



## КАК ПРОМЫВОЧНЫЕ ЖИДКОСТИ ВЛИЯЮТ НА СЕБЕСТОИМОСТЬ ОТМЫВКИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ. ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫСТУПЛЕНИЯ НА СИМПОЗИУМЕ АСОЛД-2010

Вячеслав Ковенский

materials@ostec-group.ru

Olaf Schoenfeld

o.schoenfeld@zestron.com

**В**се большее количество электронных устройств потребительского назначения предполагают обязательную отмывку после пайки. Для производителей электроники такого класса минимизация затрат имеет особое значение в связи с невысокой стоимостью продукции. Ключевым критерием для данной группы производств должно стать обеспечение требуемого качества чистоты поверхности при условии минимизации затрат, относимых на отмывку единицы продукции. В статье представлен обзор возможностей по повышению эффективности процессов отмывки на протяжении всего сборочного цикла



Как было неоднократно рассмотрено и подтверждено на практике, низкая цена промывочной жидкости часто может приводить лишь к повышению себестоимости процесса отмывки (статья «Как сэкономить деньги при отмывке электроники?», бюллетень «Поверхностный монтаж» № 10, октябрь 2004). Таким образом, поиск дешевых материалов может привести в тупик.

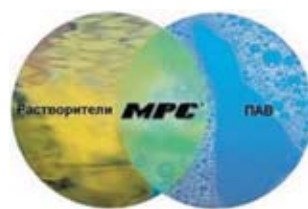
Одним из наиболее доступных и эффективных методов минимизации себестоимости процесса отмывки является уменьшение расхода промывочной жидкости. Расход жидкости может быть уменьшен за счет двух основных факторов:

- продолжительность срока жизни промывочной жидкости, в течение которого сохраняется высокая эффективность отмывки;
- расход промывочной жидкости, обусловленный спецификой внедренного технологического процесса и оборудования.

### ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ

Сегодня для отмывки печатных узлов, трафаретов и оборудования применяются три вида промывочных жидкостей: растворители (подобные спирту), химикаты на основе поверхностно-активных веществ (схожих со слабыми мыльными растворами) и многофазные

реагенты на основе технологии MPC® (запатентованная разработка компании Zestron). Уникальной особенностью материалов на основе MPC® технологии является сочетание преимуществ традиционных растворителей и поверхностно активных веществ (ПАВ) и исключение их недостатков.



Ключевое преимущество промывочных жидкостей на основе технологии MPC® заключается в том, что микрофазы (активные компоненты промывочной жидкости) связывают загрязнение и удаляют их с поверхности печатных узлов, но при этом обе-

спечивают последующее расщепление с загрязнением на границе раздела двух фаз раствора. В результате образуется осадок, который легко удалить из раствора при помощи фильтрации.

Таким образом, промывочная жидкость может использоваться многократно, что позволяет серьезно продлить срок службы ванны (в 2-6 раз!) по сравнению с очисткой поверхностно-активными веществами или изопропиловым спиртом. Это является одним из мощнейших факторов минимизации общей стоимости затрат.

### МИНИМАЛЬНАЯ ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ ЗАТРАТ: ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА

Факторами, существенно влияющими на стоимость процесса отмывки, также являются инвестиции в оборудование и затраты на сопутствующие процессы (например, получение деионизированной

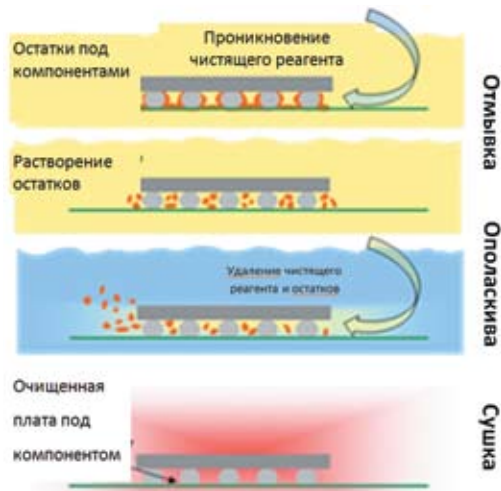


Рис. 1 Типовой процесс отмывки

воды). К общим эксплуатационным издержкам также относятся затраты на техническое обслуживание и экологические затраты (в данном случае – затраты на утилизацию промывочной жидкости). Для достижения минимальной общей стоимости важно понять, что это возможно только через оптимизацию взаимодействия всех компонентов процесса: промывочной жидкости, оборудования, системы подачи деионизированной воды и усовершенствованное управление процессом. Цель – получить стабильный действующий процесс при минимальных издержках. Существенное значение имеет расход промывочной жидкости на цикл.

На рис. 1 показан типовой процесс отмывки печатных узлов. Обычно процесс состоит из трех шагов (подпроцессов): отмывка, ополаскивание и сушка. Продолжительность всех подпроцессов формирует длительность основного процесса или длительность цикла. Широкое распространение сегодня получило оборудование, в котором очистка, промывка и сушка выполняются в одной и той же камере. Пример такого решения показан на рис. 2. Красные круги обозначают область возможного высокого расхода промывочной жидкости вследствие потерь, вызванных мертвым пространством форсуночной стойки, насосов, трубопровода. Согласно тестам, проведенным в техническом центре компании Zestron, такие потери могут колебаться в диапазоне между 180 и 700 мл на цикл при равных условиях в зависимости от типа машины. Таким образом, тип машины будет во многом влиять на расход отмывочной жидкости и себестоимость процесса. Этим важно руководствоваться, выбирая оборудование.

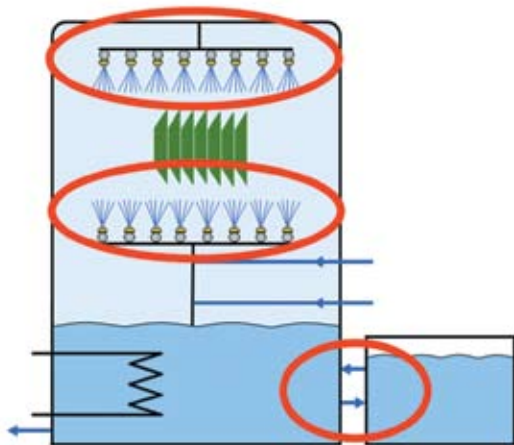


Рис. 2 Система отмывки, ополаскивания и сушки печатных плат в одной камере

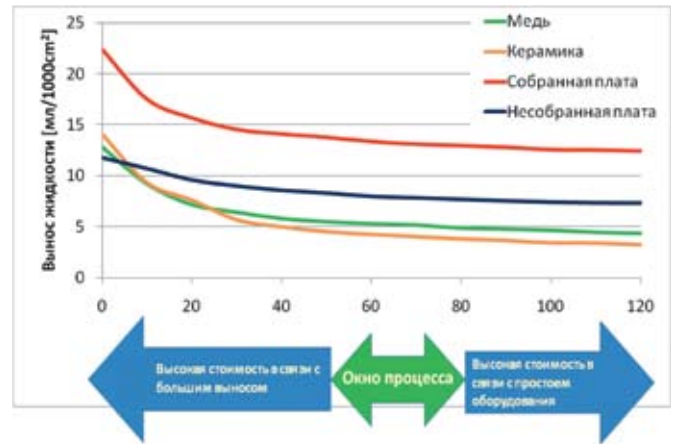


Рис. 3 Влияние времени стекания жидкости на стоимость процесса

Расход жидкости также зависит от выноса отмывочной жидкости при ополаскивании. Вынос при ополаскивании, в свою очередь, зависит от используемых промывочных жидкостей, конструкции плат, плотности монтажа, типа электронных компонентов, а также от времени стекания промывочной жидкости после основного цикла отмывки. Важно, что временем стекания промывочной жидкости можно оперативно управлять! Многие эксперименты, проведенные в компании Zestron, показали, что раствор промывочной жидкости, оставшийся на печатной плате, сохраняется еще 60-90 секунд, и его объем варьируется от 120 мл/м<sup>2</sup> до 35 мл/м<sup>2</sup> в зависимости от конструкции печатных узлов. Взаимосвязь между временем стекания промывочной жидкости и его влиянием на стоимость процесса отмывки приведена на рис. 3. Третьим уровнем снижения издержек является выбор оптимального способа подачи деионизированной воды. Существует два основных метода подготовки воды: очистка воды при помощи ионообменных смол и обратный осмос. Здесь основным правилом является следующее: начиная с расхода в 2000 литров деионизированной воды в день, эксплуатация ионообменников становится более затратной. В то же время, метод обратного осмоса требует более высоких капитальных затрат на начальном этапе. На рис. 4 показаны доли затрат в типовом процессе отмывки при использовании технологии MPC®. Таким образом, снижения издержек можно добиться несколькими путями, дополняющими друг друга:

- применением эффективной отмывочной жидкости с долгим сроком жизни;
- применением эффективного оборудования с минимальными потерями раствора;
- оптимизацией времени стекания отмывочной жидкости для плат разного типа;
- применением наименее затратного метода подачи деионизированной воды.

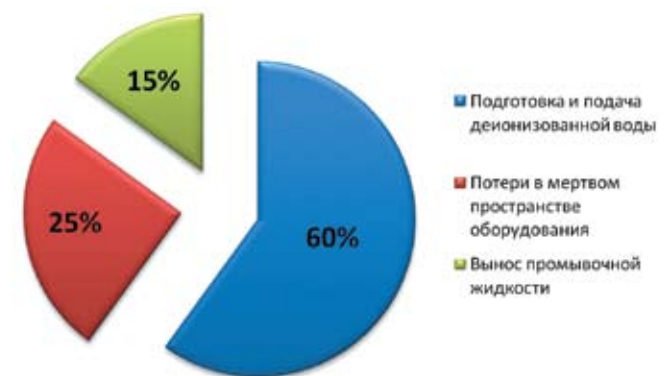


Рис. 4 Доли затрат в типовом процессе отмывки при использовании технологии MPC®



## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ТРАФАРЕТОВ

При нанесении паяльной пасты методом трафаретной печати происходит постепенное загрязнение трафарета. Для обеспечения стабильно высокого качества трафаретной печати важно обеспечить своевременную очистку трафарета. Некачественная или редкая очистка трафарета может отрицательно сказаться на последующих оттисках, в результате чего может быть получен недостаток или избыток пасты, могут появиться перемычки, непропаи или шарики припоя.

Различают два основных этапа очистки трафаретов:

1. Очистка трафарета с нижней стороны непосредственно в процессе трафаретной печати (статья «Вы все еще используете спирт для протирки трафаретов?», Поверхностный монтаж № 1-2, январь-февраль 2007).
2. Полная очистка трафарета (выполняется перед длительными промежутками в процессе трафаретной печати). Различают ручной и автоматизированный метод очистки.

Рассмотрим полную очистку трафаретов, так как очистка трафарета с нижней стороны достаточно подробно рассмотрена в статье «Вы все еще используете спирт для протирки трафаретов?». На большинстве отечественных предприятий эта операция выполняется вручную, чаще всего с применением традиционного для наших предприятий изопропилового спирта. Отдельный аспект, на котором мы в статье останавливаться не будем – это недостаточное внимание отечественных предприятий к данной операции, что часто приводит к дефектам, которых можно было бы избежать!

На рис. 7 показаны возможные негативные последствия ручной очистки трафарета. Трафареты могут быть повреждены в результате избыточного давления при очистке или использовании неправильных инструментов и материалов.

В современных условиях минимизации размеров апертур, увеличения их плотности на трафарете и утонения трафаретов только автоматизированная очистка трафаретов может повысить надежность и

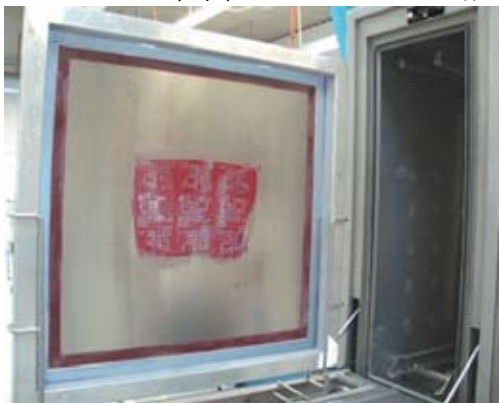


Рис. 5 Автоматизированная очистка трафарета

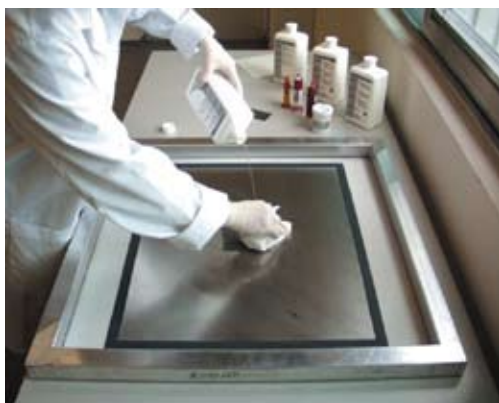


Рис. 6 Ручная очистка трафарета

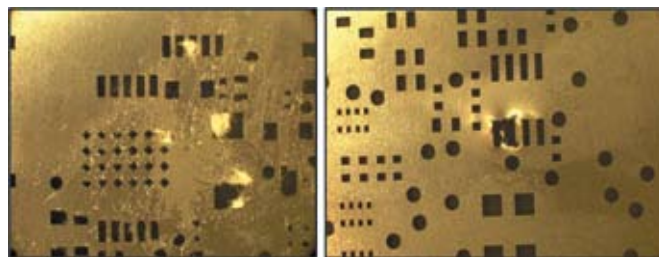


Рис. 7 а) Остатки ветоши в отверстиях б) Механические повреждения

качество данной технологической операции. Современное оборудование для очистки трафаретов позволяет добиваться не только высокой чистоты трафаретов (в том числе и с мелкими апертурами), но и минимизировать расход промывочной жидкости, исключить повреждение трафаретов, минимизировать выброс летучих реагентов и, что самое главное, существенно повысить качество поверхностного монтажа. Расчет издержек показывает, что время амортизации оборудования для очистки трафаретов составляет 1-3 года в зависимости от объема производства и частоты смены трафаретов.

Огромным преимуществом также является применение специальных отмывочных жидкостей для очистки трафаретов, например, Vigon SC200 и Vigon SC202 (технология MPC®). За счет высокой продолжительности жизни раствора в ванне, высоких моющих способностей раствора, хорошей совместимости с материалами трафаретов (нержавеющая сталь и специальные полимеры для рамочных трафаретов) жидкости Vigon SC200 и Vigon SC202 являются одними из лучших в своем классе. Несложные расчеты показывают, что с точки зрения стоимости процесса в расчете на один трафарет, текущие затраты на процесс с применением Vigon SC200 и Vigon SC202 ниже, чем при применении даже изопропилового спирта.

	Изопропиловый спирт	VIGON®
Срок службы ванны (250 трафаретов/неделя)	~ 2 недели	~ 11 недель
Стоимость 1 литра	1 единица	~ 5 единиц
Затраты на ванну 100 литров	100 единиц	~ 500 единиц
Всего затрат в год (52 недели)	2600 единиц	2400 единиц
Расход чистящего средства (~ 0,2 единицы/литр)	520 единиц	100 единиц
Затраты на замену ванны (1 час на замену ванны = 1 единица)	26 единиц	5 единиц
Всего затрат на один год и на 13000 очищенных трафаретов	3146 единиц	2521 единица
Затраты на очищенный трафарет	0,24 единицы	0,19 единицы

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены основные участки, в которых возможно повышение эффективности процесса и минимизация затрат. Оптимизация процесса – это вопрос комплексный, поэтому и эффективное оптимизирующее решение можно найти, если гармонично отрегулировать все составляющие процесса. Для каждого производства оптимизирующее решение будет уникальным, так как оно должно опираться на статистику процесса по ключевым параметрам, особенности производимой продукции, тип применяемых материалов и имеющегося в распоряжении оборудования. Одинаковым для всех предприятий будет только факт наличия возможностей в области повышения эффективности и конкурентоспособности за счет оптимизации каждого процесса и каждой операции. Начните сегодня, просто обратившись в ЗАО Предприятие Остек и обозначив любую задачу в области отмывки. Мы обязательно найдем решение! ■■