

# Модернизация производственного комплекса ОАО «Научно-исследовательский центр электронной вычислительной техники»

Имя Митрофанов, генеральный директор ОАО «НИЦЭВТ»

*В статье рассказывается о реконструкции и техническом перевооружении производственного комплекса одного из самых известных отечественных научных учреждений.*



ОАО «НИЦЭВТ» уже многие годы является признанным лидером в области разработки вычислительной техники общего и специального применения. И так как все это время уровень научных разработок постоянно повышался, в 2007 году с целью преодоления технологического отставания была проведена практически полная модернизация производственного комплекса предприятия. Сегодня в производственном комплексе общей площадью 13 500 м<sup>2</sup> с перспективой дальнейшего расширения разместились цех печатных плат, цех гальванических и лакокрасочных покрытий, сборочно-монтажный и механический цехи.

Компоновочные решения цеха печатных плат опытного производства предусматривают разделение производственных участков на помещения с учетом требований чистоты и характера выделяемых вредных веществ при выполнении технологических процессов. Взаимное расположение производственных участков цеха печатных плат спроектировано в соответствии с последовательностью выполнения основных технологических операций. Всего производственные участки цеха печатных плат занимают 1990 м<sup>2</sup>, из них 370 м<sup>2</sup> — климатизированные помещения и 260 м<sup>2</sup> — чистые помещения.

## УЧАСТОК ФОТОШАБЛОНОВ

Ключевым моментом получения качественных высокотехнологичных плат является вопрос выбора и реализации системы совмещения. Необходимая точность начинает закладываться еще на этапе создания фотошаблонов. В темном помещении размещен высокоскоростной планшетный фотоплоттер (см. рис. 1).

В светлом помещении — проявочная машина. Для каждой операции совмещения на технологическом поле фотошаблона закладываются необходимые реперные метки-мишени, которые позволяют выполнить совмещение рисунка с заданной точностью.

## УЧАСТОК ЭКСПОНИРОВАНИЯ ФОТОРЕЗИСТА И МАСКИ

Установки экспонирования АТ 30 (см. рис. 2) располагаются в чистых помещениях и предназначены для экспонирования фоторезисторов и защитных паяльных масок. Для достижения необходимой точности совмещения рисунка проводников процесс совмещения фотошаблонов и заготовки выполняется автоматически. Математическое обеспечение позволяет в значительной степени компенсировать ошибки совмещения от предыдущих технологических операций. Установки обеспечивают точность совмещения до 10 мк и разрешения «зазор—проводник» до 50 мк.



Рис. 1. Высокоскоростной планшетный фотоплоттер

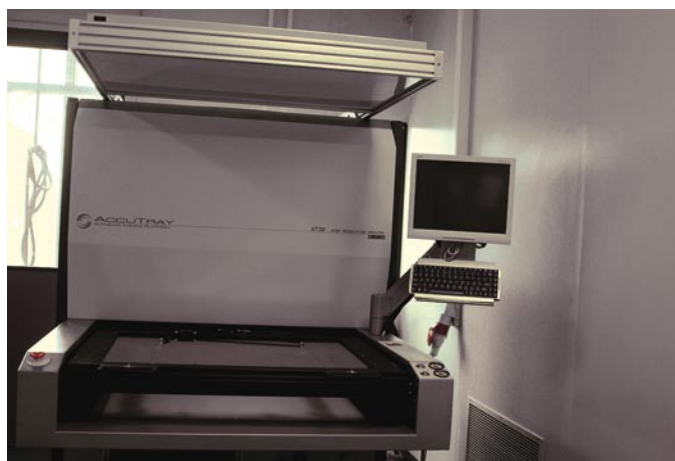


Рис. 2. Установка экспонирования АТ 30



Рис. 3. Линия химической подготовки слоев

### УЧАСТОК ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ СЛОЕВ

Слои многослойной печатной платы подготавливаются в линии химической подготовки слоев перед прессованием (см. рис. 3). Помимо создания необходимого микрорельефа на поверхности меди образуется тонкая металлоорганическая пленка, которая при последующем прессовании многослойной печатной платы



Рис. 5. Холодный пресс



Рис. 4. Гидравлический пресс с вакуумной камерой и масляным обогревом плит

взаимодействует с препрегом, образуя прочные химические связи. Достигается двойной эффект, увеличивающий адгезию: механическое сцепление за счет микрорельефа на поверхности меди и химическое сцепление за счет химических связей.

### УЧАСТОК ПРЕССОВАНИЯ И СБОРКИ ПАКЕТА

Для сборки внутренних слоев в пакет для прессования используется безштифтовая методика. Процесс совмещения внутренних слоев выполняется полуавтоматически. По изображению мишеней на внутренних слоях с помощью системы технического зрения происходит поочередное совмещение слоев и их укладывание в пакет с последующей термосваркой. Участок прессования расположен в двух различных

климатических зонах, соединенных между собой двумя транспортными окнами. Прессование многослойных печатных плат осуществляется в высокотемпературном четырехэтажном гидравлическом прессе с вакуумной камерой и масляным обогревом плит (см. рис. 4). Наличие в составе участка холодного прессы (см. рис. 5) позволяет повысить производительность работы участков в 1,5—2 раза и сэкономить около 50 кВт-часов электроэнергии на каждый цикл прессования.

### УЧАСТОК СВЕРЛЕНИЯ

Для сверления базовых отверстий и оптимально компенсирующих смещение слоев после прессования заготовка проходит инспекцию на станке, снабженном рентгеновской системой (см. рис. 6), позволяющей



Рис. 6. Сверлильный станок с рентгеновской системой

точно определить положение рисунков внутренних слоев и их взаимное рассовмещение после прессования. Величина рассовмещения слоев измеряется в четырех углах заготовки с оценкой ширины медного кольца вокруг переходного отверстия, и установкой автоматически принимается решение о сверлении базовых отверстий (см. рис. 7).

### УЧАСТОК ГАЛЬВАНИКИ И МОКРЫХ ПРОЦЕССОВ

Ядром гальванического участка является химико-гальваническая линия «Дина+» (см. рис. 8), которая была модернизирована и дооснащена для внедрения ряда новых процессов. Процесс прямой металлизации, то есть процесс гальванического меднения, позволяет получить качественные покрытия при соотношении диаметра отверстия к толщине платы 1:10 и минимальным диаметром отверстия 0,2 мм. Рабочий модуль линии щелочного травления оснащен системой осцилляции и секцией дополнительного дотравливания (см. рис. 9). Линия укомплектована установкой регенерации травильного раствора и выделения меди. Использование сульфата вместо традиционного хлорида меди дает возможность осуществления прямого электролиза травильного вещества без опасности выделения газообразного хлора. Состав способен работать в замкнутом цикле без замены и утилизации не менее трех лет. Установка регенерации полностью оснащена необходимым оборудованием для автоматического контроля. Корректировка травильного раствора осуществляется газообразным аммиаком. Для улавливания аммиака из отводимых паров вытяжная система машины оборудована конденсато-уловителем. Переход к бессвинцовым технологиям при монтаже печатных плат требует внесения изменений в процесс производства плат, начиная от выбора базовых материалов и заканчивая выбором финишных покрытий. Одним из таких покрытий, получивших в последнее время широкое распространение, является иммерсионное олово, характеризующееся простотой и экологичностью процесса, невысокой стоимостью, сохранением способности к пайке в течение шести месяцев.

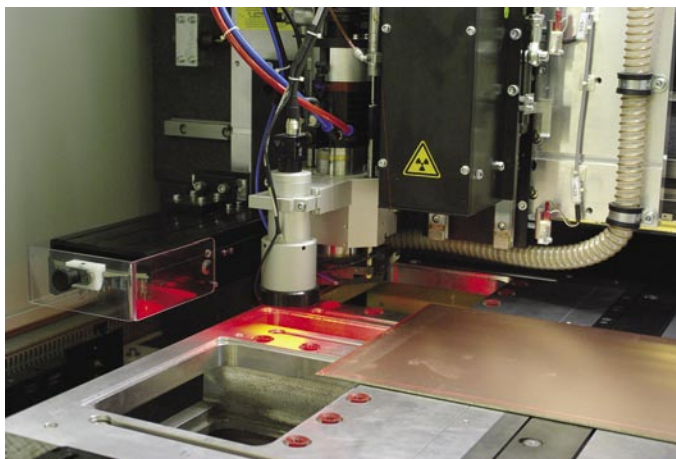


Рис. 7. Оценка рассовмещения слоев



Рис. 8. Химико-гальваническая линия «Дина+»



Рис. 9. Секция дополнительного дотравливания



Рис. 10. Безадаптерный электрический тестер

### УЧАСТОК НАНЕСЕНИЯ ЖИДКОЙ ПАЯЛЬНОЙ МАСКИ

Нанесение жидкой паяльной маски проводится на специализированной сеткографической вертикальной установке. Заготовка с нанесенной маской поступает на горизонтальную установку предварительной ИК-сушки с V-образным конвейером. В зависимости от толщины заготовки можно задать до 20 различных программ температурных профилей зоны сушки. Для окончательного отверждения слоя защитной паяльной маски после ее экспонирования и проявления используется специальный конвекционный шкаф во взрывобезопасном исполнении. Рабочий модуль установки проявления защитной паяльной мас-

ки состоит из двух секций, за счет чего достигается полная очистка отверстий от маски. Автоматическая дозировка рабочего раствора осуществляется по счетчику плат из емкости, которая одновременно служит и местом приготовления дозировочного раствора с нагревательными элементами и миксером. Модуль промывки состоит из четырех каскадов. В каждом из них применен принцип рециркуляции промывных вод.

### УЧАСТОК ЗОЛОЧЕНИЯ

В техпроцесс изготовления печатных плат включена гальваническая линия нанесения сплава «никель-золото» для покрытия печатных разъемов и мягкого золота на контактной

площадке. Оба этих процесса имеют одинаковые подготовительные операции. Такое конструктивное решение позволило значительно сократить капитальные вложения как в оборудование, так и в химикаты, а также уменьшить занимаемые оборудованием площади.

### УЧАСТОК ЭЛЕКТРОКОНТРОЛЯ

Участок электрического контроля оснащен безадаптерными электрическими тестерами (см. рис. 10). Преимуществом тестеров данного типа является то, что, используя данные, полученные о конфигурации печатной платы из программ проектирования, установки способны за считанные минуты произвести полную электрическую проверку платы любой сложности. Данные об обнаруженных дефектах в виде разрывов или замыкания цепей передаются на ремонтную станцию.

### УЧАСТОК ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Для контроля точностных характеристик на различных этапах изготовления печатных плат применена установка автоматической оптической инспекции «Орион 828», которая позволяет находить дефекты топологии внутренних и наружных слоев. Правила обнаружения дефектов и их критичности оператор устанавливает предварительно с помощью специального программного обеспечения. Станция верификации «Сириус» предназначена для просмотра, анализа, измерения и устранения дефектов,

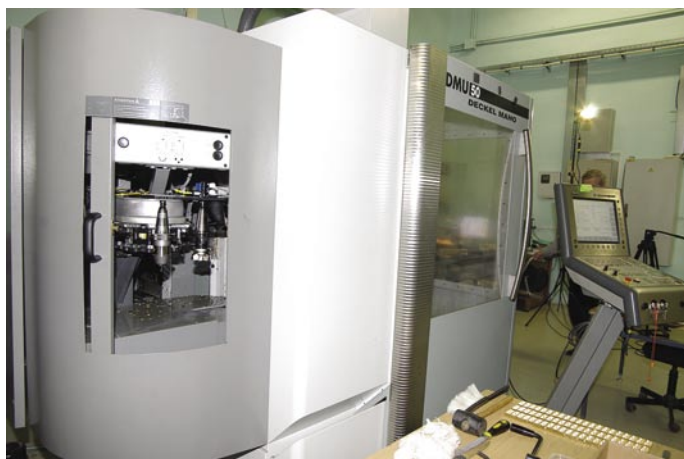


Рис. 11. Универсальный фрезерный станок с ЧПУ

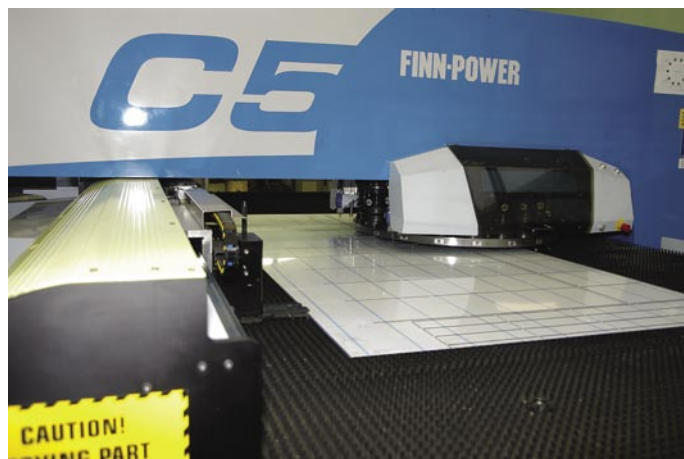


Рис. 12. Револьверно-пробивной пресс

обнаруженных с помощью установки оптического контроля. Установки «Орион» и «Сириус» имеют общую базу данных и объединены по локальной сети. Лаборатория оснащена как приборами для традиционной аналитики, так и еще пока экзотичными для отечественных предприятий установками.

Для контроля качества металлизации предусмотрено оборудование изготовления и изучения микрошлифов. Микроскоп ZEISS с объективами от 10 до 500-кратного увеличения, видеосистема и специальное программное обеспечение позволяют фиксировать мкные слои. Контроль толщины финишных покрытий гальванического никель-золота и иммерсионного олова выполняется на установке рентгеновского контроля. Измерения выполняются за 10...15 секунд. Также ведется автоматический сбор и протоколирование результатов. В лаборатории предусмотрена и установка для отработки технологических параметров в гальванических ваннах.

Кроме выбора технологических решений в рамках проекта реконструкции и технического перевооружения основных цехов была модернизирована станция водоподготовки, выполнен ремонт оборудования участка очистки стоков, реализован проект холодоснабжения, создана новая станция и система централизованного снабжения сжатым воздухом технологического оборудования. При проектировании были максимально исполь-



Рис. 13. Листогибочный пресс

зованы существующие архитектурно-строительные решения и действующие инженерные системы, что позволило существенно снизить затраты на проведение строительно-монтажных работ. Был проведен ремонт строительных конструкций чистых помещений с выделением помещения для чистого гардероба. Проведена очистка воздуховодов, восстановлена работоспособность кондиционеров, парогенераторов и системы управления инженерным управлением чистых помещений.

Рабочий проект реконструкции и технического перевооружения производства печатных плат разрабатывался в едином комплексе с модернизацией механического производства (см. статью в «Производстве электроники» №4—2007). Уже введены в экс-

плуатацию токарно-обрабатывающие центры и универсальный фрезерный станок с ЧПУ (см. рис. 11), револьверно-пробивной пресс (см. рис. 12) и листогибочный пресс (см. рис. 13), завершаются строительные работы на новом участке порошковой окраски, следующим шагом будет предпринята реконструкция монтажно-сборочного производства с использованием технологий поверхностного монтажа электронных компонентов и техническое перевооружение цеха гальванических покрытий.

ОАО «НИЦЭВТ» предлагает разные сроки выполнения заказов, ориентируясь на потребности заказчика и учитывая сложность проекта. В каждом случае срок изготовления и стоимость обсуждаются с заказчиком индивидуально.