

Опыт реконструкции производства печатных плат на ОАО ФГУП «ВПО "Точмаш"»

В настоящее время в России заметно выросло количество восстановленных производств печатных плат. Пример такого восстановления — ОАО ФГУП «ВПО "Точмаш"». Принцип, на основе которого организован производственный процесс на этом предприятии, — это максимальное использование всех отечественных достижений в области технологии и материалов для изготовления плат.

**Валентин Терешкин,
к. т. н.**

info@elmaru.com

Сергей Машичин

o15bpp@yandex.ru

Сегодня ОАО ФГУП «ВПО "Точмаш"» — одно из крупнейших предприятий центральной России. Здесь производят компоненты важнейших систем и комплексов для Министерства обороны РФ, уникальное технологическое оборудование для атомной энергетики, автомобильное электрооборудования, ресурсосберегающие приборы учета расхода воды и газа, автоматы для пищевой промышленности и др.

Продукция ВПО «Точмаш» широко известна и пользуется спросом как в России, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

При переходе страны к рыночной экономике предприятию удалось не только сохранить, но и обновить большую часть производств. Среди обновленных и производство печатных плат. Постоянно diskutуемый вопрос, делать ли печатные платы на своем предприятии или приобретать на контрактной основе, был решен в пользу собственного производства. Такая позиция была продиктована как техническими соображениями, так и соображениями экономической безопасности России.

Реконструкция производства печатных плат на ФГУП ВПО «Точмаш» началась в 2005 году. Цель реконструкции — восстановить существовавшее ранее и практически полностью утраченное производство двусторонних печатных плат (ДПП) с металлизированными отверстиями, сделать это на современном технологическом и техническом уровне и обеспечить выпуск продукции, соответствующей требованиям изделий современной электронной техники, а также заложить основу развития производства плат в будущем.

Основные технические параметры ДПП:

- размер печатных плат — от 10×10 до 450×530 мм;
- размер заготовки — 500×580 мм;
- минимальная ширина проводника — 0,12 мм;
- минимальный зазор — 0,12 мм;
- минимальный диаметр отверстий — 0,3 мм;
- толщина плат — от 0,5 до 2,5 мм;

- шаг под поверхностный монтаж — 0,625 мм;
- шаг выводов навесных компонентов — 1,25 мм;
- финишное покрытие — горячее лужение (HAL) и органическое защитное покрытие (ОЗП).

Метод изготовления в зависимости от размеров и плотности проводящего рисунка:

- субтрактивный (комбинированный позитивный) с удаляемым металлорезистом, в качестве которого используется олово, а не сплав олово-свинец;
- тентинг-процесс.

Обязательное требование: печатные платы должны соответствовать ГОСТ 23752 с приемкой заказчика.

Для нового производства плат была выбрана технология, разработанная СПБЦ «ЭЛМА». Выбор технологии обусловлен следующими факторами. Во-первых, это отечественная разработка, что освобождает предприятие от импортных поставок химических растворов и концентратов, а во-вторых, данная технология включает все химико-гальванические процессы изготовления ПП. Кроме этого, все химические материалы СПБЦ «ЭЛМА», используемые для производства, введены в ОСТ 107.460092.028-96, согласованный с представителем заказчика, а это, в свою очередь, снимает целый ряд вопросов, связанных с приемкой плат.

Основными поставщиками технологического оборудования были ООО «РТС Инжиниринг», г. Москва, и ООО «НПП «Спецтехоборудование», г. Хмельницкий, Украина.

Кроме этих поставщиков оборудования большую помощь в создании фактически нового производства плат оказали:

- ООО «ЭкоТехСервис», г. Нижний Новгород;
- ООО «Лассо-Центр», г. Москва;
- ЗАО «Итрако», г. Санкт-Петербург;
- ООО «Астра», г. Москва.

Для обеспечения точностных характеристик печатных плат на созданном производстве предусмотрены:

- кондиционированные помещения для участков механической обработки (сверление и фрезерование), проявления фоторезиста и маски, химической подготовки перед нанесением фоторезиста и маски;
- чистые помещения классов 7 и 8 ИСО по ГОСТ ИСО 14644-1-2002 для нанесения и экспонирования фоторезиста и маски, изготовления фотошаблонов.

Строительство чистых помещений выполняла подрядная организация ЗАО «Фармконструкция», г. Нижний Новгород. Системы вентиляции и кондиционирования от проектирования до монтажа были сделаны ООО «Климат-Сервис», г. Владимир.

В 2007 году строительные работы и работы по монтажу и пуско-наладке оборудования были завершены. Было реконструировано 2650 м² площадей, из которых 2500 м² производственных, в том числе 860 м² — чистых и кондиционированных помещений.

В этом же 2007 году сотрудники завода совместно со специалистами СПбЦ «ЭЛМА» (рис. 1) запустили и отработали технологические процессы изготовления двусторонних печатных плат с металлизированными отверстиями.



Рис. 1. Коллектив запуска технологии

Далее рассмотрены основные химико-гальванические процессы, используемые в настоящее время при производстве ДПП на ФГУП ВПО «Точмаш».

Прямая металлизация отверстий ПМ 300

ПМ 300 — это процесс создания токопроводящего слоя в отверстиях печатных плат, позволяющий исключить из производства плат процесс химического меднения. При выполнении процесса очиститель ПМ 301 и кондиционер ПМ 302 подготавливают поверхность меди и диэлектрических стенок отверстий и создают условия для наилучшего осаждения проводящего слоя при выполнении последующей металлизации.

Специальный оловянно-палладиевый состав ПМ 304 эффективно сорбируется на стенках отверстий, образуя необходимое количество активных центров проводящего слоя.

В ускорителе ПМ 305 завершается формирование проводящего слоя, непосредственно по которому затем гальванически осаждается медь.

Применение процесса прямой металлизации позволяет отказаться от использования фор-

мальдегида (это канцероген) и сильных комплексообразователей (они затрудняют обработку стоков), уменьшить слив растворов, содержащих медь, и сократить время процесса.

После прямой металлизации в линии осуществляется гальваническая затяжка в электролите серноокислого меднения с добавкой ДММ, обеспечивающей получение равномерного слоя матовой меди, и обработка в антиокислителе «Анокс». Последний процесс позволяет при необходимости осуществлять хранение заготовок в условиях цеха в течение достаточно длительного времени без признаков окисления меди.

Операцию обработки заготовок в антиокислителе можно использовать для защиты медной поверхности от окисления и в других случаях межоперационного хранения.

- «Анокс» целесообразно применять:
- после химического меднения, применяемого без электролитической затяжки;
 - после удаления олова или сплава олово-свинец с медного рисунка;
 - после снятия резиста со слоев МПП или с медного рисунка схемы при тентинг-процессе и др.

Гальваническое меднение «ПлатаМет 600»

«ПлатаМет 600» — это процесс меднения (рис. 2) в серноокислом электролите с комплексной добавкой «ПлатаМет 604», увеличивающей рассеивающую способность электролита, а также значительно улучшающей свойства медного осадка: его пластичность и прочность на разрыв. Благодаря этому печатные платы выдерживают все термические нагрузки при дальнейшем изготовлении и пайке без разрыва столба металлизации в отверстиях.



Рис. 2. Процесс металлизации плат

Кислотный очиститель «ПлатаМет 601» и микротравитель «ПлатаМет 602» обеспечивают надежную очистку и необходимую степень шероховатости основы перед осаждением на нее гальванической меди.

Осаждение металлорезиста — олова

Гальванически осаждаемое олово является временным покрытием, удаляемым с печатной платы перед нанесением маски. Использование олова, а не сплава олово-свинец позволяет уменьшить экологические проблемы. К тому же, технически процесс осаждения ме-

талла контролировать проще и легче, чем осаждение сплава.

Для осаждения олова используется серноокислый электролит с добавкой БОС-1, обеспечивающий получение плотных, мелкокристаллических осадков олова, равномерно распределенных по поверхности и в отверстиях печатных плат и защищающих проводящий рисунок меди во время травления при толщине ~5 мкм.

Травление меди

Травление меди с пробельных мест печатных плат осуществляется в широко используемых медно-хлоридных растворах. При изготовлении плат по тентинг-процессу травление производится в кислом растворе, а при изготовлении плат по процессу с удаляемым оловянным металлорезистом — в щелочном (аммиачном) растворе.

Удаление олова ТОЛ 800

ТОЛ 800 — это процесс стравливания олова с медного проводящего рисунка (рис. 3), включающий стадию собственно травления в кислом растворе ТОЛ 801, не содержащем такие компоненты, как перекись водорода, борфтористоводородная или азотная кислота, и стадию осветления меди в растворе ТОЛ 802.



Рис. 3. Процесс снятия олова

Травитель ТОЛ 801 в процессе эксплуатации регенерируется подобно растворам для травления меди, и может служить без замены практически бесконечно долго.

Благодаря регенерации травителя скорость процесса снятия олова сохраняется постоянной в течение всего времени работы раствора, что обеспечивает высокую стабильность качества поверхности проводящего рисунка перед нанесением маски. Осветлитель ТОЛ 802 придает поверхности меди, на которую впоследствии наносится защитная маска, равномерную микрошероховатость и светло-розовый цвет.

Подготовка поверхности на линиях струйной обработки

Подготовка поверхности — важная операция на всех этапах производства. Она должна обеспечить очистку поверхности от всех видов загрязнений, а в ряде случаев — создать необходимую шероховатость.

Процессы подготовки перед нанесением фоторезиста и перед лужением — чисто химические и выполняются в линиях струйной обработки, то есть с подачей растворов через форсунки под давлением. Для использования в таком оборудовании рекомендован кислотный очиститель КО-СМ, обеспечивающий полное удаление органических загрязнений и при этом практически исключаящий возможность пенообразования, которое затрудняет работу при использовании очистителей, содержащих другие поверхностно-активные вещества. После обработки в очистителе выполняется операция микротравления в составе МТ-100. Назначение этой операции — обновление поверхности меди за счет снятия слоя толщиной ~1–2 мкм и придание поверхности меди той шероховатости, которая обеспечивает максимальную адгезию последующего слоя.

Подготовка перед нанесением маски сочетает два метода обработки: механическую зачистку с использованием абразивных валков и последующую химическую обработку в слабом растворе кислоты.

Проявление фоторезиста и защитной маски. Снятие фоторезиста

Процесс проявления СПФ, благодаря которому формируется рисунок печатной платы, состоит в вымывании растворимых (неэкспонированных) участков фоторезиста.



Рис. 4. Линия проявления СПФ и защитной маски

Цель процесса проявления (рис. 4) в сочетании с процессом экспонирования — обеспечить высокую точность переноса изображения с фотошаблона, ровный край элементов печатной платы, отсутствие вуали (тонкой нерастворенной пленки) фоторезиста.

Качество проявления зависит от следующих факторов: времени проявления и давления проявителя, температуры проявления, эффективности промывки и степени загрязнения раствора проявления. Время проявления, в свою очередь, зависит от типа фоторезиста и его толщины. Все перечисленное относится и к процессу проявления маски.

Качество изображения, полученное в результате проявления, зависит и от материалов.

Материалы, применяемые для обработки фоторезиста и маски на ОАО ФГУП «ВПО «Точмаш»:

- ПРФ-710 — проявитель фоторезиста;

- ПРМ-750 — проявитель маски;
 - «Элпен-701» — пеногаситель.
- Эти материалы обеспечивают:
- простоту приготовления рабочего раствора и простоту освоения процесса;
 - высокое качество проявления, благодаря которому достигается высокая степень разрешения рисунка.

Благодаря наличию в растворах проявления компонента — антиокислителя меди, после этапа проявления медная поверхность не окислена, что облегчает последующую обработку.

На качество удаления фоторезиста с поверхности плат влияют параметры линии снятия и применяемые материалы. Рабочий раствор для снятия СПФ содержит: СНФ-720 — сниматель фоторезиста и добавку к нему — СНФ-721.

Использование такого состава обеспечивает быстрое и чистое снятие фоторезиста благодаря образованию хорошо фильтруемых частиц.

Все описанное является лишь небольшой частью тех проблем, которые были успешно решены при восстановлении производства печатных плат на ОАО ФГУП «ВПО «Точмаш» и использовании тех материалов, процессов и оборудования, которые были освоены.

В результате огромных усилий коллектива и руководства ОАО ФГУП «ВПО «Точмаш» на предприятии создано производство печатных плат, которые полностью соответствуют современным требованиям, и получен мощный инструмент для производства современной электронной техники.