

## Цена – одно из преимуществ отечественных техпроцессов. Но далеко не единственное

ООО «Санкт-Петербургский центр «ЭЛМА» (СПбЦ «ЭЛМА») – одно из немногих отечественных предприятий, которое уже 30 лет разрабатывает технологические процессы и оборудование для производства печатных плат. С 2014 года компанией создано и успешно выпускает продукцию производство защитной паяльной маски – первого отечественного материала такого рода. Но насколько решения СПбЦ «ЭЛМА» способны конкурировать с импортными техпроцессами? Легко ли переходить на российские технологии, имея длительный опыт работы с решениями от ведущих мировых производителей? Какие преимущества есть у отечественных разработчиков техпроцессов с точки зрения заказчика? Ответы на эти вопросы прозвучали в рассказе представителей поставщика и заказчика об истории внедрения в 2018–2019 годах химико-гальванических линий СПбЦ «ЭЛМА» на производстве АО «Научно-производственный центр автоматики и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина» (АО «НПЦАП»), входящего в состав Госкорпорации «Роскосмос».



### ВЗГЛЯД ПОСТАВЩИКА

**Александра Григорьева, коммерческий директор ООО «Санкт-Петербургский центр «ЭЛМА»:** История внедрения нашей технологии на производстве АО «НПЦАП» началась очень просто. Заказчик объявил конкурс на поставку оборудования для выполнения операций перманганатной очистки отверстий, пред-



меднения, затяжки, гальванического наращивания меди и гальванического нанесения оловянно-свинцового покрытия.

Хотелось бы отметить, что процессы металлизации в изготовлении печатных плат являются одними из самых сложных и ответственных, так как именно металлизированное отверстие, осуществляющее связь между слоями, во многом определяет качество и надежность всей печатной платы, а порой и изделия в целом.

Стандарты устанавливают, что гальванически осажденная медь должна иметь чистоту не менее 99,5%, толщину – 25 мкм. Необходимо получить равномерное распределение медного покрытия как по поверхности, так и в самом металлизированном отверстии.

Также должны быть обеспечены определенные физические свойства осажденной меди, особенно прочность на растяжение и удлинение: платы должны выдерживать без разрушения нагрев во время монтажа электронных сборок и в дальнейшем в процессе эксплуатации. Таким образом, для получения качественной металлизации важен не только состав электролита, но и условия самого электролиза.

Решая задачи такого рода, и оборудование, и раствор должны работать в паре. Конструктивные особенности линии должны помогать раствору проникать вглубь отверстия, а сам раствор обеспечивать должное качество осаждаемой меди.

В этом конкретном случае требовалось оборудование, которое обеспечивало бы выполнение операций для изготовления двухсторонних и многослойных печатных плат 5 класса точности согласно ГОСТ Р 53429-2009.

АО «НПЦАП» – далеко не новичок в области производства печатных плат, и технические требования в конкурсной документации были прописаны профессионально и полно. С нами конкурировало несколько компаний, и среди предлагавшегося оборудования были как решения ведущих зарубежных производителей, так и российские установки, однако ни один из наших конкурентов не мог предложить решение, которое включало бы как оборудование, так и химию российского производства, предложив при этом конкурентоспособную цену. Мы это считаем очень сильным конкурентным преимуществом нашей компании. Ведь заказчику нужна не машина и не канистра с раствором. Заказчику нужен работающий техпроцесс, или еще точнее – печатная плата, соответствующая ГОСТу.

Вообще говоря, стоимость – одно из основных, но не самое главное преимущество отечественных процессов перед импортными. Конечно, в условиях нестабильности курсов валют наши заказчики чувствуют себя более уверенно. Но нельзя сбрасывать со счетов вопрос надежности, который особенно волнует всех наших заказчиков. И принимая решение о замене процесса, первое, о чем они переживают, – это стабильность и обеспечение должного качества выпускаемых плат. Здесь могу сказать следующее: надежность наших технологий проверена временем и подтверждена количеством внедрений.

Предприятие, которое ранее работало на импортной химии, после перехода на наш процесс определенно выиграло с точки зрения затрат. Также оно выиграло и в отношении сроков поставки химии. А когда поставки данной продукции в Россию из ряда стран прекратились – оно не оказалось в той сложной ситуации, с которой столкнулись те, кто делал ставку на западные решения.

Выиграло ли предприятие с точки зрения возможностей технологии, думаю, лучше расскажут его представители. Тем более, что они обладают достаточно длительным опытом работы на зарубежной линии с импортными технологическими материалами и уже более трех лет используют наш процесс. Они могут дать действительно компетентную сравнительную оценку. Я же со своей стороны могу сказать, что практика применения наших процессов на производстве подтвердила, что они полностью отвечают тем требованиям, которые предъявляются к качеству изготовления современных печатных плат.

Что касается поставленного оборудования, то здесь мы работаем непосредственно с каждым заказчиком, индивидуально. И этот случай не был исключением. Наверное, проще бы было иметь стандартные типоразмеры и решения, но у каждого предприятия свои задачи, типоразмеры, своя планировка помещения. Это похоже на то, как шьются костюмы на заказ. Каждая



Оборудование в процессе пусконаладки

линия – индивидуальный проект для нас, а для предприятия – возможность получить наилучшее решение, соответствующее его требованиям и ожиданиям.

Поэтому с момента заключения контракта, наши конструкторы и технологи обычно работают в тесной связке. Здесь надо отдать должное специалистам АО «НПЦАП»: они четко понимали, что именно им необходимо, и несколько конструкторских решений были реализованы с их подачи.

Кстати, в этом проекте был еще один интересный момент. Уже после того, как мы сдали линию, заказчик обратился с нестандартным запросом: возможно ли модифицировать ее программное обеспечение так, чтобы была возможность задавать индивидуальные параметры обработки для каждой группы заготовок (завески с платами). Нам данная задача показалась интересной, и мы за несколько месяцев отработали и внедрили необходимые изменения, тем самым улучшив наше оборудование и получив возможность предлагать такую опцию и другим заказчикам. Для заказчика это было совершенно бесплатно, если не считать того, что они предоставили нам возможность отработать новое решение на своей линии.

Оперативность доработки и корректировки программного обеспечения – еще одно очевидное преимущество отечественных производителей оборудования вообще и наше в частности. Сервис как таковой в отношении зарубежного оборудования на нашем рынке находится на достаточном уровне: у поставщиков импортных материалов и оборудования за годы сформировались профессиональные команды по технической поддержке, способные весьма быстро решать многие вопросы. Но не вопросы улучшения ПО: здесь они вынуждены обращаться к производителю, причем цепочка, которую проходит такой запрос, прежде чем достигнет программиста, может быть довольно длинной,

и внесение даже небольших изменений в ПО может занимать много времени. У нас же такие вопросы решаются гораздо быстрее, в том числе с помощью возможностей удаленного подключения.

Возвращаясь к проекту, о котором мы сегодня говорим, весь процесс – от проектирования линий до выпуска на них первых изделий – был выполнен в пределах наших типовых сроков: порядка 6 месяцев, из которых около месяца производился монтаж оборудования и запуск технологического процесса у заказчика. После проведения пусконаладочных работ и запуска линии «на воде» в дело вступили технологи, которые не только настраивают техпроцесс и обеспечивают выпуск пробных образцов, но и параллельно выполняют обучение персонала заказчика работе с линией и с химией. Тот факт, что технологи заказчика плотно взаимодействуют с нашими специалистами на этапе пусконаладки, позволяет им очень быстро начать работать на линии самостоятельно. По истечении буквально считанных дней они уже готовы к производству серийной продукции, ведь им не нужно «нащупывать» режимы, они не «спытываются о подводные камни».

Но и после запуска мы не оставляем наших заказчиков без внимания: периодически проводим аудиты поставленных линий, выполняем на них операции с тестовыми образцами, чтобы убедиться, что линия продолжает соответствовать заявленным параметрам, и, конечно, отвечаем на вопросы специалистов заказчиков. Впрочем, таких вопросов со временем становится всё меньше и меньше.

А не далее как в июле мы вместе со специалистами АО «НПЦАП» запустили еще один наш техпроцесс на уже имевшемся у них импортном оборудовании – обратите внимание: не на нашем! Это процесс подготовки слоев печатных плат перед прессованием. Так что наше сотрудничество с АО «НПЦАП» продолжается.

## ВЗГЛЯД ЗАКАЗЧИКА

**Михаил Носов, заместитель генерального директора по развитию и цифровой трансформации – главный технолог АО «Научно-производственный центр автоматизации и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина»:**  
В 2018 году на нашем предприятии была поставлена



задача перейти с импортной технологии в части металлизации переходных отверстий, гальванического наращивания меди и нанесения оловянно-свинцового покрытия на отечественные процессы. Эта работа проводилась в рамках обеспечения импортнезависимости нашего производства.

Для решения данной задачи АО «НПЦАП» был объявлен конкурс на закупку полного техпроцесса – как оборудования, так и химии. При этом были установлены требования к закупаемому процессу, разработано подробное техническое задание. Габариты и конфигурация линий должны были позволить осуществить ее





в центре российских  
технологий



## Санкт-Петербургский центр «ЭЛМА»

### ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



замена и внедрение  
всех химических и  
химико-гальванических  
процессов производства  
печатных плат



производство  
оборудования  
для реализации  
техпроцессов



[www.elmaru.com](http://www.elmaru.com)



[info@elmaru.com](mailto:info@elmaru.com)



8 (812)602-27-57



@SPBC\_ELMA

монтаж в уже существующем помещении, а технологические возможности внедряемого процесса должны были быть как минимум не хуже реализованных на имевшейся у нас на тот момент линии.

В конкурсе приняли участие хорошо известные на российском рынке поставщики оборудования для производства печатных плат. На этапе отбора заявок мы составили сводную таблицу по всем предоставленным нам характеристикам каждого из предложений, включая стоимостные, провели подробный анализ представленных данных.

Следует отметить, что в основном оборудование и растворы, которые предлагались компаниями, участвовавшими в конкурсе, были импортными. Одна из компаний заявила о частичной локализации производства оборудования в РФ, но химия предлагалась зарубежная. И лишь СПбЦ «ЭЛМА» предложила полностью отечественное, современное по реализации решение: полностью автоматизированную линию с программным управлением, перенос заготовок из ванны в ванну в которой осуществляется манипулятором, а электроника следит за всеми параметрами технологического процесса.

Специалисты АО «НПЦАП» посетили опытное производство СПбЦ «ЭЛМА», где на имеющейся линии был изготовлен опытный образец печатной платы по нашей конструкторской документации. Наличие такого сервиса нас приятно удивило. Образец печатной платы был исследован в лаборатории АО «НПЦАП». Исследование подтвердило, что предлагаемый технологический процесс обеспечивает необходимую толщину и пластичность меди.

Когда победитель конкурса был определен (уже понятно, что им стал СПбЦ «ЭЛМА», который не только продемонстрировал возможность решить с помощью своей технологии стоявшие перед нами задачи, вписавшись при этом в отведенные площади, но и предложил более низкую цену), начался этап поставки, монтажа и пусконаладки оборудования. Пожалуй, об этом этапе ничего интересного не расскажешь: просто всё происходило по плану, в рамках сроков, определенных договором. Специалисты компании-производителя оказали всю необходимую поддержку на этапе запуска линии и отработки технологии. Во взаимодействии с ними была выпущена первая партия печатных плат, которая прошла весь комплекс испытаний, включая типовые испытания по утвержденным программам. Только по завершении длительных по времени типовых испытаний и оформления всей необходимой документации стало возможно говорить о том, что мы перешли на полностью отечественный техпроцесс металлизации переходных отверстий.

Стоит отметить, что с технической точки зрения переход на процесс СПбЦ «ЭЛМА» был сравнительно

легким. Качественных отличий от импортного процесса, который мы применяли ранее, не было; всё оборудование и материалы сопровождалось достаточно подробной документацией. Кроме того, производитель по нашей просьбе доработал программное обеспечение оборудования для того, чтобы оно могло обеспечивать необходимые нам режимы работы. Судя по оперативности, с которой эта модификация ПО была сделана, для производителя оборудования это не составило большого труда.

Теперь, по прошествии трех лет эксплуатации, можно с уверенностью сказать, что технология СПбЦ «ЭЛМА» доказала свою способность решать те задачи, которые были перед ней поставлены. На этих линиях мы устойчиво изготавливаем платы 5-го класса точности по ГОСТ Р 53429-2009, и даже класса 5+, то есть по некоторым отдельным параметрам превосходящие 5-й класс. И за это время не было ни одного случая возникновения дефекта по причинам, связанным с металлизацией отверстий.

А еще нас приятно удивили сроки поставки химии – они оказались значительно ниже, чем у поставщиков импортных материалов, с которыми мы работали ранее.

Мы продолжаем сотрудничество с СПбЦ «ЭЛМА», проводим работы по переходу на техпроцессы и материалы этого производителя – аналоги импортных решений. Так, в июле текущего года мы успешно отработали технологию на основе комплекта материалов «УСАД 1100» для подготовки слоев многослойных печатных плат перед прессованием. Сейчас проводятся типовые испытания образцов, предварительные результаты радуют.

Также мы перешли на раствор для удаления металлорезиста «ТОЛС 821» производства СПбЦ «ЭЛМА». Еще мы пробовали флюс для горячего лужения (HASL) «ФПГЛ 05» данной компании, но он для нашего процесса не подошел. А проявитель «ПРМ 750» с успехом заменил импортный аналог: сравнительно недавно мы завершили испытания, и сейчас он применяется в нашем серийном производстве.

Как видите, из указанных технологий от СПбЦ «ЭЛМА», которые мы прорабатывали, три уже внедрены на производстве АО «НПЦАП», а внедрение еще одной находится на завершающей стадии. Мне кажется, это очень хороший результат, показывающий высокий уровень решений данного производителя. Я считаю, что тогда, в 2018–2019 годах, мы сделали правильный шаг, начав переходить на отечественные решения. А тем, кто еще с настороженностью относится к российскому оборудованию и материалам, я бы сказал: «Пора перестать бояться». Особенно это очевидно с учетом текущих проблем с поставкой в Россию импортных технологий.

*Материал подготовлен Ю. С. Ковалевским*



# ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:



*Бобков С.Г., Басаев А.С.*

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ**

*Рецензент:* Стенин Владимир Яковлевич – д-р техн. наук, проф. (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»)

**М.: ТЕХНОСФЕРА, 2021. – 264 с.  
ISBN 978-5-94836-610-4**

**Цена 975 руб.**

Важнейшей характеристикой микропроцессорных систем является производительность. Производительность микропроцессора линейно зависит от трех характеристик – его частоты, средней частоты на выполнение инструкций и количества инструкций в выделенной области программы. В свою очередь, эти характеристики определяются технологией изготовления, архитектурой микропроцессора, системой команд и технологией компиляции. В представленной книге рассмотрены проблемы улучшения этих характеристик, а также методы и методики проектирования высокопроизводительных вычислительных систем.

Рассмотрены архитектуры микропроцессоров и коммуникационных систем, ориентированных на создание высокопроизводительных вычислительных комплексов вплоть до супер-ЭВМ. Приводится маршрут и методики проектирования микросхем.

Книга предназначена для студентов старших курсов кафедр электроники и автоматики университетов, аспирантов и специалистов указанной области.

**Бобков С.Г.** (Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»)

**Басаев А.С.** (Научно-производственный комплекс «Технологический центр»)

### **Как заказать наши книги?**

По почте: 125319, Москва, а/я 91  
По факсу: (495) 956-33-46  
E-mail: [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru)  
[sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)

ИНФОРМАЦИЯ О НОВИНКАХ  
**[www.technosphera.ru](http://www.technosphera.ru)**