

К ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОМУ ПРОИЗВОДСТВУ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

Давление на индустрию печатных плат и узлов по использованию более экологически чистых процессов приводит к разработке новых материалов и технологических процессов. В результате производство использует меньше опасных материалов и минимизирует отходы. При этом электронная промышленность продолжает неумолимое движение к созданию более сложной продукции.

Сегодня совершенно очевидна необходимость работы промышленности экологически рациональным способом с минимальным воздействием на людей и окружающую среду. Особенно это относится к индустрии печатных плат (ПП), где некоторые материалы, традиционно используемые в производстве, весьма нежелательны с экологической точки зрения, и продолжающееся их применение подвергается запрету законодательствами. С ограничением использования специфических материалов связано также давление на промышленность генерировать меньше отходов и по возможности проводить их очистку.

Тенденция к бессвинцовой сборке обуславливает не только изменение используемых припоев, но также материалов ПП и технологических процессов. Выбор материалов правилен, если он соответствует экологическим требованиям и не наносит ущерба выходу годных и надежности продукции. Новые процессы используют меньше расходных материалов и производят меньше отходов.

МАТЕРИАЛЫ

Новые и появляющиеся законодательства устанавливают существенные требования к поставщикам ламинатов и изготовителям печатных узлов. Во-первых, тенденция к бессвинцовой сборке означает, что фирмы-сборщики теперь применяют припои с температурой плавления выше, чем у традици-

онных оловянно-свинцовых сплавов. А это может очень сильно влиять на выбор ламинатов для конкретного типа ПП.

Другая важная проблема для изготовителей ПП заключается в том, способен ли используемый ламинат выдерживать повышенную температуру пайки. Это особенно важно для крупных толстых ПП с размещенными на них компонентами, для которых требуются несколько циклов пайки. Основное правило говорит – чем выше качество ламината, тем более вероятно, что он выдержит множество циклов бессвинцовой пайки.

Одна из проблем, связанных с бессвинцовой технологией, вызвана дополнительным расширением ПП по оси Z при росте температуры пайки. Это может вызвать разрушение сквозных металлизированных отверстий (СМО), например растрескивание покрытий их стенок. Для снижения эффекта от напряжения в стенках СМО необходимо уменьшить общее тепловое расширение и различие между расширением ламината и медных покрытий. Это можно сделать выбором ламинатов с высокой температурой стеклования T_g . Однако, хотя этот способ, без сомнения, помогает, всегда существуют другие факторы, которые также следует принимать во внимание. Например, ламинаты, содержащие новые отвердители и разработанные для бессвинцовой технологии, могут вызвать изменения в процессах металлизации СМО. Из-за более высокой плотности сшивания таких полимеров для достижения

высокой надежности СМО возникнет потребность в модификации обезжиривания стенок после сверления и процессов обработки их текстуры.

Хотя традиционные огнестойкие ламинаты, такие как FR-4, использующие бромированную смолу на основе тетрабромбифенола А, не подвергаются действию директивы RoHS, нарастает нежелание применять галогенированные материалы и желание использовать безгалогенные и, следовательно, безбромные материалы. Эта тенденция возникла в результате рассмотрения стойкости бромсодержащих образцов в условиях окружающей среды и их способность наносить вред здоровью человека.

Таким образом, изготовители ламинатов разрабатывают альтернативные безгалогенные ламинаты и сейчас появилось множество новых коммерчески пригодных материалов. К ним относятся новые классы огнестойких материалов, основанных на фосфоре. Интересно, что изменение отвердителей и огнестойких систем влияет на температурную устойчивость ламинатов. При замене дициандиамида на фенопласт (например, новолак) в материале происходит изменение в структуре сшивания отвержденной смолы и, следовательно, последующих рабочих параметров.

Еще одна область, где могут быть проблемы для изготовителей ПП, это добавление по халатности запрещенных материалов в осаждаемый металл из электролита во время технологического процесса изготовления ПП. Такие металлы, как свинец и ртуть, иногда используются в качестве стабилизаторов в процессах металлизации, хотя обычно при очень низком уровне. Однако при определенных условиях они могут быть осаждены в металлических пленках при уровнях, превышающих максимальную концентрацию, допустимую директивой RoHS.

При переходе к бессвинцовой технологии более невозможно использовать для финишного покрытия широко распространенное горячее облуживание оловянно-свинцовым припоем. Для этого следует выбирать другие планарные паяемые финишные покрытия. Наиболее распространены иммерсионное оловянирование, иммерсионное золочение с никелем, органическое покрытие (OSP) и иммерсионное серебрение. Каждый из этих способов уже укоренился, но следует отметить, что все они при определенных обстоятельствах вызывают проблемы. Например, при иммерсионном оловянировании образуются усики, ведущие к снижению надежности. Кроме того, процесс осаждения олова использует тиомочевину, которая становится непопулярной. Аналогично покрытие никель-золото, обеспечивая отличную паяемость, имеет дефекты, известные как черные площадки, которые вызывают проблемы надежности при обслуживании. OSP представляет очень простую и привлекательную альтернати-

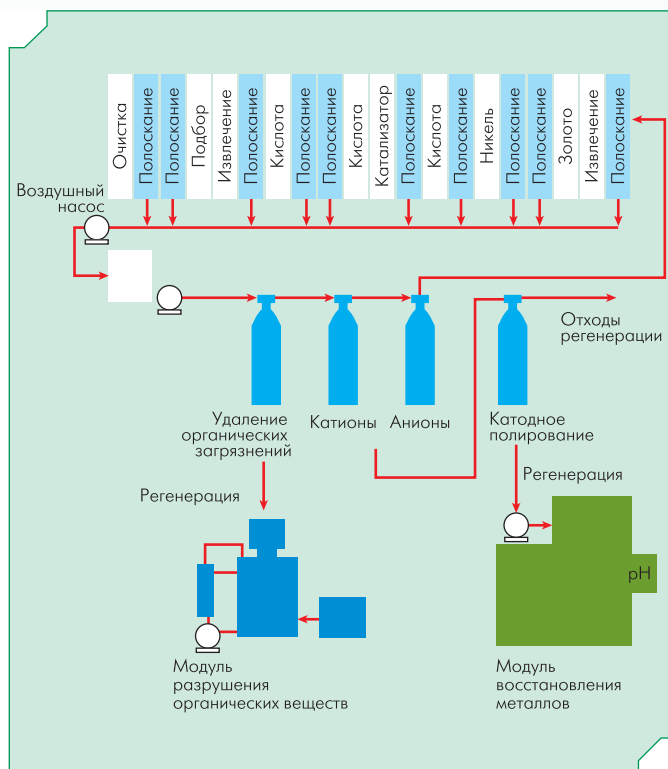


Рис.1 Интегрированный метод удаления загрязнений и регенерации адсорбентов



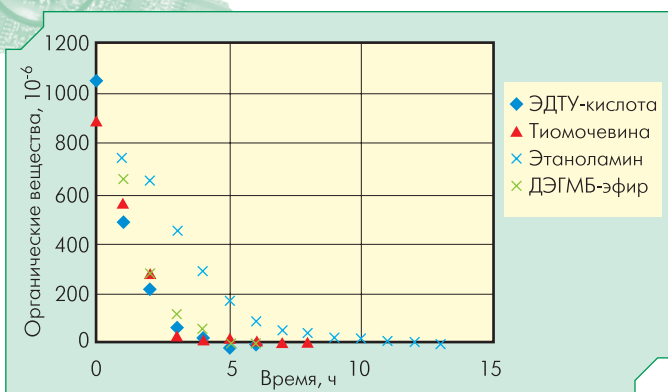


Рис. 2 Разрушение органических соединений путем усовершенствованного окисления

ву горячему облуживанию, но зависит от своей химической композиции и может не выдержать многократные циклы пайки без снижения паяемости. Кроме того, найдено, что OSP обеспечивает плохую смачиваемость бессвинцовыми припоями. Несмотря на эти проблемы, перечисленные покрытия составляют жизнеспособную альтернативу традиционному горячему облуживанию, если они применяются рекомендуемым способом.

НУЛЕВОЙ СТОК ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Недавно в Великобритании был разработан и осуществлен проект нулевого стока загрязняющих веществ для производства ПП. В нем минимизирован унос химикатов в промышленную воду, а также использованы новые методы захвата и регенерации для удаления металлов, анионов и органических загрязнений. В результате обеспечивается рециркуляция воды и снижается ее потребление.

Для извлечения металлов из промывочной воды используется ионный обмен, а по насыщению адсорбирующая смола проходит регенерацию для дальнейшего использования. Регенерационный раствор, содержащий концентрированные ионы металлов, затем обрабатывается в электрохимической ванне для восстановления металлов. Это создает свободный от металлов регенерационный раствор, который затем в безопасных условиях сливается.

Для захвата и концентрации органических загрязнений в промывочной воде также были применены вариации ионного обмена с адсорбирующей смолой, которая снова проходила регенерацию для дальнейшего использования. В данном случае регенерационный раствор переносился к линии усовершенствованного окисления, где органические вещества разрушались. Свободный от органических веществ регенерационный раствор затем без опаски сливается. Рассмотренный интегрированный метод схематически показан на рис.1.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Для очистки сточных вод, содержащих ионы металлов, пригоден целый ряд утвержденных методов, среди которых электроосаждение, выпадение осадка, ионный обмен, ад-

сорбция и обратный осмос. Наиболее предпочтителен метод электроосаждения, который восстанавливает основные металлы непосредственно из водных растворов с широким диапазоном концентрации металлических ионов. Во многих случаях осажденный металл может быть затем возвращен на повторную переработку.

При испытаниях опытного завода по разработанному проекту демонстрировалось электрохимическое извлечение меди и никеля из регенерационного раствора. В одном из экспериментов объект, содержащий медь (2 г/л) и никель (5,5 г/л), подвергался очистке в восстановительной системе при токе 10 А. Уровень содержания меди был снижен за два часа до 20 мг/л, а никель за то же время не был выделен. Это, вероятно, объясняется более подходящими для осаждения меди условиями: регенерационный раствор был сильно кислотный. Хорошо известно, что для осаждения никеля предпочтительнее условия при значении pH от 3 до 4.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЕ ОКИСЛЕНИЕ

Многие процессы, используемые в производстве ПП, включают органические вещества, которые, будучи неотъемлемой их частью, нежелательны с точки зрения очистки сточных вод и отходов. Некоторые из этих органических веществ могут задерживать ионы металлов, в то время как другие потенциально вредны для окружающей среды и должны быть удалены до того, как начнется очистка и слив сточных вод. В частности, хелатные добавки из-за их сложных ионов тяжелых металлов и низкой способности к биологическому разложению делают несовместимыми проблемы очистки сточных вод, снижения уровня металлов и рециркуляции воды.

Усовершенствованные методы окисления основаны на использовании озона и/или перекиси водорода в сочетании с УФ-облучением. В случае УФ-облучения и озона поток озонированного газа вводится в водную среду. УФ-излучение с длиной волны 254 нм поглощается озоном, и в результате образуются химически активные гидроксильные радикалы (ОН). Эти радикалы, мощные окислительные агенты, превращают все органические соединения в диоксид углерода, воду и аналогичные вещества. Скорость окисления с помощью гидроксильных радикалов значительно выше, чем получаемая с помощью обычных оксидантов, таких как озон, перекись водорода и гипохлорит.

В данном проекте для разрушения органических веществ применяется основанная на УФ-облучении и озоне система усовершенствованного окисления. Органические вещества концентрируются на специальных регенерируемых смолах, и затем используется усовершенствованное окисление для разрушения органических веществ в регенерационных растворах. На рис.2 приведены лабораторные данные разрушения химических веществ, обычно имеющихся в производстве ПП.

Дополнительное преимущество данного метода заключается в том, что очищенный регенерационный раствор можно слить наружу без необходимости дальнейшей очистки отходов или растворов.

ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

По проекту рассмотрена интеграция и дальнейшая разработка технологии и создано полноразмерное экспериментальное оборудование, которое оценено в реальных производственных условиях. На одном из заводов Великобритании по производству ПП создано и установлено на линии химического осаждения никеля и иммерсионного золочения (ENIG) оборудование минимизации стока, сбора и очистки загрязнений и рециркуляции воды (рис.3).

Восстановление низких уровней металлов, таких как медь и никель, связанных с удалением органических веществ из отходов от процессов химического осаждения никеля и иммерсионного золочения, демонстрировалось в условиях лаборатории и эксплуатации.

Благодаря сочетанию удаления органических веществ с наличием модулей катионов, анионов и хелатных соединений поддерживается замкнутая линия промывочной воды высокой чистоты и качества деионизованной воды. Электро-



Рис.3 Линия ENIG

химическая ванна и установка усовершенствованного окисления интегрированы в систему полного управления очисткой воды и экологическими процессами. Лабораторные испытания показали, что поддерживается проводимость промывочной воды менее 10 мкСм/см. При эксплуатационных испытаниях проводимость поддерживалась на уровне менее 50 мкСм/см в течение месяца без всякого влияния на качество продукции. □