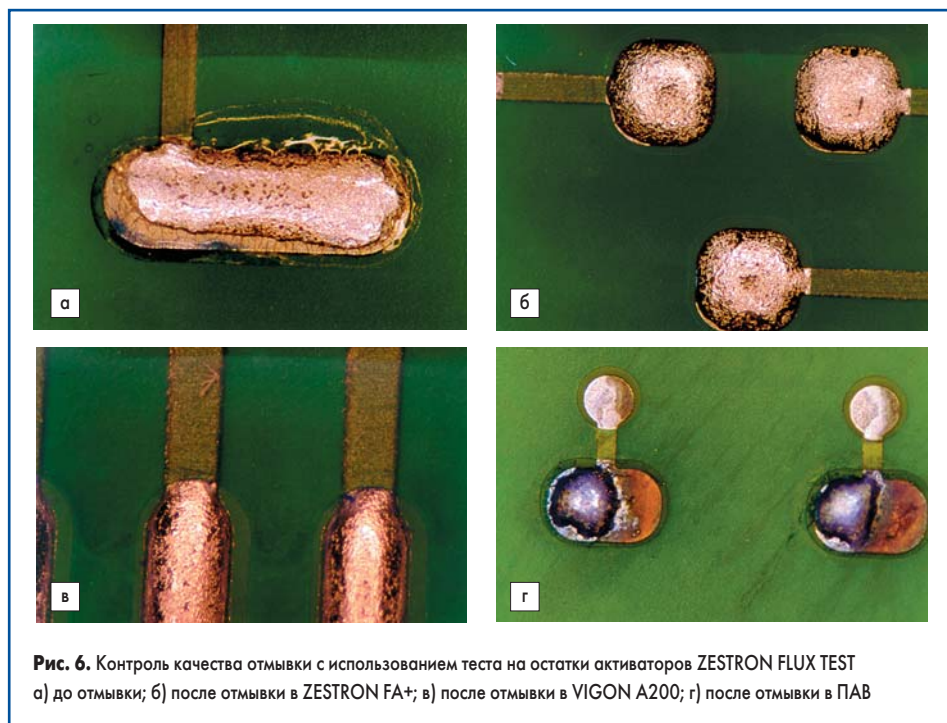


Рис. 6. Контроль качества отмывки с использованием теста на остатки активаторов ZESTRON FLUX TEST а) до отмывки; б) после отмывки в ZESTRON FA+; в) после отмывки в VIGON A200; г) после отмывки в ПАВ

Контроль испытываемых печатных плат с использованием теста на наличие активаторов ZESTRON FLUX TEST позволил подтвердить наличие дефектов 5% печатных плат, отмытых ZESTRON FA+ и VIGON A200, и выявил наличие дефектов на 20% печатных плат, отмытых с использованием щелочных ПАВ. Увеличение количества дефектов связано с тем, что многие современные флюсы оставляют прозрачные, плохо различимые остатки и визуально их обнаружить очень сложно.

Таким образом, совместное использование методов количественного измерения ионных загрязнений и качественного контроля наличия активаторов цветным индикатором дополняют друг друга, позволяя снизить до минимума вероятность пропуска загрязнений при контроле после отмывки.

После оптимизации процессов отмывки на печатных платах не были выявлены загрязнения ни одним из методов контроля. Стоит отметить, что оптимизация процессов отмывки с использованием щелочных ПАВ потребовала более тщательного подбора режимов.

Заключение

1. Не выявлено серьезных отличий при очистке трафаретов и печатных плат при бессвинцовой и традиционной технологии.
2. При удалении остатков флюсов бессвинцовых паяльных паст наблюдалось увеличение количества остатков активаторов при сохранении низкого уровня ионных загрязнений. При этом для процессов с применением промывочных жидкостей выявлены следующие результаты:

Таблица 4. Результаты испытаний промывочных жидкостей

Наименование паяльной пасты	Остатки флюсов оплавленных паяльных паст			
	VIGON®			ZESTRON®
	US	A200	SC200	FA+
Multicore RP15	+	+	+	+
Multicore LF320	+	+	+	+
Multicore LF318	0	0	0	+

Условные обозначения

+ Легко удаляется при стандартных режимах отмывки

o Удаляется при подборе технологических параметров отмывки (длительности, температуры, интенсивности механической агитации)

Параметры испытаний

(в зависимости от типа промывочной жидкости):
2–10 минут при температуре 25–50 °С.

а. Для промывочных жидкостей ZESTRON FA+, VIGON A200:

- На 95% контролируемых печатных плат все остатки флюса удалены без изменений режима отмывки.
- Только 5% тестируемых печатных плат для удаления загрязнений потребовалось изменение режимов отмывки.

б. Для щелочных промывочных жидкостей на основе ПАВ:

- 20% тестируемых печатных плат потребовали изменения режимов отмывки, после чего не выявлялись загрязнения. Количество дефектных плат оказалось в 4 раза больше, чем при использовании промывочных жидкостей ZESTRON FA+, VIGON A200.

Итак, переход на бессвинцовую технологию пайки не вносит серьезных изменений в технологические процессы отмывки, если применяются промывочные жидкости ZESTRON FA+, VIGON A200 (табл. 4), при этом большое значение имеет правильный подбор режима отмывки.