

Продолжение. Начало в № 6'2004

# Отмывка печатных узлов

## Часть II. Рекомендации по выбору процесса отмывки

**Повышение сложности изделий, уменьшение расстояний под корпусами компонентов до 50–100 мкм, применение сложных компонентов (BGA, µBGA, CSP) и сверхмалых корпусов чип-компонентов (0402, 0201) диктуют новые требования к процессу отмывки. Требуется очень тщательный подбор технологических режимов, оборудования и материалов.**

Алексей Ефремов

info@ostec-smt.ru

Почему в современных условиях производства используются специальные, зачастую дорогостоящие промывочные жидкости и водные процессы отмывки? Ответ прост: применение простейших традиционных растворителей не дает желаемого результата отмывки. После процесса пайки на поверхности печатных узлов остается значительное количество различных загрязнений, например, хлорид натрия, остающийся от отпечатков пальцев, легко растворяется в воде и практически не растворяется в этиловом спирте. Другой пример: повсеместный продукт реакции галогеносодержащих флюсов и паяных соединений — хлориды олова — хорошо растворяются в воде, медленно в спирте и не растворяются во фторированных растворителях. Этиловый спирт имеет слабую растворяющую способность современных флюсов с низким содержанием твердых веществ. Поэтому наиболее эффективные результаты отмывки достигаются в комбинации промывочная жидкость + вода.

Процесс отмывки состоит из трех основных стадий (рис. 1):

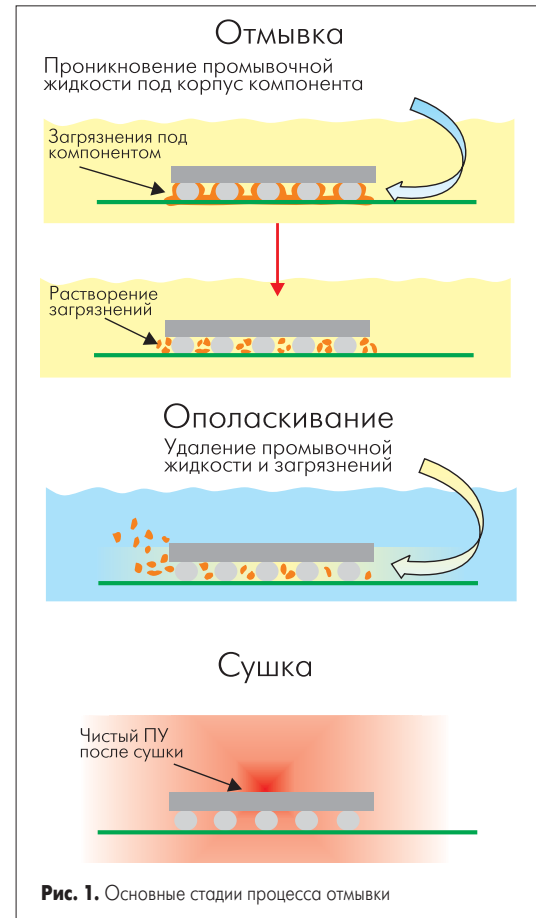
- отмывка в моющем растворе;
- ополаскивание;
- сушка.

Несоблюдение технологических режимов на любой из трех стадий процесса отмывки может привести к низкому качеству отмывки в целом и непредсказуемым результатам в процессе эксплуатации аппаратуры.

*Существует правило:* если нельзя провести качественную отмывку печатных узлов, то ее не следует проводить вообще.

### Стадия отмывки

На этапе отмывки происходит растворение и удаление остатков флюса и других загрязнений с поверхности печатных узлов. Отмывку канифольных флюсов и флюсов с низким содержанием твердых веществ необходимо проводить с применением специальных моющих средств.



Для улучшения качества отмывки рекомендуется применять агитацию моющего раствора, например, с помощью ультразвука (рис. 2а), барботажа (рис. 2б), центрифугирования, струйной отмывки под высоким давлением и т. д. Для более эффективного растворения загрязнений под низкопрофильными корпусами компонентов рекомендуется увеличить температуру моющего раствора до 40–60 °С (в соответствии со спецификацией на промывочную жидкость) для уменьшения вязкости моющего



Рис. 2

а)

б)

раствора и лучшего проникновения под корпуса компонентов.

Один из наиболее распространенных методов отмывки — с помощью ультразвука; кроме того, отмывка в ультразвуке обеспечивает более быстрое растворение поверхностных загрязнений по сравнению с другими методами агитационных воздействий. При выборе оптимального процесса ультразвуковой отмывки возникает вопрос: какова должна быть мощность или частота ультразвуковых колебаний? Результаты испытаний, проведенных немецкой фирмой Zestron, показывают, что частота 35–40 кГц является оптимальной для большинства случаев. Были проведены следующие испытания по удалению различных остатков для определения мощности ультразвука при отмывке печатных узлов:

- остатки флюсов паяльных паст;
- удаление шариков припоя;
- пленочные загрязнения;
- солевые загрязнения.

Испытания проводились при тестовых частотах 25, 35, 45 и 135 кГц и акустических колебаниях 60, 80 и 100%.

Влияние на результаты оказывают: энергия, концентрация промывочной жидкости, совместимость материалов и температура.

При удалении остатков флюса концентрация промывочной жидкости является наиболее важным фактором; второй по значимости — температура. Частота также оказывает существенное воздействие. Низкие частоты в пределах 20–30 кГц способствуют быстрому растворению загрязнений и не вызывают повреждения изделий, а сверхнизкие частоты (меньше 20 кГц) могут приводить к появлению проблем. Тем не менее для большинства процессов отмывки предпочтительной является частота в диапазоне от 35 до 45 кГц. Частоты в этом диапазоне гарантируют наиболее быстрое и эффективное растворение загрязнений, особенно под корпусами компонентов.

Влияние акустической энергии велико с точки зрения увеличения силы смачивания растворителей. Этот эффект будет наиболее заметным при частоте 35 кГц. Оптимальные

значения акустической энергии находятся в диапазоне 20–30 Вт/л для растворителей на спиртовой основе и 10–15 Вт/л — для водных растворов.

Время отмывки обычно составляет от 3 до 15 мин и зависит от типа оборудования, степени полимеризации остатков флюса, типа, мощности и времени агитационного воздействия, а также типа промывочной жидкости.

*Важно:*

1. Применяйте промывочную жидкость в рекомендуемой по спецификации концентрации. Уменьшение концентрации относительно рекомендуемых значений приводит к значительному ухудшению результатов отмывки.
2. При подготовке моющего раствора путем разведения концентрата промывочной жидкости следует использовать деионизованную воду. Применение обычной водопроводной воды может снижать эффективность и срок жизни промывочной жидкости.
3. Любые остатки флюсов склонны к «стеклованию» при воздействии высоких температур пайки (свыше 250 °С) и длительного времени между процессами пайки и отмывки (2–3 суток). Для упрощения и улучшения качества отмывки рекомендуется минимизировать время между процессами пайки и отмывки (предпочтительно производить отмывку в течение 10–50 мин после пайки, максимальное время выдержки не должно превышать 2–3 часов).
4. Контролируйте степень загрязнения моющего раствора. Для успешной отмывки необходимо поддерживать низкий уровень загрязнений в промывочной жидкости. Чрезмерное загрязнение моющего раствора будет способствовать ухудшению результатов отмывки.
5. В результате экспериментов было выявлено, что повышение температуры промывочной жидкости приводит к значительному ускорению отмывки, особенно при использовании низкопрофильных компонентов, тогда как увеличение времени цикла отмывки только косвенно влияет на результаты отмывки.

### Стадия ополаскивания

Стадия ополаскивания важна наравне со стадией отмывки, полное и качественное удаление остатков растворенных флюсов и промывочной жидкости могут быть обеспечены только при использовании чистых материалов в сочетании с их правильной агитацией. Ополаскивание в зависимости от типа промывочной жидкости может производиться с применением разных сред, например, воды или спирта. Спиртовые процессы требуют пожаро- и взрывобезопасного исполнения оборудования отмывки, которое практически не производится в настоящее время. Поэтому наибольшее распространение получили водные процессы.

Водные процессы ополаскивания должны проводиться минимум в два этапа:

1-й этап — предварительное ополаскивание. Рекомендуется производить в деионизованной воде при комнатной температуре (20–25 °С). С точки зрения снижения затрат на этапе предварительного ополаскивания возможно применение обычной водопроводной воды, прошедшей очистку через механический фильтр. Предварительное ополаскивание должно обеспечить удаление остатков промывочной жидкости и загрязнений, вынесенных из ванны отмывки вместе с печатными узлами. Для улучшения качества предварительного ополаскивания рекомендуется применение агитационных воздействий, например, ультразвук, барботаж или струйное ополаскивание. Различные частицы и загрязнения в виде тонких пленок легче и быстрее удаляются на более низких частотах ультразвуковой кавитации (25–35 кГц) по сравнению со стадией отмывки.

2-й этап — финишное ополаскивание. Рекомендуется проводить в воде с максимальной степенью очистки (от 1 до 5 МОм/см), чтобы избежать повторного загрязнения печатных узлов. Рекомендуемая температура финишного ополаскивания 40–50 °С позволяет уменьшить поверхностное натяжение воды и повысить растворимость ионных компонентов.

Стадия сушки

После водных процессов отмывки сушку рекомендуется производить обдувом струей холодного или горячего воздуха. Обдув горячим воздухом при температуре 70–90 °С позволяет значительно сократить время сушки. Операции сушки следует уделять достаточное внимание, чтобы обеспечить эффективное удаление воды из-под корпусов компонентов и переходных отверстий. Статическая сушка (в термошкафах или печах) может оказаться неэффективной, так как в случае неполного удаления ионных загрязнений на стадии ополаскивания они выпадают в осадок в виде белого налета при испарении воды. В свою очередь обдув струей воздуха под высоким давлением позволяет сдуть остатки влаги вместе с растворенными в ней ионными загрязнениями.

Полезный совет

Контроль качества сушки можно осуществить очень простым способом: сразу после сушки (струей горячего воздуха) горячий печатный узел плотно завернуть в прозрачную пищевую полиэтиленовую пленку и охладить. Если на внутренней стороне пленки появится конденсат, значит, сушка произведена не полностью.

Полезные документы

Какими нормативными документами можно руководствоваться при выборе процессов отмывки? Большое количество полезной информации и руководящие указания по организации процесса отмывки можно найти в международных стандартах IPC (рис. 3), в частности: IPC-SA-61A «Руководство по отмывке печатных узлов после пайки с применением полуводных процессов» (Post Solder Semi-Aqueous Cleaning Handbook) и IPC-CN-65A «Руководящие указания по отмывке печатных плат и сборок» (Guidelines for Cleaning of Printed Boards & Assemblies).



Рис. 3. Международные стандарты по отмывке печатных узлов

О новых технологиях в отмывке

Одной из последних разработок является технология Micro Phase Cleaning (MPC), разработанная и запатентованная фирмой Zestron. Промывочные жидкости, основанные на технологии MPC, такие как Vigon US, Vigon A200, Vigon A300, сочетают преимущества моющих средств на водной и спиртовой основе, исключая их недостатки, в то же время имеют существенно более высокий срок жизни в ванне.

Принцип действия материалов на основе технологии MPC

Активные компоненты, присутствующие в растворе промывочной жидкости, имеют форму микроскопических капелек — «микрофаз» (рис. 4).

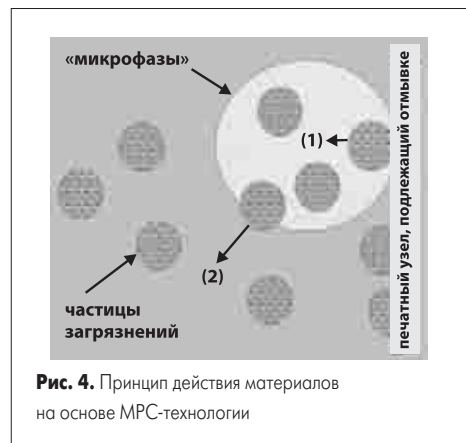


Рис. 4. Принцип действия материалов на основе MPC-технологии

«Микрофазы» могут эффективно удалять смазки, масла, жиры, остатки флюсов и даже остатки непотеримизованных эпоксидных клеев с поверхности печатных узлов (1). Удаленные частицы загрязнений освобождаются «микрофазами» и переходят в водный раствор (2), таким образом, происходит самоочищение (регенерация) «микрофаз». Частицы загрязнений не растворяются полностью в промывочной жидкости, поэтому они могут быть легко удалены из раствора путем фильтрации или снятием с поверхности. В отличие от поверхностно-активных веществ (ПАВ), у промывочных жидкостей, основанных на технологии MPC, не происходит истощения активных компонентов за счет процесса саморегенерации (рис. 5).

Особые свойства и уникальное воздействие материалов на основе технологии MPC по удалению всех типов загрязнений наилучшим образом проявляется при температуре отмывки в пределах от 40 до 60 °С. Правильно организованный процесс отмывки и эф-

фективная фильтрация позволяют существенно увеличить срок жизни моющего раствора в ванне, а следовательно, существенно сократить расходы на технологические материалы и количество утилизируемых отходов.

Принцип работы ПАВ

Основное отличие принципа работы ПАВ заключается в том, что активные компоненты промывочной жидкости остаются связанными с частицами загрязнений, кроме того, компоненты ПАВ могут частично оставаться на печатных узлах, оказывая влияние на последующие операции, например, ухудшать адгезию влагозащитных покрытий.

Жесткая связь активных компонентов ПАВ с удаленными частицами загрязнений приводит к постоянному истощению промывочной жидкости, требуя частой смены моющего раствора. Следует отметить, что ПАВ обладают существенно меньшей активностью и возможностью удаления сложных загрязнений, например, таких как эпоксидные клеи.

Особенности процесса отмывки

Промывочные жидкости на основе технологии MPC могут успешно применяться на любом стандартном оборудовании отмывки, обеспечивающем агитацию моющего раствора с помощью воздействия ультразвука, барботажа, центрифугирования или струйной отмывки. Типовая диаграмма процесса отмывки приведена на рис. 4. Процесс отмывки построен на замкнутом цикле. Длительное время жизни промывочной жидкости и постоянное качество отмывки может достигаться путем оснащения ванны системой поглощения флюса (ПФ на рис. 6.). Фильтр должен поглощать твердые частицы флюса и других загрязнений. Для эффективной отмывки рекомендуется применять системы поглощения флюса, имеющие не менее двух степеней очистки, включая префильтр с размерами ячеек не более 20 мкм и основной фильтр с размерами ячеек 5 мкм. Такие системы фильтрации позволяют обеспечить очистку до 90% твердых частиц загрязнений.

Выводы

Гарантировать высокое качество отмывки печатных узлов возможно только в случае применения соответствующего технологического оборудования, качественных материалов, тщательного подбора технологических режимов, эффективного контроля результатов отмывки и контроля степени загрязнения промывочной жидкости в ванне.

Продолжение следует

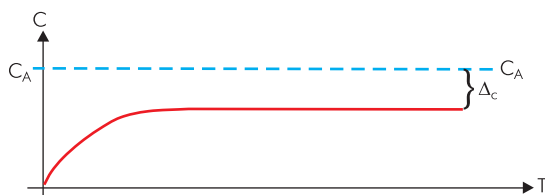


Рис. 5. Зависимость насыщения раствора промывочной жидкости загрязнениями (C) от времени (T), где C<sub>A</sub> — предельно допустимое насыщение раствора удаленными загрязнениями, Δ<sub>C</sub> — окно варьирования процесса

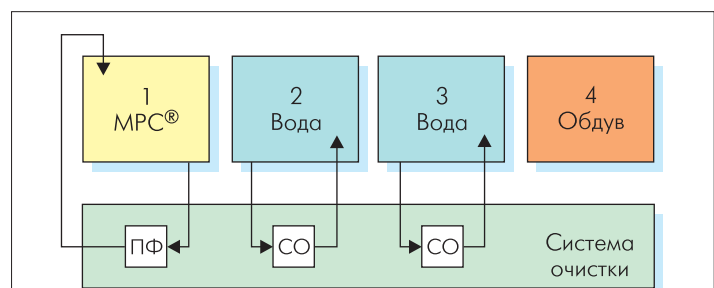


Рис. 6. Диаграмма процесса отмывки с применением MPC