

Отмывка печатных плат после монтажа

Ирина БРЯНЦЕВА,
специалист по паяльным материалам,
ООО «НПП «Универсал Прибор»,
bim@pribor.ru

Современная радиоэлектронная аппаратура становится все более компактной, технологически сложной, и даже незначительные остатки флюса или технологических загрязнений могут привести к коррозии, сбоям и сокращению срока службы изделий. В статье подробно рассматривается отмывка печатных плат как важнейший этап производственного процесса: от причин и видов загрязнений до нормативных требований и классификации аппаратуры по условиям эксплуатации. Проанализированы существующие методы очистки – механические и химические, их особенности и ограничения. Отдельное внимание уделено водно-щелочным отмывочным жидкостям как эффективному и безопасному решению для современной электроники, а также приведены примеры отечественных составов, успешно применяемых на предприятиях.

Основной задачей отмывки печатных плат после монтажа является **полное удаление остатков флюса** с их поверхности.

Отмывка – важный этап изготовления радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), существенно влияющий на качество и работоспособность приборов. Она требуется на многих этапах:

- перед трафаретной печатью и пайкой – для удаления загрязнений, образовавшихся в ходе технологических операций, излишней паяльной пасты или клея;
- после пайки – для удаления коррозионных остатков флюсов и шариков припоя.

С ростом сложности и плотности монтажа электронных сборок повышаются требования к чистоте РЭА. Печатные платы после установки элементов должны быть очищены от загрязнений.

Нормативные документы

Ниже приведен перечень документов, которые предусмотрены для изготовления аппаратуры, в частности технологической операции отмывки РЭА:

- ОСТ 4 Г 0.029.23384 «Аппаратура радиоэлектронная. Моющие средства. Состав, свойства и область применения»;
- ГОСТ Р 707982023 «Сборка и монтаж электронных модулей. Очистка от технологических загрязнений при монтаже радиоэлектронной аппаратуры. Требования к технологическим операциям» устанавливает свойства и область применения жидкостей (ОЖ) для удаления флюса;
- ГОСТ Р 596812021 – стандарт, регламентирующий удаление остатков флюса после пайки припоями. Обязателен для изделий РЭС, рекомендован для гражданской техники;
- ГОСТ Р 712392024 требует удалять загрязнения в виде остатков паяльных флюсов, поскольку они коррозионно активны.

Классификация загрязнений

Технологические загрязнения подразделяются на **полярные** и **неполярные**.

Полярные загрязнения:

- остатки водорастворимых флюсов;
- соли травильных кислот;

- соли гальванических растворов;
- соли пота;
- отпечатки пальцев;
- активаторы флюса.

Неполярные загрязнения:

- продукты реакции окислов;
- масла, жиры;
- смолы, канифоль;
- волосяное масло;
- косметика, кремы для рук.

Особенность неполярных загрязнений в том, что они не удаляются водой или спиртом, что усложняет отмывку. Сухие остатки флюса внедряются в поверхность платы, и удалить их можно лишь механическим путем.

Что такое остатки загрязнений?

Это загрязнения, возникающие при установке компонентов на печатную плату – например, пальцевые жиры и пыль, скапливающиеся на поверхности компонентов при ручной или полуавтоматической установке.

В прошлом низкая плотность монтажа и большие размеры компонентов снижали влияние коррозии на работу аппаратуры. Теперь даже незначительная коррозия в местах плотного монтажа, на сверхтонких токопроводящих дорожках и хрупких элементах может привести к сбою оборудования.

Классификация аппаратуры и требования к эксплуатационным характеристикам

Класс А: бытовая аппаратура

К этому классу относятся электронные изделия общего применения: компьютеры, электронные модули, радиоприемники, магнитофоны, бытовая техника. Главное требование – функционирование готового изделия.

Для бытовой аппаратуры отмывка не обязательна, так как устройства эксплуатируются в нормальных климатических условиях. Однако решение об отмывке может быть принято из-за требований к внешнему виду (отсутствие загрязнений на плате или компонентах).

Поскольку отмывка влияет на себестоимость изделий, решение о ее проведении принимают технологи, конструкторы и разработчики, взвешивая все «за» и «против».

Класс В: промышленная электронная аппаратура

Включает в себя сложную аппаратуру, требующую высокого качества и длительного срока службы: оборудование для радиолокации, связи, телеуправления, телеметрии, многофункциональные системы.

Аппаратуру класса В необходимо отмывать от остатков флюса после пайки, поскольку могут применяться:

- **активные флюсы** (содержат кислоты и их соединения, способные вызывать окисление металлических поверхностей);
- **неактивные флюсы** на основе канифоли с добавлением спирта, скипидара, глицерина (также требуют удаления с поверхности плат).

Методы отмывки печатных плат

Механическая очистка

Отмывка осуществляется разными способами в зависимости от типа загрязнений и доступных средств:

- мягкие щетки или ватные палочки используются для удаления загрязнений с поверхности платы;
- щетки с антистатическим ворсом подходят для удаления пыли и рыхлых загрязнений (не царапают поверхность и не создают статического электричества);
- безворсовые салфетки не оставляют волокон, сохраняя поверхность гладкой;
- сжатый воздух помогает удалить пыль из труднодоступных мест.

Химическая очистка

Предполагает применение специальных очистителей. Выбор средства определяется технологами с учетом:

- свойств загрязнений;
- наличия негерметичных элементов на плате (литиевые источники питания, ЖКИ-экраны), негерметичные механические компоненты – кнопки, тумблеры, подстроечники и регулируемые элементы, критичные к ультразвуковой обработке).

Спирт часто используется для удаления остатков загрязнений, так как растворяет практически любые флюсы. Однако он эффективен лишь против полярных органических соединений (остатки канифоли, продукты разложения флюсов). Для удаления жира, пыли, отпечатков пальцев спирт малоприменим.

Особенности спиртовой отмывки:

- быстрый расход раствора из-за загрязнения и интенсивного испарения;
- запрет на использование в ультразвуковых ваннах (образуются горячие пары, способные воспламениться от статического заряда);
- необходимость в использовании взрывозащищенных помещений и оборудования, что удорожает процесс и усложняет утилизацию.

Спиртобензиновая смесь (СБС) применяется давно. Готовится в пропорции 50% спирта на 50% бензина. Универсальна для отмывки после пайки комбинированными пастами (содержащими жир и канифоль).

Недостатки СБС:

- плохо удаляет остатки флюсов с низким содержанием твердых веществ;
- не устраняет ионные водорастворимые компоненты (остатки активаторов, минеральные соли, травильные растворы и электролиты);
- может вызывать «белый налет» из-за неполного растворения флюса и солевого осадка при испарении смеси.

Отмывочные жидкости на водной основе

Воднощелочные растворы активно применяются в производстве. Они представляют собой композицию из:

- растворителей;
- поверхностноактивных веществ (ПАВ);
- пеногасителей;
- ингибиторов коррозии (уменьшают воздействие щелочи на мягкие металлы – олово, свинец, алюминий, создавая пассивирующий слой);
- других компонентов.

Промывочные жидкости – концентраты, разбавляемые водой в заданных пропорциях (согласно рекомендациям производителя). Основные параметры моющих средств представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры моющих средств

Тип отмывки	Параметры моющих средств, ед. изм.	Значение параметра
водная	плотность при 20°C, г/см ³	0,905–1,005
	точка вспышки, °C	отсутствует
	температура отмывки, °C	25–65
	pH, 25% водного раствора	9,5–12,0
	концентрация раствора, %	10–35
полуводная	плотность при 20°C, г/см ³	0,760–0,999
	точка вспышки, °C	76 ± 12
	температура отмывки, °C	25–55
	pH, 25% водного раствора	9,5–12,0
	концентрация раствора, %	100

Основные параметры моющих средств (ГОСТ Р 71239 2024)

Технологический процесс отмывки воднощелочными жидкостями включает в себя 4 стадии:

1. **Отмывка** – разрушение химических остатков флюса, перенос их в раствор, частичное растворение загрязнений.
2. **Ополаскивание** – удаление слабосвязанных загрязнений и остатков промывочной жидкости.
3. **Финишное ополаскивание** – удаление остатков промывочной жидкости деионизованной водой.
4. **Сушка**.

Отмывочные жидкости АО «НИТИ «Авангард»

АО «НИТИ «Авангард» предлагает к применению следующие российские водно-щелочные жидкости:

1. «**Вега**» (ОЖ27) – концентрат (ТУ 20.41.32002469293622023), функциональный аналог Vigon A 250.
2. «**Альфа**» (ОЖ52 А) – концентрат (ТУ 20.41.32002469293622023), функциональный аналог AIMterge 520A (Канада).
3. «**Лири**» (ОЖ21 А) – готовый продукт (ТУ 20.41.32002469293622023).

В табл. 2 представлены основные параметры жидкостей от НИТИ «Авангард», которые эффективно удаляют остатки флюсов, паяльных паст и других загрязнений с поверхности изделий после пайки. 15-летняя практика применения на разных предприятиях подтвердила, что эти жидкости надежно очищают поверхности печатного монтажа.

Отмывочные жидкости НИТИ «Авангард»:

- совместимы с любым оборудованием для отмывки;
- не повреждают прокладки, уплотнители и другие полимерные детали;
- совместимы с материалами печатных плат и корпусов компонентов;

Таблица 2. Отмывочные жидкости НИТИ «Авангард»

Показатель	Марка отмывочной жидкости		
	«Вега» (ОЖ-27 А)	«Лири» (ОЖ-21 А)	«Альфа» (ОЖ-52 А)
Концентрация используемого раствора	10–25% + очищенная (деионизованная) вода	готова к употреблению	10–25% + очищенная (деионизованная) вода
Температура отмывки, °С	40–50		комнатная
Ополаскивание	деионизованная или дистиллированная вода		
Температура ополаскивания, °С	комнатная		
Сушка	обдув воздухом		
Время сушки, мин	2–3		
Температура сушки, °С	60		
Растворимость в воде	растворима		
Плотность, г/см ³	0,906–0,918		
Совместимость с бессвинцовыми материалами	совместим		
Уровень pH, (1-% водный раствор)	10–12		
Производитель	НИТИ «Авангард»		
Упаковка, л	1, 5, 10		

- обладают низкой токсичностью;
- пригодны для использования в оборудовании струйной и ультразвуковой отмывки.

Преимущества отмывочных жидкостей НИТИ «Авангард»:

- пожаробезопасность;
- экологичность;
- экономичность (позволяют снизить расходы на отмывку);
- безопасные условия транспортировки и хранения;
- соответствие военным стандартам;
- соответствие международным стандартам.

Отмывочные жидкости НИТИ «Авангард» изготавливаются по ТУ 2381001075182662009 и внесены в ОСТ 4 Г 0.029.23384 «Аппара-

тура радиоэлектронная. Моющие средства. Состав, свойства и область применения».

В заключение необходимо еще раз отметить, что отмывка печатных плат – критически важный этап производства радиоэлектронной аппаратуры, напрямую влияющий на надежность, долговечность и безопасность работы готовых изделий. Современные специализированные растворы (например, линейки НИТИ «Авангард») представляют собой оптимальное решение, сочетающее безопасность, соответствие нормативам и высокую технологическую эффективность. Их применение позволяет минимизировать риски поломок, продлить срок службы изделий и снизить общие затраты на производство.

СОБЫТИЯ, ЛЮДИ

«Компания «Универсал Прибор» приглашает на серию научно-практических семинаров в Москве и Санкт-Петербурге

Приглашаем вас посетить научно-практические семинары. Встречи пройдут в Москве и Санкт-Петербурге и объединят специалистов, заинтересованных в современных технологических решениях и повышении качества производственных процессов.

- **Москва, 25 февраля**, МЦК «Измайлово», конференц-зал «Лири»

Первый из семинаров пройдет 25 февраля в Москве в помещении МЦК «Измайлово». Тема мероприятия: «ESD-защита и технологические материалы: факторы качества при производстве РЭА». Участники семинара получат возможность обсудить важные аспекты антистатической защиты (ESD), а также практические вопросы, связанные с внедрением этих принципов в производственные процессы. В рамках мероприятия будут рассмотрены такие темы, как выбор и использование различных технологических материалов, включая пасты, флюсы, припои и средства для отмывки.

- **Санкт-Петербург, 4 марта**, отель «Московские Ворота», зал «Пудовкин»
- **Москва, 12 марта**, МЦК «Измайлово», конференц-зал «Лири»

В марте состоятся семинары по теме «Работа с россыпью и обработка провода: упаковка, ручной монтаж и намотка». На мероприятиях будут рассмотрены практические аспекты работы с компонентами, включая подготовку к монтажу, использование оборудования для ручного монтажа и технологии обработки провода.

Эти мероприятия будут особенно полезны для инженеров-технологов, сборщиков, специалистов, работающих на производственных участках, и всех тех, кто вовлечен в организацию технологических процессов.

Участие бесплатное.

Подробную информацию см. в разделе «Мероприятия» на сайте компании www.pribor.ru.