

Из нашего практического опыта: внедрение процессов отмывки

Аксиома: невозможно обеспечить качественную отмывку остатков флюса после пайки без тщательного подбора и полной совместимости оборудования отмывки, материалов для пайки (паяльная паста, флюс, трубчатый припой), отмывочной жидкости и технологических режимов.

Алексей Ефремов

service@ostec-smt.ru

Внедрение процесса отмывки является сложной технологической задачей. Результаты процесса отмывки могут зависеть от множества факторов: оборудования, отмывочной жидкости, качества воды, метода агитации раствора, температуры и времени отмывки, ополаскивания или сушки (рис. 1).

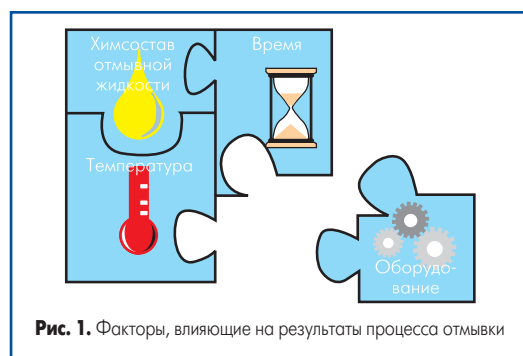
Описанный в статье процесс отмывки был внедрен специалистами ЗАО Предприятие ОСТЕК на одном из российских предприятий.

Оборудование, используемое предприятием на момент приезда наших специалистов: система отмывки UNICLEAN фирмы PBT (рис. 2), состоящая из четырех ванн (ванна отмывки, две ванны ополаскивания и ванна сушки). Ванна отмывки оснащена ультразвуковым генератором (частота 25 кГц) и системой барботажа.

Отмывочная жидкость — Zestron FA+ фирмы Zestron

Выпускаемые типы изделий:

1. Печатный узел «тип 1» применяется в изделиях специального назначения, производится с применением смешанной технологии. Пайка компонентов поверхностного монтажа осуществляется с применением паяльной пасты RM92 фирмы Multicore Solders. После установки и пайки компонентов поверхностного монтажа (от простых чип-компонентов до крупногабаритных микросхем в корпусах QFP) производится ручная пайка монтируемых в отверстия компонентов с применением флюса ФКСП. После отмывки печатные узлы покрываются влагозащитным слоем.
2. Печатный узел «тип 2» применяется в изделиях бытового назначения, производится с применением сме-



шанной технологии. Пайка компонентов поверхностного монтажа осуществляется с применением паяльной пасты фирмы «X» (конкурирующий материал). После установки и пайки компонентов поверхностного монтажа (в основном простые корпуса чип, MELF, SOIC) производится ручная пайка монтируемых в отверстия компонентов с применением флюса ФКСП. После отмывки печатные узлы не покрываются влагозащитным слоем.

Ситуация до оптимизации процесса отмывки

Процесс отмывки проводился для обоих типов печатных узлов при перечисленных ниже режимах.

- Отмывка:
 - отмывочная жидкость — ZESTRON FA+;
 - время отмывки — 4 мин;
 - агитация — барботажа;
 - температура отмывки 58 °С.
 - Предварительное ополаскивание:
 - среда ополаскивания — проточная водопроводная вода без подогрева;
 - время ополаскивания — 2 мин.
 - Финишное ополаскивание:
 - среда ополаскивания — деионизованная вода (проводимость 0,1 мкСм);
 - температура — комнатная (20–25 °С);
 - время ополаскивания — 6 мин.
 - Сушка:
 - обдув горячим воздухом 70–80 °С (в установке UNICLEAN);
 - время сушки — 15 мин;
 - ручная продувка сжатым воздухом (1–2 мин).
- Результаты отмывки печатных узлов «тип 1» и «тип 2» до оптимизации неудовлетворительные.

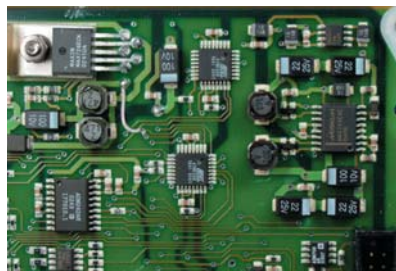


Рис. 3. Пример остатков флюса в виде характерного белого налета вокруг паяных соединений

Методы контроля качества отмывки:

- Визуальный контроль (стереомикроскоп VS8, увеличение 40x) — большое количество неудаленных остатков флюса, проявляющихся в виде характерного белого налета (рис. 3).
- Тест на остатки активаторов Zestron Flux Test — изменение остатков флюса на синий цвет свидетельствует о наличии большого количества ионогенных остатков активаторов на обоих типах печатных узлов.

Комментарии:

Неудаленные в процессе отмывки остатки флюса оказывают негативное влияние на последующие технологические операции и значительно ухудшают электрическую надежность печатных узлов и изделия в целом. Можно выделить два основных типа остатков:

1. Остатки канифоли, синтетических смол, восков или парафинов. Их как правило, сравнительно легко обнаружить визуально, за исключением тех случаев, когда они находятся под корпусами компонентов. Подобные остатки будут резко ухудшать адгезию влагозащитных покрытий, приводя к их отслаиванию.
2. Остатки активаторов — это наиболее опасные, поскольку являются источниками процессов коррозии, электромиграции, повышенных токов утечки и коротких замыканий (более подробную информацию можно найти в справочном руководстве по выбору и применению материалов для производства и ремонта электронной аппаратуры). Во многих случаях их невозможно обнаружить визуально. Наиболее эффективным и простым методом контроля является Zestron Flux Test (подробную информацию об этом методе контроля можно найти в информационном бюллетене № 4–5(42) 2005 год).

Оптимизация процесса отмывки

Комментарии:

Прежде чем приступить к процессу оптимизации отмывки, необходимо проверить состояние ванны для определения пригодности отмывочной жидкости к ее дальнейшему использованию. В соответствии с инструкцией по методам контроля отмывочных жидкостей был проведен контроль по методам 6.1.1 «контроль состояния отмывочной жидкости по уровню pH» и 6.1.2 «контроль состояния отмывочной жидкости при помощи предметного стекла». Результаты контроля положи-

тельные, отмывочная жидкость полностью удовлетворяет требованиям процесса.

Оптимизация процесса осуществляется экспериментально, путем пошагового изменения одного, максимум двух параметров одновременно. Основные параметры, подлежащие изменению: концентрация отмывочной жидкости (только для концентратов), температура отмывочной жидкости, время отмывки. Также необходимо выбрать метод агитации раствора. Результаты экспериментов должны фиксироваться и сравниваться с предыдущими.

Внимание!

На качество отмывки существенное влияние оказывает время между процессами пайки и отмывки. Рекомендуемое время между процессами пайки и отмывки не должно превышать 8 ч (одна рабочая смена).

В нашем случае время между пайкой и отмывкой составляет 1–3 часа.

Эксперимент 1

Применение этилового спирта на стадии ополаскивания без изменения режимов отмывки не дало значительного улучшения результатов процесса отмывки.

Комментарии:

Эксперимент был проведен по просьбе заказчика. Результаты очевидны, так как этиловый спирт обладает очень низкой растворяющей способностью.

Эксперимент 2

Произведены изменения режимов отмывки печатных узлов «тип 1»:

- Отмывка:
 - отмывочная жидкость — ZESTRON FA+;
 - время отмывки — 8 мин;
 - агитация: 4 мин барботажа + 4 мин ультразвука;
 - температура отмывки 58 °C.

- Ополаскивание и сушка: режимы аналогичные, указанным выше.

Результаты отмывки печатных узлов «тип 1» неудовлетворительные.

Методы контроля качества отмывки:

- Визуальный контроль (стереомикроскоп VS8, увеличение 40x) — после отмывки и сушки горячим воздухом остатки флюса не обнаружены. При обдуве сжатым воздухом из под микросхемы в корпусе QFP извлечены небольшие остатки флюса.
- Тест на остатки активаторов Zestron Flux Test — изменения цвета не произошло, остатки активаторов отсутствуют.

Комментарии:

Остатки паяльной пасты RM92 удалены полностью. Небольшие остатки, обнаруженные под одной из микросхем, судя по внешнему виду, скорее всего, являются остатками флюса ФКСИ, неполностью удаленного на этапе ополаскивания. Качество отмывки неудовлетворительное, так как изделие будет подвергаться влагозащите.

Эксперимент 3

Произведены изменения режимов отмывки печатных узлов «тип 2»:

- Отмывка:
 - отмывочная жидкость — ZESTRON FA+;
 - время отмывки — 8 мин;
 - агитация — барботажа;

– температура отмывки 58 °C.

- Предварительное ополаскивание: этиловый спирт.
 - Финишное ополаскивание: этиловый спирт.
 - Сушка: ручная продувка сжатым воздухом (1–2 мин).
- Результаты отмывки печатных узлов «тип 2» неудовлетворительные.

Методы контроля качества отмывки:

- Визуальный контроль (стереомикроскоп VS8, увеличение 40x) — видимые неудаленные остатки флюса.
- Тест на остатки активаторов Zestron Flux Test — изменение остатков флюса на синий и голубой цвета (рис. 4), наличие ионогенных остатков активаторов.



Рис. 4. Остатки флюса, содержащие ионные загрязнения (окрашены голубым цветом)

Комментарии:

Увеличение времени привело к некоторому улучшению результатов отмывки, однако обеспечить полное удаление остатков флюса, включая ионогенные компоненты, не удалось.

Выводы:

1. Для улучшения результатов отмывки необходимо применение более эффективного агитирующего воздействия, то есть ультразвука.
2. Этиловый спирт не обеспечил лучших результатов ополаскивания по сравнению с деионизованной водой. Этиловый спирт является неполярным и гораздо хуже удаляет ионные компоненты по сравнению с деионизованной водой.

Эксперимент 4

Произведены изменения режимов отмывки печатных узлов «тип 1» и «тип 2»:

- Отмывка:
 - отмывочная жидкость — ZESTRON FA+;
 - время отмывки — 10 мин;
 - агитация: 5 мин барботажа + 5 мин ультразвука;
 - температура отмывки 58 °C.
- Предварительное ополаскивание:
 - среда ополаскивания — проточная водопроводная вода без подогрева;
 - время ополаскивания — 2 мин.
- Финишное ополаскивание:
 - среда ополаскивания — деионизованная вода (проводимость 0,1 мксм);
 - температура — комнатная (20–25 °C);
 - время ополаскивания — 6 мин.
- Сушка:
 - обдув горячим воздухом 70–80 °C (в установке UNICLEAN);
 - время сушки — 15 мин;
 - ручная продувка сжатым воздухом (1–2 мин).

Результаты отмывки печатных узлов:

- «тип 1» — хорошие.
 - «тип 2» — удовлетворительные.
- Методы контроля качества отмывки:
- Визуальный контроль (стереомикроскоп VS8, увеличение 40х).
 - Печатные узлы «тип 1» — остатки флюса не обнаружены.
 - Печатные узлы «тип 2» — на поверхности и вокруг паяных соединений обнаружены небольшие остатки флюса в виде белых разводов.
 - Тест на остатки активаторов Zestron Flux Test дал положительные результаты: остатки активаторов отсутствуют.

Комментарии:

Необходимые результаты достигнуты. Печатные узлы «тип 1» полностью отмыты и готовы к нанесению влагозащитного покрытия. Печатные узлы «тип 2» не подвергаются влагозащите и не имеют коррозионно-активных остатков.

Может возникнуть вопрос: почему на печатных узлах «тип 1» и «тип 2», отмывка которых проводилась одновременно, наблюдаются разные результаты? Причина кроется в химическом составе паяльных паст. Паяльная паста RM92, как и другие паяльные пасты фирмы Multicore Solders, содержит природную химически очищенную канифоль, а для корректировки реологических свойств в паяльную пасту добавляются компоненты на основе поверхностно-активных веществ. Подобные компоненты сравнительно легко удаляются в процессе отмывки.

Паяльная паста фирмы «X», кроме канифоли, содержит не менее 1% парафина, который добавляется для корректировки реологических

Таблица. Результаты испытаний паяльных паст фирмы Multicore Solders

Наименование паяльной пасты	Остатки флюсов оплавленных паяльных паст			
	VIGON			ZESTRON
	US	A200	SC202	FA+
Multicore RM92	+	+	+	+
Multicore RM89	+	+	+	+
Multicore RP15	+	+	+	+
Multicore MP200	0	+	+	+
Multicore CR36	0	+	0	+
Multicore MP100	0	+	+	+
Multicore CR32	0	+	0	+

Обозначения:

+ Легко удаляется при стандартных режимах отмывки.

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

– Удаление затруднено. Требуется оптимизация процесса отмывки и подбор соответствующей промывочной жидкости.

свойств. Как известно, парафин и воски тяжело удаляются в процессе отмывки (вспомните, как сложно отстирать пятно на одежде, оставленное каплей воска со свечи).

В связи с удовлетворенностью заказчика полученными результатами было принято решение прекратить эксперименты. Однако возможно дальнейшее улучшение качества отмывки.

Наши рекомендации по дальнейшему совершенствованию процесса:

Что можно сделать для того, чтобы полностью удалить остатки флюса на печатных узлах «тип 2»?

1. Увеличить время отмывки до 15 мин при использовании только ультразвуковой агитации. Ультразвук обеспечивает более быструю и эффективную очистку поверхности

по сравнению барботажем. Увеличить температуру отмывки (максимальная температура отмывки для Zestron FA+ составляет 60 °С). Однако увеличение времени отмывки и температуры неизбежно приведет к снижению производительности и увеличению стоимости процесса.

2. Заменить паяльную пасту фирмы «X» на материалы фирмы Multicore Solders, например паяльные пасты RM92, CR36 или MP200. Компания Zestron провела собственные испытания паяльных материалов фирмы Multicore Solders и гарантирует отмывку большинства паяльных паст и флюсов этой компании (результаты испытаний см. в таблице).

Выводы

Результаты экспериментов подтвердили, что:

1. время отмывки в сочетании с агитирующим воздействием определяют результаты процесса отмывки. Напомним, что в нашем случае оптимальное время отмывки — 10 мин, а агитирующее воздействие — 5 мин ультразвук + 5 мин барботажа;
2. состав паяльной пасты оказывает существенное влияние на возможность удаления остатков флюса после пайки. Наличие синтетических смол, парафина или воска в составе паяльных паст ряда производителей делает процесс отмывки более дорогим и сложным;
3. жидкий флюс ФКСП также оказывает негативное влияние на процесс отмывки, но вопрос совместимости жидких канифольных флюсов с другими материалами является очень емким и заслуживает рассмотрения в отдельной статье.