

# «Умное» производство гражданской продукции

Визит на сборочное производство отдела приборостроения  
АО «НПП «Исток» имени А. И. Шокина»

Ю. Ковалевский



АО «Научно-производственное предприятие «Исток» имени А. И. Шокина» имеет давнюю историю. Образованное в 1933 году как завод «Радиолампа», это предприятие долгое время являлось одним из ведущих в стране в области компонентов радиоэлектронных устройств и СВЧ-систем и остается таковым по сей день.

Однако, следуя требованиям времени, в октябре прошлого года на предприятии был образован отдел приборостроения, ориентированный на гражданскую продукцию широкого применения. В короткие сроки на новой площадке особой экономической зоны «Исток» было организовано сборочное производство, основными продуктами которого должны стать электросчетчики и другие приборы учета. В то же время планируется, что на этом производстве будет выполняться и контрактная сборка электронных изделий для заказчиков с открытого рынка.

Одной из особенностей этого производства стало то, что применение интеллектуальных систем для оптимизации, повышения эффективности и непрерывного улучшения процессов было заложено на самой ранней стадии. Были внедрены программно-аналитические комплексы «Умная линия» и «Умное рабочее место» разработки ООО «Остек-СМТ». И хотя работы по адаптации этих систем под требования предприятия продолжаются, они уже применяются здесь в рабочем режиме.

Начальник отдела приборостроения АО «НПП «Исток» имени А. И. Шокина» Павел Владимирович Редин показал нам новую производственную площадку и рассказал о том, как организовано данное производство, как выбиралось оборудование и для чего используются на предприятии «умные» системы.

**Павел Владимирович, «Исток» – предприятие, хорошо известное преимущественно как разработчик и производитель СВЧ-изделий, прежде всего СВЧ ЭКБ специального назначения. В чем причина организации здесь сборочного производства таких изделий для гражданского рынка, как прибор учета?**

Действительно, это направление для нас совершенно новое. Как известно, Президентом РФ поставлена задача предприятиям ОПК к 2025 году обеспечить долю продукции гражданского назначения 30%, а к 2030 году – 50% от общего объема производства. В то же время, в соответствии с Федеральным законом от 27 декабря 2018 года № 522-ФЗ, со следующего года «умными» электросчетчиками будут оборудоваться все новые многоквартирные дома, а с 1 января 2022 года будут устанавливаться только интеллектуальные счетчики в том числе при замене старых приборов по мере их выхода из строя, окончания срока эксплуатации либо истечении интервала между поверками.

Таким образом, организация производства интеллектуальных приборов учета электроэнергии для нас, с одной стороны, способ выполнить поставленные планы по гражданской диверсификации, а с другой – возможность освоить перспективное с точки зрения рынка направление.

Для решения этой задачи в октябре прошлого года на «Источе» было создано специализированное подразделение – отдел приборостроения. Мы установили линию поверхностного монтажа, линию селективной пайки, организовали рабочие места для ручного монтажа и слесарных операций, а также участки испытаний, выходного контроля, калибровки и прогона приборов учета.

Таким образом, у нас реализован полный цикл, начиная со вскрытия упаковок с печатными платами и компонентами и заканчивая упаковкой готового изделия для отгрузки заказчику.

Сейчас мы находимся в самом конце этапа запуска серийного производства. Уже была выпущена первая партия изделий объемом 4 000 шт.

### Это опытная партия?

Не совсем. Опытные партии обычно выпускают для отработки новых изделий, их испытаний, а здесь мы говорим уже о «боевых» приборах, которые пойдут в эксплуатацию. Но и серийной партией это назвать еще нельзя, потому что на ней мы отработывали технологию. Наверное, это одна из особенностей гражданской продукции: нужно как можно быстрее выпустить изделия на рынок, по возможности сокращая количество этапов запуска, совмещая отдельные этапы. Так что, выражаясь языком микроэлектронщиков,

эта партия – нечто вроде риск-производства\*.

**С какими еще особенностями продукции для гражданского рынка, повлиявшими на организацию работы, вам пришлось столкнуться?**

У гражданского сектора много отличий. Мы начали работать с ним на рубеже 2018–2019 годов. Конечно, когда работа была выстроена определенным образом, сложно быстро перестроиться. Процесс адаптации был непростым, и в определенных аспектах он продолжается и поныне. Структура предприятия, характерная для ОПК, включает ряд служб, которые смотрят на изделия вполне определенным образом, и это вызывает некоторые сложности.

В частности, это касается сбыта, который в гражданской сфере устроен совершенно иначе, чем то, к чему привыкли предприятия ОПК. Поэтому, когда мы вплотную занялись этим направлением, впервые на предприятии был создан отдел по продажам гражданской продукции.

**Кто является разработчиком электросчетчиков, которые вы выпускаете?**

Нашим первым партнером и заказчиком стала компания «Милур ИС» – совместное предприятие АО «ПКК Миландр» и АО «Росэлектроника». Новая производственная площадка изначально создавалась именно под этот проект, хотя состав оборудования достаточно универсальный, чтобы решать и другие задачи, поскольку мы развиваем и направление контрактного производства для заказчиков с открытого рынка. У нас уже есть три заказчика, для которых мы планируем запуск изделий в этом году, пробная партия одного из них уже выпущена.



Павел Редин

\* Термин «риск-производство» (risk production) употребляется в различных значениях, однако обычно под этим подразумевается этап внедрения новой технологии, на котором микроэлектронная фабрика считает данную технологию достаточно отлаженной и принимает заказы на изготовление пластин на ее основе, но серийные изделия по данной технологии до этого не выпускались или выпущенных партий еще недостаточно, чтобы производитель мог гарантировать, что изготовленные изделия будут соответствовать всем заданным требованиям. В данном случае имеется в виду не наличие риска для заказчика, а то, что упомянутая партия фактически является одновременно установочной и первой серийной. – Прим. ред.

То, что мы начали именно с электросчетчиков – не самых сложных на сегодняшний день изделий с технологической точки зрения, а также то, что это происходило в сотрудничестве с таким опытным разработчиком, как «ПКК Миландр», и сильным поставщиком технологий – Группой компаний Остек, было удачей для нас. Всё это вместе позволило нам освоить необходимые сборочные технологии практически с нуля в очень короткий срок. Даже представители «Милур ИС», которые видели не одно сборочное производство, отмечали, что нам удалось сделать за несколько месяцев то, на что у многих уходит несколько лет. В частности, мы подготовили операторов буквально за полтора месяца, хотя до этого у них не было вообще никакого опыта работы с оборудованием поверхностного монтажа.

### Как выбиралось оборудование для нового сборочного производства? Какие характеристики ставились во главу угла?

Учитывая, что основной продукцией, выпускаемой на этой площадке, должны были стать электросчетчики и другие приборы учета – а это изделия, которые служат не год и не два, – было необходимо оборудование, обеспечивающее в первую очередь качество и надежность выпускаемой продукции. Вероятно, надежность наряду со стоимостью изделий станет решающим фактором при выборе поставщика электросчетчиков для реализации планов по переходу на интеллектуальный учет электроэнергии.

Безусловно, производительность тоже являлась одним из основных критериев выбора оборудования. Сейчас у нас запущена одна линия поверхностного монтажа, но уже есть планы по организации еще двух линий, и производственное помещение изначально планировалось под такое расширение. Это производство в дальнейшем должно обеспечить выпуск 1 млн изделий в год. На данный момент, как и планировалось, мы можем выпускать примерно треть этого объема.

Мы выбирали из двух поставщиков оборудования и в результате остановились на компании Остек. Немаловажную роль в этом выборе сыграла скорость поставки оборудования, а также уровень технологий. В частности, систему селективной пайки Ersaflow 4 / 55, поставляемую Остек-СМТ, мы выбрали потому, что в ней для подачи припоя применяется не крыльчатка, а электромагнитная помпа, что является намного более долговечным решением.

### С производительностью все понятно: эта величина измеряемая. А как задавались критерии качества в ТЗ на оборудование?

Нашим требованием была возможность обеспечения качества в соответствии со стандартами IPC. Кроме того, целевой уровень качества влияет на состав контрольного оборудования. Так, в нашей линии поверхностного монтажа имеются установки АИП (SPI) и АОИ, встроенные в линию,

причем между АИП и принтером организована обратная связь, благодаря которой осуществляется автоматическая коррекция процесса нанесения пасты.

Также мы с самого начала поставили перед собой задачу обеспечения полной прослеживаемости процесса производства. Это важно как для восстановления истории изделия, так и для корректирующих действий, если что-то пошло не так.

Остек-СМТ предложил нам такие решения собственной разработки, как программно-аналитические комплексы «Умная линия» и «Умное рабочее место», которые позволяют не только отслеживать, когда и кем производилась определенная операция, но и собирать данные о режимах и прочих условиях ее выполнения, отображать их в удобной форме в реальном времени и формировать отчеты для анализа качества и эффективности производства.

Особенно я бы отметил именно «Умное рабочее место»: отслеживать ручные операции сложнее всего, а эта система успешно справляется с данной задачей. Благодаря данному решению у нас всегда есть подробная информация о выполнении таких операций. Сейчас у нас организовано 24 рабочих места, оборудованных этой системой.

Должен сказать, что наше решение внедрить «Умную линию» было связано не только с вопросами обеспечения качества. Эта система позволяет повысить производительность путем более эффективного использования оборудования. Она в реальном времени рассчитывает такой показатель, как общая эффективность оборудования (ОЕЕ). По его динамике и значениям входящих в него критериев можно оценивать загрузку линии, выявлять и устранять потери операционного времени и контролировать выход годных с первого прохода, что также позволяет увеличивать общую производительность за счет снижения объема работ по устранению дефектов.

Вся информация с интеллектуальных систем у нас передается в платформу промышленного Интернета вещей IIoT.ISTOK, которая осуществляет непрерывный мониторинг производственного, технологического и инженерного оборудования всего предприятия. «Умная линия» и «Умное рабочее место» передают в IIoT.ISTOK показатели ОЕЕ и значения составляющих его критериев: доступности, производительности и качества, а также другие данные, например состояние каждой установки, причины простоев, время цикла, температуру в различных зонах печи и т.д. Если технологические режимы выходят за пределы допустимых значений, система выдает сигнал тревоги. Отображение собранной информации производится в диспетчерской, где имеется большой экран. Также в IIoT.ISTOK у нас построена 3D-модель инженерных систем предприятия, на основе которой мы обеспечиваем мониторинг таких параметров, как температура, влажность, запыленность, различные характеристики технологических газов и жидкостей и проч.



Отображение показателей эффективности использования оборудования и других производственных параметров, собранных системами «Умная линия» и «Умное рабочее место», на экране в диспетчерской

Оптимизация процессов и повышение эффективности использования оборудования также способствуют снижению себестоимости продукции. Современная электронная промышленность устроена так, что изделия должны становиться всё дешевле, и такие инструменты, как «Умная линия» и «Умное рабочее место», в этом очень помогают. Кроме того, они позволяют следить за процессами при больших объемах выпуска, не раздувая штат сотрудников, контролирующих эти процессы. А это значит, что мы сможем увеличивать объем выпуска и, как следствие, объем продаж, при этом поддерживая необходимый уровень качества продукции и сокращая затраты.

### Почему такое большое количество рабочих мест для ручных операций? Линия селективной пайки не справляется с монтажом в отверстия?

Не совсем так. Конечно, в таких изделиях, как приборы учета, относительно много компонентов, монтируемых в отверстия. У различных разработчиков их доля разная, но можно сказать, что на собираемых нами изделиях она составляет в среднем порядка 30%. Их большинство монтируется на линии селективной пайки. Однако полностью ручные операции исключить не удастся: это и монтаж проводных соединений, и, при необходимости, мелкий ремонт.

Но 24 рабочих места, которые я упомянул, – это не только электромонтаж. Сначала мы планировали установить «Умное рабочее место»

только на электромонтажные операции, но, ознакомившись с системой поближе и оценив ее возможности, решили оборудовать ею и слесарные операции для реализации сквозного контроля.

Плюс «Умное рабочее место» – очень удобный инструмент для того, чтобы в более наглядной для исполнителя форме доносить до него информацию об операции, которую ему необходимо выполнить. Каждый шаг, который требуется сделать в рамках производственного процесса, отображается на экране, причем исполнитель видит, какие действия уже выполнены, а какие еще предстоит выполнить. Таким образом, он имеет перед собой своего рода чек-лист, в котором помечает то, что сделал.



Отображение информации для выполнения операций на дисплеях системы «Умное рабочее место»

Также к каждой операции можно добавить дополнительную информацию, описать ее особенности, проиллюстрировать с помощью операционных эскизов и фотографий. В результате информация доносится до всех исполнителей без задержек, и не возникает проблем, связанных с изменениями в изделиях или техпроцессе, о которых исполнители без такой системы могли бы оказаться вовремя не проинформированы.

### Как в эту картину вписывается селективная пайка? Ведь она в некотором смысле занимает промежуточное положение между автоматической линией поверхностного монтажа и ручным монтажом.

Пока селективная пайка выпадает из этой картины. Сейчас прослеживаемость обеспечена по всем операциям, кроме этой. Но в скором времени мы планируем установить дополнительный компьютер и сканеры штрихкодов, чтобы этот пробел устранить.

Когда селективная пайка будет подключена к системе «Умная линия», у нас будет всё необходимое для формирования электронного паспорта изделия – важного и удобного документа для подтверждения качества продукции, полностью лишённого воздействия человеческого фактора.

### Вы планируете интеграцию решений «Умная линия» и «Умное рабочее место» с ERP-системой предприятия?

Конечно. Такая интеграция напрашивается сама собой. Но на данный момент у нас решается вопрос о том, на базе какой ERP-системы это будет делаться. На «Источке» есть ERP-система собственной разработки, есть отдел программистов, работающих над ней. Но она изначально была ориентирована на традиционные направления предприятия, и для нашего сборочного производства она не совсем подходит. Сейчас необходимо принять решение, будет ли эта система дорабатываться под нашу специфику либо будет использована в качестве основы одна из ERP-систем, присутствующих на рынке.

### После того как оборудование и программные решения были выбраны, как происходил процесс пусконаладки?

Это была очень плотная совместная работа с Остек-СМТ. Когда привезли, распаковали и расставили оборудование, казалось, что мы уже близки к финишу, что еще немного, и всё это заработает. Но понадобилось еще около месяца на то, чтобы всё состыковать и наладить под наши задачи. Потребовались даже некоторые доработки оборудования. Например, в системе АОИ, установленной после влагозащиты для контроля качества нанесения покрытия, пришлось дорабатывать конвейер, чтобы обеспечить необходимое фокусное расстояние при



### QR-код на оборудовании для работы с сервисным приложением Остек-СМТ

инспекции высоких компонентов. Фактически это была кастомизация, которая была выполнена самим производителем этой установки.

### Месяц на пусконаладку – это не так много. Помогали ли в оперативном решении этой задачи сервисные онлайн-решения Остек-СМТ?

Действительно, команда Остек-СМТ действовала очень оперативно. Но, честно говоря, мы работали по старинке: если нужно было что-то безотлагательно решить, я просто звонил на мобильный телефон начальнику их сервисной службы, и буквально на следующий день приезжал их инженер и производил необходимые работы.

Тем не менее сервисное мобильное приложение от Остек-СМТ кажется мне весьма перспективным и удобным, просто пока оно непривычно. Возможно, в дальнейшей работе, при плановом или внеплановом обслуживании, оно сыграет свою роль. Пока это сложно оценить: неожиданных нештатных ситуаций, требующих оперативной реакции и возможности отслеживания работ по их устранению, таких как серьезные сбои и тем более выход из строя оборудования, еще не было.

Плановое взаимодействие с Остек-СМТ продолжается. Они помогают обучать наших специалистов. Кроме того, продолжается адаптация программных решений – систем «Умная линия» и «Умное рабочее место». Если сборочное производство было новым направлением для нас, то эти решения – совсем неизведанная сфера, и, конечно, по мере их эксплуатации возникают пожелания к программистам внести те или иные изменения или дополнения.

### Вы работаете с отечественной или зарубежной ЭКБ?

В основном применяются зарубежные компоненты, и причина этого прежде всего в стоимости. Тем не менее руководство предприятия прекрасно осознает

Комплекс поверхностного монтажа

# УМНАЯ ЛИНИЯ



**290 000 €**  
Специальная цена

## Высококласное оборудование

Надёжное оборудование от ведущих мировых производителей

## Комплексная автоматизация

Управление качеством и эффективностью на базе ПАК Умная линия®

## Сервисная поддержка

Расширенная гарантия 2 года, годовое ТО и онлайн-поддержка

## Технологическое обучение

Курс обучения по технологии, доступ к базе знаний онлайн



Узнать больше

Остек-СМТ | Группа компаний Остек

Технологические решения для производств радиоэлектронной аппаратуры  
+7 (495) 788-44-41 | [smt@ostec-group.ru](mailto:smt@ostec-group.ru) | [ostec-smart.ru](http://ostec-smart.ru)

необходимость импортозамещения ЭКБ, в особенности в отношении наиболее критичных компонентов, которые и делают устройство интеллектуальным, таких как микроконтроллеры. Перед нами поставлена задача поиска и оценки отечественных поставщиков, и мы будем ее постепенно решать совместно с разработчиками изделий.

Само собой, в изделиях «Милур ИС» применяются микроконтроллеры «ПКК Миландр» – это одно из основных направлений данной компании, в котором она достигла существенных успехов.

А вот среди простых компонентов – дискретных, а также простых ИС – отечественных практически нет. Могут называть разве что геркон, который производится в Рязани.

### Как осуществляется хранение компонентов перед сборкой?

Для этого у нас организован интеллектуальный склад на основе решений ISM UltraFlex 3600 и ISM 500 от компании Essegi Automation. Этим двух шкафов хватает для хранения всей комплектации для планируемых объемов производства установленной линии поверхностного монтажа.

Эти шкафы выдают катушки с компонентами в соответствии с производственным заданием, исключая на этом этапе человеческий фактор. Оператору остается только зарядить компоненты в питатель. Шкафы связаны с автоматами установки компонентов еще одним решением Остек-СМТ – Склад 4.0. И когда компоненты в каком-либо питателе подходят к концу, шкафы автоматически выдают катушку для дозагрузки в питатель. Кроме того, они следят за остатком типонаименований, находящемся на хранении, и когда этот остаток становится меньше определенного порогового значения, выдают уведомление персоналу о необходимости пополнения склада.

Хранение в этих «умных» шкафах осуществляется с соблюдением всех необходимых климатических условий, таким образом отсутствует необходимость в отдельных шкафах сухого хранения или высушивании компонентов перед монтажом.

### Однако в производственном помещении большое количество шкафов сухого хранения. Для чего они используются?

В них хранятся в основном полуфабрикаты – межоперационный запас, для того чтобы эти еще

незаконченные изделия не подвергались воздействию повышенной влажности. Это могут быть изделия, на которых уже установлены компоненты поверхностного монтажа и которые ожидают поступления на операцию селективной пайки. Также это могут быть платы с двусторонним поверхностным монтажом, у которых собрана только одна сторона. Пока у нас таких изделий не было, но мы готовы к двусторонней сборке. В этом случае собирается сначала одна сторона, затем магазин из разгрузчика просто переворачивается и устанавливается в загрузчик в начале линии, после чего выполняется сборка по программе для второй стороны. Но если партия достаточно большая, чтобы сократить количество переналадок линии со сборки первой стороны на сборку второй, имеет смысл сформировать межоперационный запас из плат, собранных с одной стороны.

### Что за установка в линии расположена сразу после загрузчика?

Это лазерный маркировщик Nutek LMC-S3. Как я говорил, мы ставим перед собой задачу обеспечения полного прослеживания изделий в процессе их производства, а для этого необходимо, чтобы каждой плате было присвоено свое уникальное «имя». Данная установка с помощью лазера наносит это «имя» на плату в виде штрихкода.

Далее конфигурация линии традиционная: принтер Ekra Serio 4000 Speed, АИП S3088 SPI от компании Viscom, два автомата установки компонентов компании Hanwha, далее расположен инспекционный конвейер, конвекционная печь Ersal Hotflow 4/20 с 10 зонами нагрева и тремя охлаждениями, буфер, АОИ Viscom S3088 Ultra Chrome и разгрузчик с отбраковочным конвейером компании Nutek.



Интеллектуальный склад на основе решений ISM UltraFlex 3600 и ISM 500 компании Essegi Automation

### Много ли времени занимает подготовка программ для АИП и АОИ? Как долго выполняется переналадка линии в целом?

Внедрение автоматической инспекции занимает время. Это связано с наполнением базы компонентов. По мере ее наполнения написание и корректировка программ инспекции выполняются всё быстрее, и в конечном итоге занимают несколько минут.

Наибольшее время требуется на зарядку компонентами установщиков. Пока мы не вышли на плановую загрузку, мы останавливаем линию для переналадки и все операции выполняем непосредственно на оборудовании. Это занимает различное время в зависимости от сложности изделия. Если говорить о переходе с одного изделия «Милур ИС» на другое того же разработчика, которые не сильно отличаются друг от друга, то переналадка занимает порядка четырех часов. В дальнейшем мы планируем по возможности выполнять работы по переналадке вне линии. Это, конечно, повысит эффективность использования оборудования.

### Какой самый миниатюрный компонент вы устанавливаете на линии?

Сейчас это 0402, но линия позволяет работать с компонентами гораздо меньшего размера.

### И для таких компонентов уже требуется АИП?

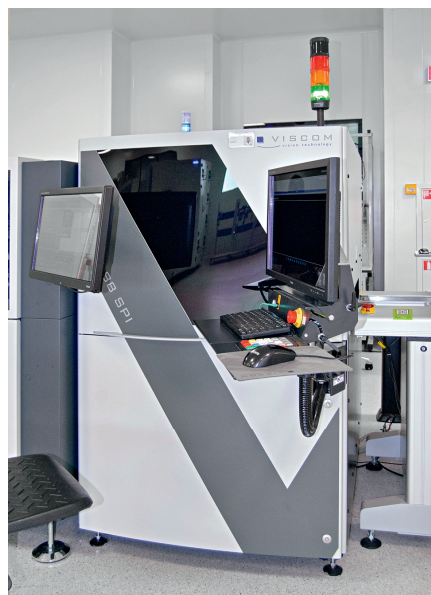
Да, в особенности в начале нашей работы мы выявляли отклонения отпечатков пасты. Сейчас, когда процесс уже достаточно отработан, такие проблемы уже

практически не возникают, но наличие инспекции нанесения паяльной пасты мы всё равно считаем важным. Это система трехмерной инспекции, и она позволяет контролировать как расположение отпечатков, так и их объем и профиль, а эти параметры напрямую сказываются на качестве и надежности готового изделия. Если возникнут отклонения – а от этого никто не застрахован – необходимо их обнаружить на самом раннем этапе. Особенно это важно при крупносерийном производстве, которое мы рассчитываем обеспечить на этой площадке, так как при позднем выявлении дефектов нанесения пасты к этому моменту может быть собрано уже довольно большое количество некачественных изделий.

### Какой установкой определяется производительность линии?

При выборе оборудования мы предусмотрели возможность дальнейшего масштабирования линии поверхностного монтажа. Поэтому оборудование, установленное вокруг установщиков, гораздо более производительное, чем сами установщики, и, как следствие, именно их производительностью определяется производительность линии в целом.

Сейчас у нас классическая конфигурация из двух автоматов установки компонентов, один из которых – двухпортальный установщик Hanwha Decan S2 с 10 захватами на каждой головке – выполняет задачи чип-шутера, а второй – универсальный автомат Hanwha SM485 с одним порталом, головка которого оснащена четырьмя вакуумными захватами и дополнительным инструментом



Система автоматической инспекции нанесения паяльной пасты S3088 SPI компании Viscom



Автоматы установки компонентов: Hanwha Decan S2 (слева) и Hanwha SM485 (справа)





Печь оплавления Ersa Hotflow 4/20

для установки компонентов в отверстия. Тяжелые компоненты, а также компоненты, требующие прецизионной установки, ставятся вакуумными захватами. Компоненты в отверстия в линии мы пока не монтировали, но такая возможность есть.

Максимальная заявленная производительность установщика Hanwha Decan S2 составляет 92 тыс. комп./ч, реальная – порядка 55–60 тыс. У универсального автомата максимальная производительность 22 тыс. комп./ч, но реальная скорость установки зависит от конкретных монтируемых компонентов.

#### А какова емкость питателей этих установщиков?

На Decan S2 можно установить по 60 питателей из 8-мм лент с каждой стороны. У SM485 емкость такая же, но с задней стороны у нас установлен питатель из палет, поэтому питателей из лент можно установить меньше.

#### Пайку вы осуществляете по свинцовой или бессвинцовой технологии?

На данный момент только по свинцовой. Мы используем безотмывочную паяльную пасту компании Indium.

#### Зачем такая длинная печь, если вы не выполняете бессвинцовую пайку?

Для этого есть несколько причин. Во-первых, это возможность масштабирования линии, о которой я уже говорил. Мы всегда можем добавить автомат установки компонентов, и печь не будет являться узким местом в линии.

Во-вторых, чем больше зон нагрева, тем более точный и плавный профиль может быть получен в печи, а это непосредственно влияет на качество паяных соединений, в особенности если изделия сложные. Для тех изделий, которые мы собираем сейчас, вероятно, хватило бы и семи зон нагрева, но поскольку мы ориентированы и на контрактное производство, наше оборудование должно быть достаточно гибким, чтобы справляться с разными задачами.

И в-третьих, учитывая растущее внимание к защите окружающей среды, переход на бессвинцовую технологию в том числе в производстве приборов учета – вопрос времени. Поэтому мы выбирали оборудование таким образом, чтобы иметь возможность в любой момент вне-

дрить бессвинцовый процесс. Требования к термопрофилю при бессвинцовой пайке еще выше, чтобы, с одной стороны, обеспечить оплавление припоя во всех паяных соединениях, а с другой – не повредить компоненты и плату. Имея большое количество зон нагрева и охлаждения, достичь требуемого результата проще.

В силу того, что пока мы не осуществляем бессвинцовую пайку, на данный момент наша печь не подключена к источнику азота, но если необходимость в инертной среде возникнет, это также можно будет обеспечить.

#### На предприятиях, работающих много лет, на вопрос о том, как осуществляется термопрофилирование, как правило, отвечают: «У нас есть несколько отработанных профилей. Обычно можно выбрать из них, и лишь изредка требуется небольшая коррекция». А от чего отталкивались вы, разрабатывая свой первый профиль?

Нам в этом помогали инженеры Остек-СМТ. На первых порах были непропаи, были и «надгробные камни», которые, вероятно, можно было бы предупредить на этапе конструирования. Но в результате удалось подобрать такие параметры профиля, что эти проблемы исчезли.

Мы сняли необходимые показания с помощью термопрофайлера, идущего в комплекте с конвекционной печью Ersa, а функция «Автопрофайлер» программного-аналитического комплекса «Умная линия» помогла нам быстро смоделировать нужный профиль.

Сейчас мы собираем конструктивно похожие друг на друга изделия, и одного профиля для них для всех достаточно.

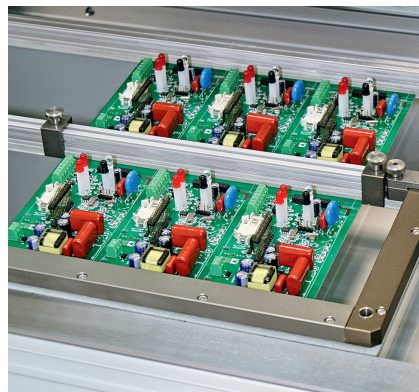


Буфер Nutek и система автоматической оптической инспекции Viscom S3088 Ultra Chrome

### Перед системой АОИ у вас установлен буфер. В чем его назначение?

При отладке новой программы на АОИ нужно убрать ложные срабатывания. Как правило, в начале сборки нового изделия доля ложных срабатываний АОИ составляет порядка 15%. Изделия, которые АОИ сочла дефектными, отделяются от остальных на отбраковочном конвейере. Далее сотрудник ОТК проверяет те места, где обнаружены предположительные дефекты, и принимает окончательное решение, является ли данное состояние приемлемым по стандарту IPC-A-610 или же это действительно дефект.

Если контролер замечает, что в определенном месте сборки АОИ слишком часто выдает ложные срабатывания,



Мультиплицированные заготовки в оснастке для выполнения селективной пайки

он корректирует программу. Это занимает некоторое время, в течение которого выходящие из печи изделия и накапливаются в этом буфере.

Отмечу, что после таких корректировок программы инспекции количество ложных срабатываний сокращается до 2% и менее.

### Селективная пайка у вас организована в виде линии с рабочими местами монтажников. Как обеспечивается синхронность операций в этой линии?

В линию входит пять рабочих мест монтажников. Их количество рассчитано исходя из числа компонентов, монтируемых в отверстия, на типичной плате, так чтобы один человек ставил не более пяти-шести компонентов, что позволяет минимизировать влияние человеческого фактора. В процессе монтажа применяются палеты, на которые устанавливаются по две мультиплицированные заготовки. У монтажного конвейера есть два режима работы: либо он постоянно движется на малой скорости и установка выполняется «на ходу», либо он работает с остановками, позволяя каждому монтажнику установить компоненты, и продолжает



Линия селективной пайки



Установки струйной отмычки HyperSwash компании PVT Works

движение после нажатия монтажником кнопки по завершении выполнения операции. Мы используем второй режим, поскольку у нас каждый монтажник устанавливает несколько компонентов, и делать это при движении конвейера неудобно.

После того, как все компоненты установлены, палета отправляется в машину селективной пайки, имеющую в своем составе модуль флюсования, двойной модуль

ИК-преднагрева и модуль пайки с двумя ваннами припоя. Отмечу, что флюсование в установке может выполняться двумя способами: точечным и факельным. Мы уже пробовали оба способа. Там, где возможно применение факельного метода с маскированием специальным материалом, который нам тоже помогли подобрать специалисты ГК Остек, этот способ показывает большую производительность. Думаю, что в дальнейшем мы будем использовать оба варианта.

Что касается синхронности операций, это достигается прежде всего правильным подбором монтажников. Мы ориентированы на «бережливое производство», а один из главных принципов этой системы в том, чтобы каждый делал то, что делает лучше всего. Поэтому для работы на этой линии мы выбрали монтажников, которые выполняли установку штыревых компонентов быстро и без ошибок. Именно благодаря их навыкам, задержек здесь не возникает.

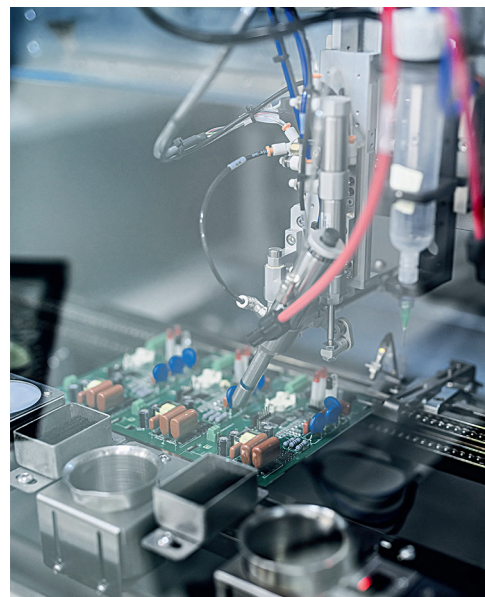
#### Вы говорили, что используете безотмывочную паяльную пасту. Для чего тогда применяются установки отмычки?

Среди изделий, которые мы выпускаем, есть те, которые требуют нанесения влагозащитных покрытий, например сплит-электросчетчики, устанавливаемые на столбы линий электропередачи. Поскольку они работают в уличных условиях, к ним предъявляются повышенные требования по защите от внешних воздействий.

Если на сборку наносится влагозащитное покрытие, отмычка от остатков паяльной пасты необходима. Но мы отмываем все изделия, даже если их покрытие не



Слева направо: загрузчик Nutek, установка селективной влагозащиты SL-940 и установка отверждения покрытия S-9UV компании Nordson Asymtek



Головка нанесения влагозащитного покрытия установки Nordson Asymtek SL-940



Система автоматической инспекции нанесения покрытия S3088 CCI компании Viscom

предусмотрено. Это требование заказчика: на сборке не должно быть остатков даже низкой активности.

Для отмывки у нас есть две струйные установки замкнутого цикла HyperSwash компании PBT Works. Поскольку остатки безотмывочных паст удалить водой невозможно, мы используем средства на спиртовой основе. Полный цикл, включающий отмывку, полоскание в деионизованной воде и сушку, занимает 45 мин.

#### Сталкивались ли вы с такой проблемой, как белый налет?

Да, поначалу белый налет встречался. Но путем повышения температуры отмывки нам удалось полностью от него избавиться.

#### Как выполняется нанесение влагозащитного покрытия?

Для этого у нас есть машина селективного нанесения Nordson Asymtek SL-940, которая позволяет наносить покрытия с высокой точностью не только на необходимые участки сборки без применения маскирования, но и по краю компонентов благодаря наклону головки.

После нанесения покрытия выполняется его контроль с УФ-подсветкой с помощью установки АОИ Viscom S3088 CCI. Про эту машину я уже упоминал в начале, когда говорил об адаптации оборудования под наши задачи.



Стенд прогона приборов учета электроэнергии

Именно у нее были доработаны инспекционный модуль и конвейер для возможности инспекции нанесения покрытий на высокие компоненты.

#### Когда платы собраны и установлены в корпус, изделия готовы к отправке заказчику?

Еще нет. Такое изделие – это еще не прибор учета. Чтобы им стать, устройство должно пройти этапы прошивки, испытаний, в частности на электрическую прочность изоляции при напряжении 1,5 кВ, калибровки, поверки и прогона, то есть имитации работы в реальных условиях в течение определенного времени. Если мы говорим про электросчетчики, эта имитация достигается в том числе путем формирования на стенде различных режимов потребления энергии в течение определенных временных интервалов, типичных для условий эксплуатации таких устройств.

После того, как эти операции выполнены и прибор признан годным к эксплуатации, он упаковывается и после этого уже может отправляться заказчику.

#### Очевидно, организация этой производственной площадки потребовала больших инвестиций. Есть ли понимание, как быстро они могут вернуться?

Часть средств, вложенных в данное производство, была получена в виде займа от Фонда развития промышленности по программе «Конверсия». Одним из условий был возврат инвестиций в течение пяти лет. Поэтому у нас есть не только понимание этого срока, но и обязанность его обеспечить.

Спасибо за интересный рассказ.