

# Возможна ли отмывка бесвинцовых и свинецсодержащих печатных узлов в едином процессе?

**Введение директив RoHS и WEEE, ограничивающих применение свинца и ряда других металлов при производстве электроники, привело к изменениям в технологическом процессе производства и повлекло за собой использование новых паяльных материалов.**

**Вячеслав Ковенский**

materials@ostec-smt.ru

Известно, что в большинстве случаев при отмывке остатков бесвинцовых паяльных материалов требуемое качество может быть достигнуто без существенных изменений в технологии при условии, что используются современные отмывочные жидкости — ZESTRON FA+, Vigon A250, Vigon US и др.

Однако открытым остается другой, не менее важный вопрос: существует ли опасность загрязнения бесвинцовых печатных узлов свинцом в результате отмывки печатных узлов со свинцом и без свинца в едином процессе? И вообще, возможна ли отмывка бесвинцовых и свинецсодержащих печатных узлов в едином процессе? Специалисты компании ZESTRON провели исследование отмывки печатных узлов со свинцом и без свинца в едином процессе и пришли к любопытным выводам.

## Теоретическая основа

Большинство существующих сегодня процессов отмывки печатных узлов основаны на применении щелочных растворов.

Существует предположение: свинец, содержащийся в традиционных паяных соединениях, в процессе отмывки может растворяться в отмывочной жидкости. При отмывке печатных узлов со свинцом и без свинца в едином процессе растворенный в отмывочной жидкости свинец может осаждаться на бесвинцовые печатные узлы и тем самым вызывать их загрязнение. И чем больше количество свинца, растворенного в отмывочной жидкости, тем существеннее может быть загрязнение.

Возможность и степень загрязнения свинцом бесвинцовых печатных узлов зависит от следующих факторов:

- растворимость свинца в отмывочной жидкости;
- температура отмывочной жидкости;
- значение pH отмывочной жидкости;
- время отмывки;
- концентрация примесей.

Рассмотрим вопросы: происходит ли загрязнение свинцом бесвинцовых печатных узлов во время отмывки и как вышеизложенные факторы могут влиять на процесс загрязнения?

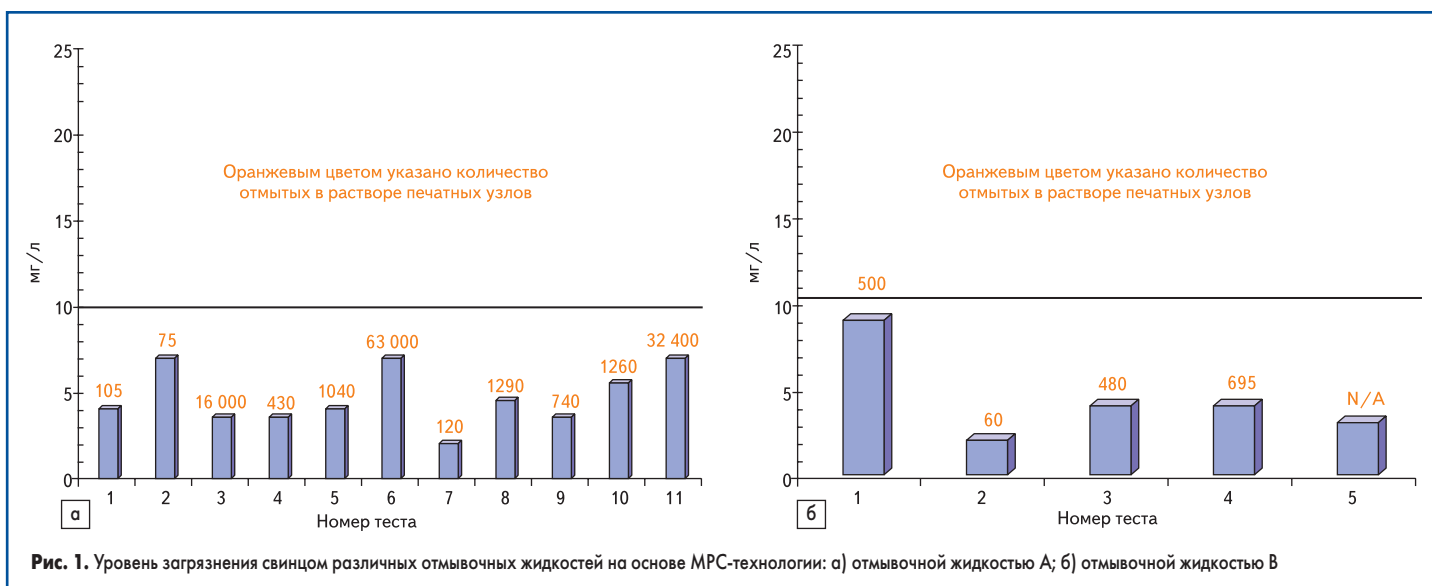


Рис. 1. Уровень загрязнения свинцом различных отмывочных жидкостей на основе MPC-технологии: а) отмывочной жидкостью А; б) отмывочной жидкостью В

### Исследование загрязнений рабочего раствора отмывочной жидкости свинцом

На первом этапе работы для определения типичного уровня загрязнений отмывочных жидкостей свинцом специалисты компании ZESTRON отобрали и проанализировали образцы рабочих растворов двух типов отмывочных жидкостей на основе MPC-технологии. Все образцы были взяты на различных действующих производствах (среди которых крупно- и мелкосерийные, многономенклатурные, выпускающие изделия специального назначения) и хорошо отражают реальную ситуацию.

В результате данного анализа удалось установить, что количество свинца, растворенного в отмывочной жидкости, не имеет линейной зависимости с количеством отмытых ранее в растворе печатных узлов (рис. 1). Максимальный уровень растворенного в жидкости свинца был всегда ниже 10 мг/л. Данное значение было зафиксировано и использовано как эталонное при последующих работах.

### Предварительное рентген-исследование печатных узлов

Для определения уровня содержания свинца в образцах печатных узлов до отмывки был проведен их предварительный анализ.

Потенциально возможные загрязнения определялись неразрушающим методом на основе рентгенофлуоресцентной технологии (XRF Technology).

Согласно требованиям директивы RoHS и WEEE допустимым количеством свинца в печатных узлах является 0,1% от веса. Установлены ограничения и относительно других вредных металлов, например кадмия (0,01%), ртути (0,1%) и т. д.

В нашем случае результат измерений содержания свинца на поверхности бессвинцовых печатных узлов до отмывки варьировался от 0,0 до 0,3 мг/см<sup>2</sup>, что соответствует требованиям RoHS и WEEE. В свою очередь, результаты измерений свинецосодержащих печатных плат показали от 3,0 до 5,0 мг/см<sup>2</sup>.

Два дополнительных образца (бессвинцовый и свинецосодержащий) были проанализированы специально разработанным RoHS тестовым методом. На рис. 2 приведен спектр, полученный в результате данного теста, он отражает состав каждого образца.

Результат исследования показал, что используемые при опыте бессвинцовые печатные узлы до отмывки полностью отвечали требованиям RoHS и WEEE.

### Лабораторный анализ загрязнения печатных узлов свинцом из рабочего раствора

На данном этапе следовало определить, происходит ли загрязнение бессвинцовых печатных узлов свинцом из рабочего раствора MPC-жидкостей во время отмывки, и какие факторы влияют на возможность или скорость

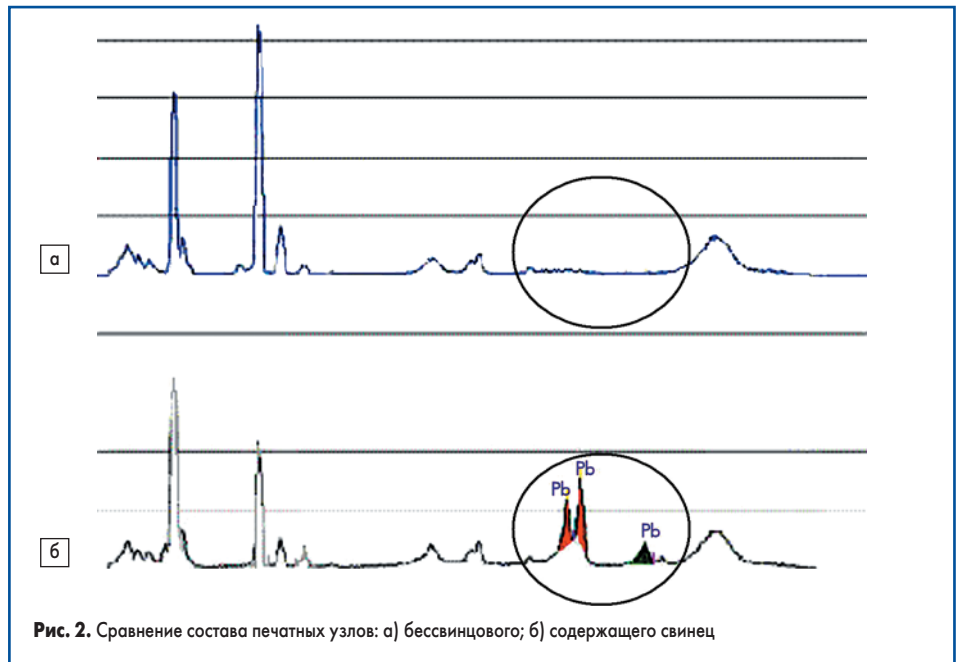


Рис. 2. Сравнение состава печатных узлов: а) бессвинцового; б) содержащего свинец

осаждения свинца из рабочего раствора отмывочной жидкости.

Для решения задачи были подготовлены растворы жидкостей на основе MPC-технологии с различным количеством свинца (50 и 100 мг/л). В процессе опыта варьировались стандартные параметры процесса отмывки.

Для получения статистики распределения возможных загрязнений поверхность печатных узлов была условно разделена на три части: верхняя (В), средняя (С) и нижняя (Н). Результаты рентген-исследования приведены на рис. 3:

#### Опыт 1:

- Концентрация отмывочной жидкости — 15%.
- Содержание солей свинца — 50 мг/л.
- Время отмывки — 5 минут.
- Температура — комнатная.

**Примечание 1.** В данном случае после отмывки бессвинцовые печатные узлы соответствуют требованиям директив RoHS и WEEE.

#### Опыт 2:

- Концентрация отмывочной жидкости — 15%.
- Содержание солей свинца — 100 мг/л.
- Время отмывки — 5 минут.

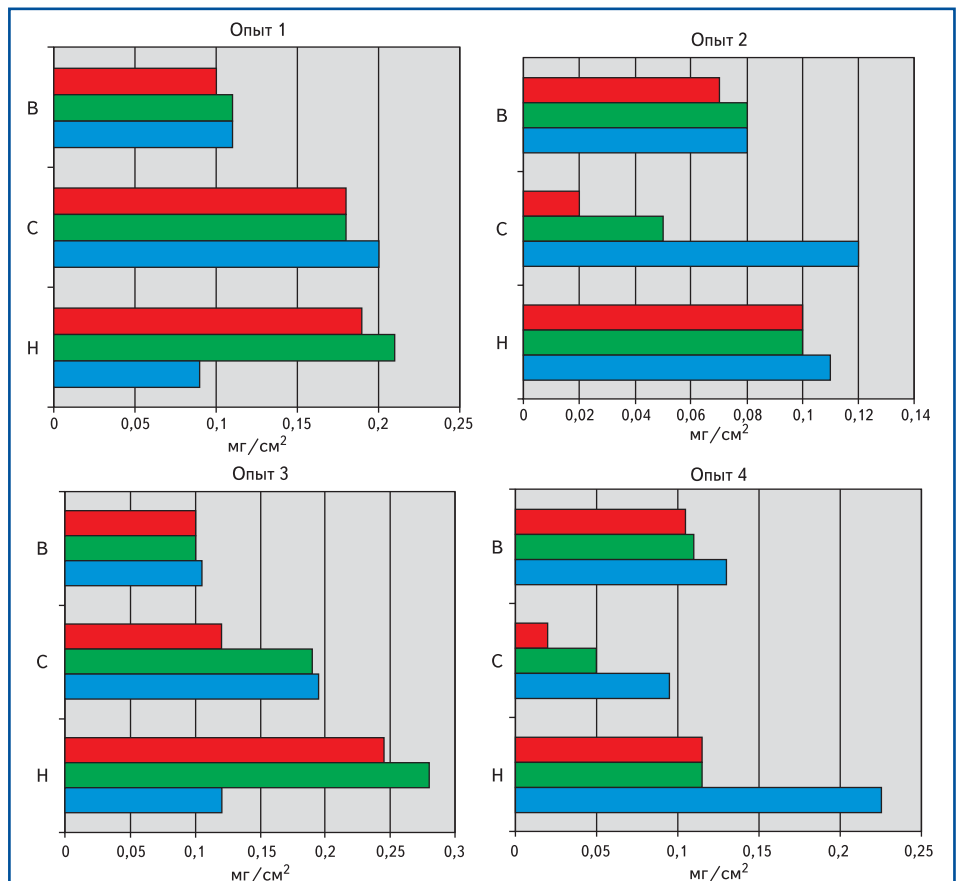


Рис. 3. Результаты рентген-исследования: ■ содержание свинца на образце; ■ содержание свинца после 1 цикла ополаскивания; ■ содержание свинца после 2 циклов ополаскивания

- Температура — комнатная.

**Примечание 2.** Увеличение количества солей свинца в растворе отмывочной жидкости не привело к существенным изменениям количества осажденного свинца. Печатные узлы соответствуют требованиям директив RoHS и WEEE.

**Опыт 3:**

- Концентрация отмывочной жидкости — 15%.
- Содержание солей свинца — 50 мг/л.
- Время отмывки — 5 минут.
- Температура — 50 °С.

**Примечание 3.** Увеличение температуры отмывки до 50 °С не привело к значительным изменениям количества осажденного свинца. Печатные узлы соответствуют требованиям директив RoHS и WEEE.

**Опыт 4:**

- Концентрация отмывочной жидкости — 15%.
- Содержание солей свинца — 50 мг/л.
- Время отмывки — 5 минут.
- Температура — 65 °С.

**Примечание 4.** Увеличение температуры отмывки до 65 °С не привело к значительным изменениям количества осажденного свинца. Печатные узлы соответствуют требованиям директив RoHS и WEEE.

Таким образом, исследования показали, что после отмывки даже при достаточно жестких параметрах процесса содержание свинца на бессвинцовых печатных узлах не превышало 0,3 мг/см<sup>2</sup>, что соответствует требованиям директив RoHS и WEEE. Дополнительный цикл ополаскивания не привел к значительным изменениям количества свинца.

Лабораторный анализ не выявил недопустимых загрязнений бессвинцовых печатных узлов свинцом из рабочего раствора жидкости на основе MPC-технологии.

**Воспроизведение отмывки печатных узлов со свинцом и без свинца в едином процессе**

Эксперимент проводился в стандартной установке струйной отмывки при концентрации рабочего раствора MPC-жидкости 15%. Для до-

**Таблица.** Степень загрязнения свинцом бессвинцовых печатных узлов после отмывки

№ опыта	Температура, °С	Время отмывки, с	Содержание свинца, мг/см <sup>2</sup>		
			Верхняя часть	Средняя часть	Нижняя часть
1	50	120	0	0,180	0
2	50	260	0,115	0	0
3	60	120	0,212	0,124	0,115
4	60	260	0	0,196	0,098
5	70	120	0,94	0,108	0,202
6	70	260	0,205	0,120	0

стижения типового значения содержания свинца в растворе предварительно были отмыты пятьсот свинецосодержащих печатных узлов, что позволило обеспечить содержание свинца в растворе 6,3 мг/л.

Отмывка бессвинцовых печатных узлов проводилась в загрязненном свинцом растворе при разных температурах и длительности. Наличие свинца на печатных узлах после отмывки определялось рентгенофлуоресцентным методом. Так же, как и на предыдущем этапе, измерения проводились на однородных областях тестируемых печатных узлов, а данные объединены в три группы. Результаты эксперимента приведены в таблице.

В нашем случае отмывка печатных узлов со свинцом и без свинца в едином процессе не привела к нарушению требований нормативных документов RoHS и WEEE.

**Подведение итогов**

Работа включала в себя ряд независимых исследований. Каждый из этапов проделанной работы очень важен и позволяет лучше понять возможность организации единого процесса отмывки печатных узлов со свинцом и без свинца.

Следует отметить, что результат данного эксперимента применим только для производств, использующих отмывочные жидкости на основе MPC-технологии, примером которых являются Vigon A250, Vigon A300, Vigon US. Дело в том, что растворимость свинца в отмывочной жидкости определяется, в том чис-

ле, и типом жидкости. Например, традиционные отмывочные жидкости на основе ПАВ (поверхностно-активные вещества) с высоким значением pH могут растворять большее количество свинца, а значит, вероятность загрязнения бессвинцовых печатных узлов при едином процессе отмывки с использованием ПАВ может быть выше.

В нашем случае результат показал, что отмывка бессвинцовых и свинецосодержащих печатных узлов в едином процессе с применением отмывочных жидкостей на основе MPC-технологии возможна. Даже после отмывки в жестких условиях (повышенная температура, увеличенное время) печатные узлы не содержат загрязнений свинца в количестве, превышающем оговоренный директивами RoHS и WEEE уровень 0,1%.

**Заключение**

Если обратиться к опыту прошлых лет [1] и учесть результат настоящей работы, можно с уверенностью сказать, что использование эффективных процессов отмывки с применением современного оборудования и отмывочных жидкостей компании ZESTRON на основе MPC-технологии (Vigon A250, Vigon A300, Vigon US) позволяет:

- обеспечить высокое качество отмывки остатков большинства паяльных материалов, в том числе и бессвинцовых;
- организовать отмывку бессвинцовых и свинецосодержащих печатных узлов в едином процессе.

Таким образом, решения компании ZESTRON в очередной раз подтверждают свою эффективность и применимость к различным задачам. Они сохраняют свою актуальность как для свинецосодержащей, так и бессвинцовой технологии производства.

**Литература**

1. Отмывка после пайки бессвинцовыми материалами. Есть ли проблемы? // Поверхностный монтаж. 2006. № 2.