

# Когда процессы настроены на качество и надежность

## Визит на производство ООО «Макро EMC»

Ю. Ковалевский



Группа компаний «Макро Групп» начинала свою деятельность как дистрибьютор электронных компонентов, однако с 2007 года она активно развивает также и направление контрактного производства. С 2010 года этим направлением руководит Дмитрий Анатольевич Семёнов, генеральный директор входящего в состав группы компаний ООО «Макро EMC», который начинал свою профессиональную деятельность на заводе крупного финского контрактного производителя электроники Elcoteq, выполнявшего в те годы заказы для Nokia и Sony Ericsson.

В настоящее время на предприятии реализован практически полный цикл сборки электроники вплоть до конечных изделий. При этом в планах ООО «Макро EMC» – дальнейшее расширение, для чего уже сейчас готовятся новые производственные площади.

Показывая нам производство компании, Дмитрий Анатольевич рассказал о возможностях оборудования и особенностях конфигурации линий, о планах на будущее, а также о том, на какие рынки ориентированы технологические и бизнес-процессы предприятия и как внедряются на производстве информационные системы.

## Дмитрий Анатольевич, группа компаний «Макро Групп» изначально занималась дистрибуцией. Почему было принято решение о создании направления контрактного производства и когда это произошло?

Действительно, исторически «Макро Групп» – это дистрибьютор электронных компонентов. Но в 2007 году было принято решение наращивать компетенции и в других направлениях. Руководство компании понимало, что дистрибуция рано или поздно будет на нашем рынке «душиться» глобальными игроками. И контрактное производство для нас было самым логичным кандидатом на роль такого нового направления, которое придало бы компании устойчивость.

Изначально мы пользовались услугами сторонних производителей. Мы просто брали заказы и размещали на заводах. При этом мы активно использовали наше основное преимущество: опыт в дистрибуции компонентов. Порядка 80–90% стоимости изделия приходится на комплектующие, а мы, как дистрибьюторы, знали, где нужно покупать компоненты, как их нужно покупать и, самое главное, где их покупать не нужно. Благодаря этим компетенциям и сотрудничеству с надежными производственными компаниями, специализировавшимися на сборке электронных устройств, это направление у нас стало расти, образовав стартовую площадку для создания собственного производства.

Первый свой цех мы запустили в 2011 году. Он располагался в съемном помещении, принадлежавшем радиотехническому колледжу. Выбрали мы это помещение, потому что там всё было готово для организации производства электроники. Позже, расширившись, мы переехали сюда, в Обухово.

Сейчас мы обладаем практически полным циклом сборки электронных модулей вплоть до конечного изделия. У нас есть, например, заказы, по которым мы поставляем готовое оборудование в стойках 19". В эти стойки мы устанавливаем блоки с печатными узлами, собранными здесь же, выполняем жгутовые соединения, проводим тестирование и выходной контроль.

На текущий момент мы запускаем порядка 150 новых проектов в квартал. Работаем мы в две смены. Средняя серия – примерно 500–3000 шт.

## Для каких рынков предназначены ваши изделия?

Сразу отмечу, что мы именно контрактное производство, у нас нет понятия «свое изделие». Всё, что мы изготавливаем, разработано нашими заказчиками, это их ответственность, и они определяют, для каких целей будет использоваться данная продукция.

Тем не менее у нас есть стратегия развития, в которой определены три основных рынка, на которые мы ориентируемся. Первый рынок – это сложные цифровые устройства, такие как аппаратура для ЦОД, серверов, систем

хранения, вычислители, ускорители и т.п. Второй рынок – ВЧ- и СВЧ-техника. Третий – оборудование для энергетики и сырьевых отраслей.

Все эти рынки объединяет то, что все они – ответственного назначения, электроника для них должна быть очень качественной и надежной. Заказчики из этих областей составляют примерно 80% нашего портфеля заказов. Остальные 20% – это заказчики из других сфер, которым так же важны повышенная надежность и высокое качество их продукции.



Дмитрий Семёнов

## Но ведь между изделиями для этих рынков существуют и отличия – с конструкторской и технологической точек зрения. Сказывается ли это на применяемых технологиях, производственных подходах?

Да, конечно. Технологически, это – три разных направления.

Первое направление – цифровое – это большие, тяжелые, сложные многослойные платы с плотным монтажом, большим количеством миниатюрных компонентов, корпусов с мелким шагом выводов, множеством типонаименований. Развитие этого направления во многом способствовало тому, что в последние 2–3 года мы осуществляем постепенный переход с установщиков среднего класса на более точные и скоростные машины.

СВЧ – это вообще отдельная тематика. Там необходима высокая повторяемость геометрии паяных соединений, а также повышенное внимание к качеству и характеристикам материалов – практически всех: и базовых материалов печатных плат, и финишных покрытий, и масок, и проч. Но выбор материалов – это работа заказчика. Мы можем ему что-то посоветовать, исходя из нашего опыта, но окончательное решение – за ним. Есть нюансы и в изделиях для нефтяной промышленности. Например, для подавляющего большинства из них необходима влагозащита. Кроме того, там есть изделия, которые должны штатно работать при температуре 200 °С, а это также требует очень внимательного подбора всех материалов, компонентов, плат и т.п.

Да, технологически это разные рынки, но они одинаковые идеологически. Это заказчики, для которых важны прежде всего качество и срок. И именно в этом мы сильны. Мы не умеем делать очень дешевые массовые вещи, потому что у нас все бизнес-процессы настроены под надежную и качественную продукцию.

## Насколько часто вы, как контрактный производитель, сталкиваетесь с конструкциями заказчиков, разработанными без учета требований технологичности, DFM?

Не часто, но бывают случаи, когда мы видим, что данная плата не соответствует стандарту IPC, что тот или иной компонент не может быть смонтирован по требованиям стандарта. Конечно, мы об этом обязательно сообщаем заказчику заранее, но решение остается за ним. Иногда заказчики соглашались, а иногда говорят, что по-другому это не сделать и что они готовы на возможные риски.

Вообще, процедура прохождения заказа следующая. Сначала заказ поступает инженерам отдела контрактного производства. Документация может прийти очень разная – от файлов САПР печатных плат до чертежей в формате pdf. Был случай, когда нам поступила документация в бумажном виде. Задача наших инженеров – привести полученную документацию к внутреннему стандарту и дальше запустить ее в работу. Всё, что движется внутри предприятия, соответствует единому стандарту. На этом, начальном, этапе по максимуму решаются технические вопросы с заказчиком.

Затем уже заказываются платы и закупается комплектация.

## Комплектацию вы всегда закупаете сами?

Практически всегда. Еще раз повторю: дистрибьюторский опыт – наше большое преимущество при выполнении заказов по контрактному производству. Заказчики предоставляют комплектацию только иногда, когда речь идет о сборке прототипов, образцов, очень небольших партий, и комплектация у заказчика уже есть.

То же касается и плат. В большинстве случаев мы заказываем платы сами у своих партнеров. У нас очень серьезная процедура выбора поставщиков. Производители, с которыми мы работаем, – это всегда надежные компании, изготавливающие качественную продукцию.



Индикатор влажности

## Что происходит дальше, когда комплектация и платы получены?

Всё это поступает на склад комплектации. У нас он общий и для тех комплектов, которые идут на производство, и для тех, которые предназначены для заказчиков, пользующихся услугами нашей компании как дистрибьютора. Как правило, стеллажи склада не заполнены на 100%. Это потому, что из большей части поступающих сюда компонентов в течение дня формируются комплекты на отгрузку, а на стеллажах хранится лишь то, что либо ждет консолидации, либо должно уйти на производство.

## Как обеспечено на вашем складе сухое хранение?

Обычно компоненты поступают к нам в вакуумной заводской упаковке, которая защищает их от влаги. Если необходимо вскрыть заводскую упаковку или вложенный в нее индикатор влажности показал недопустимый уровень, на этот случай нашими технологами предусмотрена процедура сушки и переупаковки.

Само собой, для компонентов чувствительных к электростатическому разряду (ЭСР) используется упаковка, защищающая и от этого вида воздействий.

Соответственно, работа с такими компонентами, извлеченными из упаковки, выполняется на участках, защищенных от ЭСР. Когда мы приобрели это помещение, формально полы здесь были антистатические, однако измерения показали, что их параметры находятся на нижней границе, поэтому мы выделили зоны, где необходимо соблюдать требования к защите от ЭСР, обозначили их разметкой и соответствующими знаками, настелили на пол качественное антистатическое покрытие, оборудовали так, как это требуется для защищенных от ЭСР участков.

## Вы сказали: «Когда мы приобрели это помещение...». То есть оно в собственности вашей компании?

Да, мы его приобрели в собственность в 2015 году. Тогда же у нас количество линий увеличилось до двух. Здесь у нас 1,5 тыс. м<sup>2</sup> производственных площадей.

Линия, которую мы называем первой, досталась нам от предыдущего владельца этих помещений. Вторую линию мы перевезли с предыдущей нашей площадки, поэтому исторически вторая линия у нас была первой. Но сейчас это уже не так важно, потому что на данный момент в этих линиях с того времени оборудования не осталось. Самые старые станки в линиях поверхностного монтажа – это принтер во второй линии и печи. Их мы приобрели в 2017 году.

## Судя по разнообразию производителей оборудования, вы его приобретали не у одного поставщика. Почему?

Дело в том, что сложно найти единственного поставщика, у которого будет весь необходимый набор оборудования определенного класса и определенной ценовой

категории. Мы – коммерческая компания, бюджет у нас не безграничный, для нас очень важно соотношение цены и качества.

Процесс выбора оборудования у нас строится следующим образом. Мы выбираем лидеров на рынке – обычно 3–5 производителей; смотрим, кто из них и кем представлен в России; с представителем договариваемся о тестировании оборудования; берем машину в аренду на месяц-два для тестирования и смотрим, как она работает. По окончании тестирования 3–5 машин мы собираемся с ответственными сотрудниками и составляем заключение, перечисляя выявленные достоинства и недостатки установок, взвешиваем все факторы, включая цену, и выбираем конкретного производителя и, соответственно, поставщика.

### Отсутствие, как сейчас модно говорить, единого окна не вызывает сложностей при дальнейшем обслуживании оборудования?

Нет. Дело в том, что хорошее оборудование внепланового сервиса не требует, если, конечно, вовремя проводить плановое обслуживание. А плановые работы все наши поставщики организуют без проблем, в полном соответствии с регламентом: в нужный момент приезжает специалист и выполняет все необходимые операции.

### А стыковка оборудования разных производителей, протоколы обмена данными?

И в этом проблем нет. Протокол стандартный, все машины его поддерживают.

### Это SMEMA или что-то более новое?

Пока SMEMA. Мы присматриваемся и к протоколу Hermes, и к ELS, но пока к этому не пришли.

На данный момент мы реализуем собственный протокол сбора данных с оборудования для MES-системы, которую мы пишем сами. Для каждой машины мы разрабатываем софт для передачи данных и статистической информации в эту систему, которая дополнит уже работающую у нас систему ERP, построенную на базе 1С, а также систему прослеживаемости производства.

Прослеживаемость у нас была всегда, но раньше она была в рукописной форме. На каждый заказ, на каждую тару оформлялся маршрутный лист с перечнем операций, должностей и с подписями и комментариями по каждой позиции. В настоящее время мы все изделия штрихкодировать. Штрихкод наносится на каждое изделие, а если заказчик возражает – то на технологические поля заготовки. На каждой операции есть сканер, которым считывается соответствующий штрихкод. Таким образом мы знаем, какой сотрудник и когда выполнил каждую операцию.

### На рынке уже есть системы сбора данных с линий поверхностного монтажа, в том числе отечественной

### разработки. Почему вы пошли по пути создания собственной системы?

Прежде чем принять такое решение, мы около трех лет изучали различные системы. В прошлом году мы остановились на системе Process Tracker от компании Panasonic. Но оказалось, что, пока шел процесс выбора, мы уже сами написали такое количество программных средств, что они перекрывают около 80% необходимого нам на текущий момент функционала.

Так что довести эту работу до законченной MES-системы оказалось более целесообразно, чем внедрять готовое стороннее решение, в том числе потому, что у нас, как у любого контрактного производителя, есть своя специфика, которая уже учтена в нашей разработке, а стороннюю систему потребуется адаптировать. Зарубежные системы адаптировать очень сложно: они в основном созданы для крупных производителей массовой продукции. Например, ситуация, когда нужно по какой-то причине срочно снять заказ с производства и запустить следующий, что в наших реалиях случается, – катастрофа для зарубежной MES. На переналадку линии уходит меньше времени, чем на то, чтобы поменять местами заказы в системе.

С отечественными решениями проще, но тем не менее, имея на 80% готовую систему, которая изначально писалась под наши особенности, заниматься адаптацией сторонней системы неэффективно.

При этом мы полностью не отказываемся от идеи внедрить Process Tracker, но эта задача перешла в разряд более стратегических, на перспективу.

### В обеих линиях установлены системы АИП (SPI). Когда вы ощутили потребность в этом оборудовании?

Эта потребность возникла, когда мы начали работать с BGA-корпусами с очень мелким шагом, а также с компонентами меньше, чем 0201. На одном среднестатистическом трафарете порядка 5–20 тыс. апертур. Гарантировать, что одна из них в какой-то момент не забудется, особенно если размеры апертур – доли миллиметра, невозможно. Поэтому по статистике около 90% дефектов, которые выявляются в рамках процесса поверхностного монтажа, связаны с качеством нанесения паяльной пасты. Так что уже при монтаже корпусов 0201 желательно иметь АИП, и тем более – когда компоненты еще меньше.

### Меньше чем 0201? Вы серийно устанавливаете компоненты 01005?

Да, бывает. Не скажу, что это рутинная практика: в основном, конечно, идут компоненты 0201. Но встречаются заказы и с 01005. По своим характеристикам наши автоматы Panasonic способны устанавливать даже метрические компоненты 03015m, которые еще меньше. Должен сказать, что когда нам демонстрировали эту возможность, это произвело на меня сильное впечатление, хотя меня уже

сложно чем-то удивить. Но таких компонентов в наших заказах пока не встречалось.

Иногда бывают заказы, в которых на одной стороне платы располагаются как крупные массивные компоненты, так и чип-корпуса 01005. В одном таком случае потребовалось применение ступенчатого трафарета. Обычно нашим технологам удается разработать одноуровневый трафарет даже для достаточно сложных плат на основе оптимального соотношения размеров апертур и толщины трафарета, но здесь это сделать не удалось. Тогда российские производители были неспособны изготовить такой трафарет, и этот случай стал единственным в нашей практике, когда мы заказали трафарет за рубежом. Насколько мне известно, сейчас в России такие трафареты уже делают.

#### А вообще, разработка трафарета – сложная задача?

Скажу так: на текущий момент она у нас уже практически полностью автоматизирована. Чертеж трафарета создается на основе данных САПР с помощью разработанной нами программы. Но технолог всё равно проверяет конструкцию трафарета, в особенности когда речь идет о сложной плате.

#### Возвращаясь к АИП, это установки 3D-инспекции?

Да, это полноценная трехмерная инспекция. Когда работаешь с очень миниатюрными компонентами и мелким шагом, важно быть уверенным, что объем пасты точно

соответствует требованиям, а это можно проверить, только зная профиль отпечатка в 3D.

Установки АИП – самое новое оборудование в наших линиях, мы их поставили в 2019 и 2020 годах. Производители у них разные – Koh Young и Parmi, принцип работы тоже отличается, но качество инспекции у них одинаково высокое.

В первой линии реализована обратная связь между АИП и принтером, что позволяет корректировать нанесение пасты, если установка инспекции обнаруживает отклонение. Во второй линии такой обратной связи нет, потому что эта функция не поддерживается принтером. В обеих линиях АИП передают данные о смещении отпечатков на установщики, и они ставят компоненты с соответствующей коррекцией.

#### Какие специфические требования предъявляются при работе с такими компонентами к установкам трафаретной печати?

Я не могу сказать, что наши принтеры обладают какими-то особенностями. Например, если говорить про принтер DEK в первой линии – это прецизионная установка из высшей категории по производительности и точности, но в ней нет ничего уникального. Просто качественное и надежное оборудование.

#### В первой линии у вас три автомата установки компонентов. Это довольно нетипичная конфигурация. Чем она обоснована?

Хотя модели первых двух автоматов называются одинаково – Panasonic NPM-W2 – это разные машины. Первая из них – чип-шутер с двумя установочными головками с 16 и 8 инструментами соответственно, вторая – прецизионный универсальный автомат. У него также две головки, но на первой три, а на второй восемь инструментов. Помимо различий в точности и скорости, на второй машине имеется питатель для установки компонентов из палет.

Чип-шутер и прецизионный автомат – это практически классика. А третий автомат – универсальный установщик компании Mirae. Он появился в линии, потому что далеко не все наши проекты можно уместить в то количество питателей, которое есть у двух автоматов. У каждого автомата Panasonic по 120 питателей, но мы стараемся не заполнять позиции на 100%, потому что, когда позиции заполнены более чем на 60–70%, производительность автомата резко падает. Это связано с тем, что длина пути головки от места захвата компонента увеличивается, а эта длина в наибольшей степени влияет на общую скорость монтажа: время захвата, распознавания и установки компонента ничтожно в сравнении с временем перемещения головки. Больше половины заказов мы раскладываем на три автомата, хотя случаев, когда все позиции трех установщиков были заполнены полностью, у нас было два или три.



Установка автоматической инспекции нанесения паяльной пасты (АИП) Koh Young KY8030-2



Автоматы установки компонентов Panasonic NPM-W2 в первой линии: чип-шутер (слева) и прецизионный установщик (справа)

#### А почему автоматы разных производителей?

Изначально мы использовали установщики Mirae первого поколения. Позже, в 2017 году, мы перешли на второе поколение автоматов этого производителя. Но потом почувствовали, что нам нужны автоматы более высокого класса по скорости и точности. Поэтому с 2018 года мы стали переходить на установщики компании Panasonic. Два таких автомата мы приобрели, соответственно, в 2018 и 2019 годах и планируем приобрести третий для замены установщика Mirae в первой линии, который переставим во вторую линию, где на данный момент два автомата. Таким образом у нас получится три автомата Panasonic в первой линии и три Mirae – во второй.

#### Сколько времени занимает переналадка автоматов при запуске в производство нового заказа и как часто у вас происходят переналадки?

В среднем за смену мы запускаем один-два новых проекта на обеих линиях в сумме. В зависимости от сложности проекта переналадка занимает в общей сложности от одного до нескольких часов. Но большая часть этих работ выполняется вне линии,

без остановки оборудования. Зарядка питателей выполняется на отдельной станции. Количество имеющихся на нашем производстве питателей позволяет полностью зарядить компоненты для следующего заказа в процессе выполнения предыдущего. Также вне линии пишутся программы для оборудования. Так что по завершении сборки заказа остается только поменять тележки с питателями и загрузить в установки новые программы.

Помимо зарядки питателей, существенная часть временных затрат при запуске нового проекта приходится на программирование системы АОИ.

#### А программирование установки АИП не так критично?

Да, АИП программируется быстрее АОИ.

#### Сколько примерно времени уходит на программирование АОИ?

Это очень сильно зависит от сложности платы. Если рассмотреть заказ, который мы выполняем сейчас, – а это плата с двусторонним монтажом, содержащая около 180 компонентов на одной стороне и около 280 на другой – в этом случае программирование АОИ Koh Young Zenith



Принтер SJ Inno Tech HP-620S (слева), автоматы установки компонентов Mirae MR40L (в центре) и MR40LP (справа) во второй линии



Система автоматической оптической инспекции Koh Young Zenith

заняло примерно 27–28 мин с учетом того, что в нашем распоряжении имелся файл САПР. Впрочем, обычно такой файл есть.

Но нужно отметить, что в процессе работы программа АОИ, как правило, корректируется оператором для повышения качества инспекции.

#### Насколько высоко качество работы АОИ? Много ли ложных срабатываний выдают эти системы?

Если сравнить установки Koh Young и Mirtec, то первая обеспечивает более высокое качество инспекции, у нее ложных срабатываний намного меньше. Это оборудование разного класса.

У нас АОИ настраивается в соответствии с требованиями стандарта IPC-A-610. Обычно это класс 2, но если заказчик требует выполнить сборку по классу 3, мы это обеспечиваем.

Настройка АОИ выполняется таким образом, чтобы во всех спорных случаях окончательное решение принимал

контролер. В среднем система АОИ Koh Young выдает срабатывания на 3–5% плат. Из этих срабатываний контролер признает реальными дефектами около 95–99%. Соответственно, 1–5% относятся к ложным срабатываниям.

#### В первой линии АОИ встроена в нее, а во второй – отдельная. Почему так сделано?

Всё очень просто: АОИ просто не поместилась по длине во вторую линию. В ней более длинная, 8-зонная печь. Первая линия у нас тоже не вписалась в это помещение в длину, поэтому мы используем в ней поворотный конвейер.

Сейчас мы строим новый двухэтажный цех общей площадью 4000 м<sup>2</sup>, который рассчитан на размещение до пяти линий поверхностного монтажа. Там этой проблемы не будет. Нулевой цикл планируется завершить в середине июня. К концу сентября мы получим здание, готовое для отделки и прокладки коммуникаций. Запуск производства в новом цехе запланирован на I кв. 2021 года.

#### Во второй линии печь 8-зонная. А сколько зон в печи первой линии?

Пять. Это не считая зон охлаждения. При этом наши эксперименты показали, что качество выполнения операции пайки у 5-зонной печи компании Ersa даже выше, чем у 8-зонной корейской, в том числе при изготовлении сложных и массивных плат и при работе по бессвинцовой технологии.

Но когда цех переедет в новое помещение, мы планируем в линии ставить более длинные печи.

#### Если резюмировать, вторая линия в целом обладает более скромными характеристиками, чем первая, даже если не брать в расчет разное количество установщиков. Это так?

Да, первая линия у нас основная. Вторая линия используется для достаточно простых проектов с количеством



Печи пайки оплавлением: Ersa Hotflow 2/12 в первой линии (слева) и TSM A70-J82 – во второй (справа)

типоминалов на одной стороне платы примерно до 150. Каждая единица оборудования в ней, за исключением, пожалуй, системы АИП, уступает по своим характеристикам соответствующей установке в первой линии.

### А какими будут новые линии в цехе, который вы сейчас готовите?

Их конфигурация будет в целом такой же, как у первой линии. Она проявила себя близкой к оптимальной для нас. Только, как я уже говорил, печь будет длиннее, и все три установщика будут Panasonic.

У нас нет претензий к автоматам Mirae: это хорошее оборудование среднего уровня, которое продолжает у нас успешно работать. Просто нам уже нужно оборудование более высокого класса.

### Применяется ли у вас рентген-контроль?

Да. У нас есть установка рентгеновского контроля, она расположена на участке ОТК в одном помещении с участком тестирования. Данное оборудование – из мира микроэлектроники, оно позволяет контролировать не только паяные соединения, но и, например, разварку кристаллов внутри корпусов ИС.

На рентгеновской установке мы проверяем 100% скрытых паяных соединений, таких как соединения компонентов BGA и QFN, на первом изделии каждого проекта, чтобы убедиться, что все режимы подобраны правильно и что количество пустот соответствует требованиям стандарта IPC, либо заказчика, если его требования отличаются, либо производителя компонента, если эта информация указана в документации на компонент. Далее в рамках данного проекта эта установка используется только при поиске причин неисправностей.

### Как у вас выполняется монтаж в отверстия?

Для этого у нас есть двухтигельная установка селективной пайки компании Erga. Выбрав эту машину, мы не прогадали. Обслуживаемая одним оператором, в зависимости от проекта, она заменяет от 5 до 15 монтажников. Это по скорости. А качество и повторяемость у автоматической пайки, конечно, несравнимо выше, чем у ручной. Повторяемость особенно важна при изготовлении СВЧ- и высокоскоростных цифровых плат, потому что в таких изделиях форма галтели может существенно влиять на электрические характеристики.

Кроме того, у сложных цифровых плат может быть порядка 20 слоев с различными полигонами. Пайку, например, разъемов шин данных на этих платах практически невозможно выполнить качественно вручную: очень сложно добиться полного заполнения припоем монтажных отверстий, а ведь таких паяных соединений на плате может быть несколько сотен. Данная установка с легкостью справляется с такой задачей за счет высокой тепловой мощности.

Также у нас есть две установки для монтажа компонентов в отверстия методом запрессовки.

### Вы используете стандартные аппликаторы для монтажа запрессовкой?

Обычно разрабатываем сами. У нас есть небольшое механическое производство, но чаще изготовление оснастки мы заказываем на стороне по нашим чертежам.

### А много требуется специализированной оснастки?

Достаточно много. Помимо аппликаторов, в некоторых случаях требуется оснастка для фиксации компонентов при селективной пайке, для хранения и транспортировки изделий. И, конечно, нельзя забывать о тестовой оснастке.

### Тестирование – функциональное?

Да, после того, как изделие собрано и проверено ОТК, на участке тестирования выполняется его прошивка, если она требуется, и проверка функционирования.



Установка рентген-контроля Nordson DAGE Quadra 7





### Система селективной пайки Ersaflo 3

При необходимости мы выполняем испытания на воздействие влажности и термоциклирования с подачей напряжения – оборудование для этого у нас есть.

### Почему вы не используете автоматическое оборудование для тестирования?

Во-первых, это оборудование слишком дорогое, если мы говорим о «летающих пробниках». Цена такой установки – это сотни тысяч долларов. На эти деньги можно долгое время содержать несколько квалифицированных инженеров по тестированию.

Во-вторых, подготовка программ для таких машин занимает одну-две смены. За это время можно легко протестировать партию характерного для нас объема вручную.

### Вы отмываете платы или работаете по безотмывочной технологии?

И так и так. Это зависит от требований заказчика. Когда необходима влагозащита, будь то конформное покрытие, заливка компаундом или иной подобный метод, конечно, мы моем собранные платы. Если влагозащита не выполняется, обычно применяется безотмывочная технология, но иногда и в таких случаях отмывка входит в состав требований заказчика.

Отмываем платы струйным методом. Для этого у нас есть две установки. Одна из них – пожалуй, самая старая установка на нашем производстве. Она появилась у нас в 2011 году, но продолжает успешно справляться со своими задачами. Вторую машину мы приобрели в прошлом году – в рамках расширения производства.

Отмывочная жидкость и режим мойки подбираются индивидуально под каждую паяльную пасту, под каждый флюс. Водоподготовка у нас собственная – две станции деионизации.

### Участок отмывки

Влагозащиту мы тоже выполняем сами. У нас имеется установка селективной влагозащиты с четырьмя головками для нанесения покрытий на определенные области, а также оборудовано рабочее место для нанесения покрытий распылением.

### Возвращаясь к новому цеху, вы его готовите в связи с планируемым расширением? Как вы считаете, рынок контрактного производства в России будет расти?

Да, мы видим перспективы развития этого рынка и нашей компании в частности. Начиная с 2010 года мы росли по выручке примерно на 50% в год, за исключением разве что 2018 года, когда рост тоже был, но не такой высокий.

Этому росту способствует, в частности, импортозамещение. Правда, у нас не было ни одного заказчика, который пришел бы с проектом, разработанным специально для замены импортных изделий, но поскольку конечные потребители из-за санкций или требований к закупке отечественного оборудования стали больше приобретать изделия наших заказчиков, то и у нас объемы растут.

Также есть интерес к локализации производства продукции на территории России у зарубежных компаний. Но пока только интерес. У нас есть в разработке пара проектов с азиатскими производителями, но мы их интересуем как производственную площадку с удобным расположением с точки зрения логистики для работы с европейским рынком, не локальным российским. Наш внутренний рынок для них всё еще очень мал, чтобы рассмотреть его отдельно.

Но в целом мы позитивно смотрим в будущее. Уверен, наши надежды оправдаются.

**Спасибо за интересный рассказ.**



# ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ СЕРИЮ КНИГ «МИР РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Уникальность этой серии в том, что в редакционный совет вошли крупнейшие специалисты в данной области, которые в силу своих профессиональных обязанностей хорошо представляют как направление развития современных технологий, так и их востребованность в нашей стране. Члены редакционного совета принимают участие и в отборе книг для серии, и в научном редактировании, обеспечивая их высокий уровень. В настоящий момент в серии вышло более 30 книг.



Издательство «ТЕХНОСФЕРА» совместно с Департаментом РЭП Минпромторга РФ приглашает руководителей и специалистов предприятий радиоэлектронной промышленности к участию в издании серии «Мир радиоэлектроники».



Если у Вас есть желание издать свою книгу или принять участие в научном редактировании переводного издания, направляйте Ваши предложения по адресу [redsovet\\_knigi@electronics.ru](mailto:redsovet_knigi@electronics.ru)

## Как заказать наши книги?

По почте: 125319, Москва, а/я 91  
По факсу: +7 495 956-33-46  
E-mail: [knigi@technosphaera.ru](mailto:knigi@technosphaera.ru)  
[sales@technosphaera.ru](mailto:sales@technosphaera.ru)

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