

# НПО «СтарЛайн»: конкурентоспособное контрактное производство

В. Клёсова<sup>1</sup>

УДК 004.31:658(512.88+52.011.56) | ВАК 05.27.06

В электронной промышленности нашей страны уже значительное место принадлежит предприятиям, предлагающим услуги по контрактной сборке электронных узлов. Помимо компаний, специально создававшихся для такой деятельности, ее всё чаще включают в свои программы производители, прежде выпускавшие только продукцию собственной разработки или выполнявшие задания конструкторских бюро из состава объединения, в которое они входят. Зачастую именно такие предприятия обладают наиболее развитой и современной технологической базой и могут предложить потребителю полный цикл изготовления его изделия при высоком качестве, сжатых сроках изготовления и ценовой доступности продукции. Одним из них является Научно-производственное объединение «СтарЛайн», входящее сегодня в топ-5 ведущих контрактных производителей электроники России.

Сегодня заказчиками контрактного производства НПО «СтарЛайн» являются ведущие мировые автопроизводители, авиа- и судостроительные предприятия, а также компании, выпускающие вычислительную технику, средства связи, робототехнические устройства, приборы для электроэнергетической отрасли и предприятия других отраслей. В числе наших заказчиков, например, известные разработчики робототехнических конструкторов «Роббо» и ТРИК. А осенью 2020 года на шоу автономных дронов компании «Геоскан» был поставлен мировой рекорд по числу одновременно поднятых в воздух беспилотников – комплектующие для них были изготовлены в НПО «СтарЛайн».

Такой успех предприятия на рынке контрактной сборки объясняется тем, что на нем созданы условия для максимально полного удовлетворения требований, которые может предъявить заказчик к контрактному производителю радиоэлектроники.

## КОМПЛЕКСНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Компания с 32-летней историей, ООО «НПО «СтарЛайн» разрабатывает и производит охранное и телематическое оборудование для автомобилей. Уникальные и сложные инженерные решения, которые в нем реализуются, должны быть поддержаны высоким качеством изготовления, поэтому в 2013 году в компании было запущено собственное производство радиоэлектронных изделий. Затем появились инструментальный цех по изготовлению пресс-форм и подразделения по производству изделий из пластмасс и кабельной продукции.

Таким образом, НПО «СтарЛайн» обеспечило себе одно из важнейших преимуществ, определяющих конкурентоспособность контрактного производителя: комплексность предлагаемых услуг, способность изготовить для заказчика изделие «под ключ».

Зачастую за изготовлением электроники заказчик вынужден обращаться в одну организацию, пластикового корпуса – в другую, провода и кабели надо приобрести у третьего поставщика, а упаковку для готового продукта – у четвертого. После получения всего этого изделие еще нужно собрать, протестировать и упаковать. Помимо организационных сложностей, такая схема несет риск срыва плановых сроков: если хотя бы у одного из поставщиков в данный момент образовался высокий уровень загрузки, заказ может долго ожидать своей очереди, задерживая выпуск целого изделия.

В НПО «СтарЛайн» изготовление всех компонентов изделия, все необходимые операции с ним осуществляются в одном месте, в рамках единого планирования и единой ответственности за выполнение условий договора. Соответственно, заказчик получает не просто набор из радиоэлектронной «начинки», пластикового корпуса и комплекта кабелей, а изделие, протестированное в полностью собранном виде; при этом вероятность задержки поставки кратно ниже, чем при работе с группой отдельных производителей.

## ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНАЩЕННОСТИ

Сегодня квалифицированного заказчика интересуют не только стоимость и сроки выполнения контракта, но и уровень технической оснащенности подрядчика,

<sup>1</sup> ООО «НПО «СтарЛайн», специалист.

и выполнение требований стандартов по управлению качеством.

Производство НПО «СтарЛайн», расположенное в Ленинградской области, имеет площадь 75 000 м<sup>2</sup>. Продукция изготавливается на автоматизированных линиях и отдельных установках ведущих брендов США, Австрии, Германии, Японии и других стран. Ряд моделей установленного на предприятии оборудования на сегодняшний день не имеет аналогов в России.

Большинство производственных процессов осуществляется в полностью автоматическом режиме. Участие человека при серийном выпуске продукции минимально: настроить, отладить, откалибровать параметры работы оборудования. Технический уровень производственных линий и рабочих мест позволяет выпускать высококачественные электронные устройства любой степени сложности, без ограничений по современной компонентной базе. Например, сейчас для пяти российских предприятий изготавливаются серверные материнские платы, на каждой из которых монтируется более 5 тыс. компонентов.

Производственные линии, тележки, места хранения изделий, рабочие места сотрудников – всё имеет строгую организацию и порядок по системе 5S. Система менеджмента качества НПО «СтарЛайн» сертифицирована и соответствует стандарту ISO 9001:2015 и ГОСТ Р ИСО 9001:2015.

Одним из критериев выбора оборудования для монтажного производства была его энергоэкономичность,



Цех автоматизированной сборки электронных узлов НПО «СтарЛайн»

что вносит заметный вклад в снижение стоимости конечного продукта. Непрерывность производственного процесса обеспечивается системой резервного питания: все линии подключены к источникам бесперебойного питания (ИБП) и автономным дизель-генераторам. Общая емкость ИБП порядка 350 кВА, чего с запасом хватает для работы линий до момента выхода генераторов на рабочий режим.

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Для того чтобы не ограничивать круг возможных внешних заказчиков, особенно если предприятие не только работает на них, но еще и изготавливает продукцию собственной разработки, необходимо иметь хорошо развитую производственную базу – как по производительности, так и по разнообразию технологических процессов и видов изготавливаемых изделий.

Основой радиоэлектронного производства НПО «СтарЛайн» являются четыре автоматизированные линии поверхностного монтажа, четыре линии селективной пайки выводных электронных компонентов и две линии пайки волной припоя. Всё вместе это оборудование позволяет устанавливать до 30 млн компонентов в сутки.

SMD-компоненты устанавливаются на печатные платы высокопроизводительными автоматами Panasonic NPM-W2. Размер компонентов, с которыми могут работать линии, от 01005 (0,4 × 0,2 мм) до 120 × 120 мм. Два из трех автоматов в линии – чип-шутеры с двумя монтажными головами, каждая из которых имеет 16 насадок для захвата компонентов. Третий автомат многофункциональный, он служит для установки микросхем и крупногабаритных, тяжелых компонентов. У него также две головы, но количество насадок меньше: три на одной и восемь на другой.



Смонтированная материнская плата сервера

Чтобы линия не простаивала, автоматы программируются дистанционно (вне линии). Специальное программное обеспечение позволяет оптимизировать процесс сборки таким образом, чтобы все автоматы работали одинаковое время. За счет этого производительность каждой линии поверхностного монтажа доводится до 280 тыс. компонентов в час.

Бездефектную пайку разъемов, реле и других компонентов со штыревыми выводами осуществляют роботизированные линии селективной пайки компонентов сквозного монтажа SENO SelectLine. Каждый автомат укомплектован четырьмя роботизированными наконечниками с припоем, пайка производится в атмосфере азота. Это оборудование кардинально ускоряет выводной монтаж: производительность одной линии селективной пайки равна совокупной работе 60 монтажников РЭА.

Сбор данных о важнейших параметрах процесса пайки происходит автоматически, информация отображается на мониторе оператора.

В 2020 году, в связи с возросшим спросом на изготовление сложнейших многокомпонентных материнских и серверных компьютерных плат, производственные мощности были увеличены за счет закупки и введения в эксплуатацию двух линий пайки волной припоя Ersa POWERFLOW ULTRA XL. Время, которое требуется такой линии для пайки, например одной серверной платы с установленными 6 тыс. электронных компонентов, составляет всего 30 с.

Для выполнения некоторых видов сборочно-монтажных работ, отличных от монтажа компонентов на

печатные платы, на производстве НПО «СтарЛайн» имеется уникальный автоматизированный комплекс на основе двух роботов от мирового лидера – компании ABB. На нем выполняется тонкая работа, которую сложно и долго производить вручную. Например, здесь паяются шлейфы брелоков для автомобильных охранных комплексов StarLine. Оператор только загружает в автомат лотки с печатными узлами и дисплеями брелоков. Далее умные роботы без участия человека производят корректное позиционирование шлейфа брелока и печатного узла, спаивают их вместе. Оператору остается только передать собранные брелоки на операцию тестирования.

Один такой роботизированный комплекс по производительности заменяет 60 работников монтажного участка. Программу роботов можно перенастроить на выполнение любого другого задания в рамках контрактного производства для партнеров.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Если потенциал контрактного производителя в части объемов производства и типов выпускаемой продукции определяет масштаб его деятельности и ту долю рынка, которую он способен «взять на себя», то от качества производимого продукта зависит сама возможность получения заказов и устойчивого существования в бизнесе. В НПО «СтарЛайн» предусмотрен весь комплекс мер, обеспечивающих высокое качество продукции, начиная от выполнения требований по чистоте производственных помещений и применения технологических устано-

вок с высокими точностными характеристиками и заканчивая 100%-ным контролем на каждом этапе изготовления электронного узла, организацией прослеживаемости и автоматизацией процессов подготовки и контроля производства.

Климатическая система чистых помещений поддерживает оптимальные для электронного производства температуру 22–24 °С и влажность воздуха 40–60% – это необходимо, в частности, для сохранения свойств паяльной пасты, без чего невозможно гарантировать 100%-ное качество паяных соединений. Циркуляция воздуха происходит сверху вниз, как в операционной больницы, его полный обмен происходит 12 раз за час. Тройная система очистки обеспечивает удаление частиц пыли и других загрязнений размером 5 мкм.



Антропоморфные роботы ABB

# Хорошее решение современных задач



## Векторный генератор сигналов АКИП-3210 до 6 ГГц

- Диапазон частот ВЧ: 9 кГц... 4 / 6 ГГц
- Диапазон частот ВЧ IQ: 10 МГц... 4 / 6 ГГц
- Диапазон частот НЧ: 0,1 Гц... 1 МГц
- Выходной уровень: -140 дБм... +26 дБм
- Фазовый шум: < -120 дБн/Гц (отстройка 20 кГц)
- Внутренняя и внешняя модуляция: АМ, ЧМ, ФМ, ИМ, IQ
- Полоса пропускания I/Q-модулятора 75 МГц (опция – 150 МГц)
- Поддержка 5G-NR, LTE, WCDMA, WLAN, Blue-Tooth, CDMA
- Генератор последовательностей (пачек) импульсов - опция
- Возможность использования внешних USB-измерителей мощности для контроля уровня выходного сигнала



119071, г. Москва, 2-й Донской пр., д. 10, стр. 4; тел.: +7 (495) 777-5591; факс: +7 (495) 640-3023  
196006, г. Санкт-Петербург, ул. Цветочная, д. 18, лит. В, офис 202; тел./факс: +7 (812) 677-7506  
620089, г. Екатеринбург, ул. Цвиллинга, д. 58, офис 1; тел./факс: +7 (343) 317-3999; ak@prist.ru

prist.ru

Перед нанесением паяльной пасты платы проходят очистку от мельчайших, размером в 5 мкм, загрязнений при помощи адгезивной системы Teknek. Точность нанесения пасты трафаретным принтером Panasonic – 20 мкм, и с такой же точностью устанавливают компоненты автоматы Panasonic NPM-W2.

Важно отметить, что перед поступлением в сборочный автомат каждая плата проходит контроль качества нанесения пасты на установке 3D-инспекции Koh Young. Когда семь лет назад в НПО «СтарЛайн» запустилось производство по сборке электронных узлов, таких машин в России не было. И сейчас их используют лишь немногие компании, поскольку до сих пор распространено мнение, что инспекция нанесения паяльной пасты (АИП) – это лишние затраты, не увеличивающие производительность.

Однако это не так. Если АИП показала, что паста плохо нанесена, то плата задерживается, попадает на автоматическую отмычку, затем сушится и снова отправляется на сборочную линию. Это очень недорогой ремонт с минимальными трудозатратами. Если же такой инспекции не будет, а паста будет нанесена плохо, то об этом станет известно лишь после полной сборки на производственной линии. Перепаивать электронные компоненты, устранять возможные замыкания на микросхемах и другие дефекты придется вручную, а это дорогостоящий и достаточно длительный ремонт. Если же учесть, что неудачное нанесение пасты может быть следствием неполадок в процессе трафаретной печати и, следовательно, затрагивать и другие платы в запуске, то понятно, что затраты, и не только финансовые, но и временные, становятся весьма значительными.

На выходе из последнего в линии сборочного автомата первая плата с установленными компонентами попадает на рабочую станцию, где контролер ОТК производит ее 100%-ный визуальный контроль; только после его разрешения плата попадает в конвекционную печь, где происходит процесс оплавления паяльной пасты.

Каждая сборочная линия завершается установкой АОИ. Инспекции в линиях селективной пайки проверяют смонтированную плату с двух сторон: сверху проверяется соответствие типов установленных компонентов тому, что задано в КД, снизу – качество паяных соединений.

Производство оснащено установкой рентгеновского контроля, с помощью которой проверяется качество паяных соединений в сложных или особых случаях – например, проверка пайки компонентов BGA, – а также тогда, когда заказчик прямо требует проведения рентгеновского контроля.

Проверку электрических цепей платы и параметров компонентов до подачи питания на собранный электронный узел проводит система внутрисхемного

тестирования Takaya APT-I400FA, работающая по технологии «летающих пробников». Испытывается плата, в которой все компоненты уже находятся в составе своих электрических цепей, и тестер позволяет выявить, нет ли на ней замыканий, все ли компоненты соответствуют заявленным характеристикам. Таким образом, изделие безопасно проверяется до момента включения – нет необходимости объяснять, насколько это важно, например, для серверной платы с более чем 5 тыс. компонентов.

На участке функционального тестирования изделия проходят 100%-ный функциональный контроль. Плата размещается на специальном стенде, загружается тестовое программное обеспечение, подается напряжение питания и проводится проверка корректности выполнения целевых функций устройства. Этот процесс реализуется в полуавтоматическом режиме, конструкция стендов в ряде случаев позволяет за один сеанс протестировать сразу несколько изделий.

Финальная инстанция – отдел технического контроля. Его сотрудники еще раз проводят визуальную проверку; сканируется QR-код изделия, уточняется, были ли в ходе производства выявлены дефекты, и в тех немногих случаях, когда были, контролер проверяет, все ли они устранены. После этого изделия попадают на склад.

## ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

Упомянутый выше QR-код является базовым элементом, на котором основывается прослеживаемость – одно из средств повышения эффективности управления производством, предоставляемых сегодняшним этапом цифровизации. Предприятие, на котором в достаточном полном объеме реализована прослеживаемость, с одной стороны, лучше защищено от брака, с другой – устраняет его быстрее и с минимальными финансовыми потерями. Для контрактного производителя внедрение этого инструмента в известном смысле более важно, чем для производства, изготавливающего продукцию по заданиям собственного КБ, – ведь от количества рекламаций, от скорости поиска причины дефекта и надежности ее устранения зависит репутация производителя, а значит, и популярность среди заказчиков и, в конечном счете, коммерческий успех.

В НПО «СтарЛайн» прослеживаемость реализована в полном объеме. Все электронные компоненты, которые поступают на склад от поставщиков, получают уникальный QR-код, проходят входной контроль и попадают в базы данных SAP. Если обнаружится дефектная партия, ее будет легко найти и изъять с производства, а в дальнейшем, может быть, подумать о смене поставщика. При установке катушки с компонентом в питатель оператор линии при помощи своего портативного компьютера



### Нанесение QR-кода на плату

сканирует коды на катушке и питателе – так компонент «привязывается» к питателю. Сборочный автомат, имея доступ к кодам питателей, «знает», какой компонент содержится в каждом из них, и, если номинал компонента не соответствует тому, что должно находиться в данной позиции базы питателей, сообщает об ошибке – человеческий фактор полностью исключен, как и возможность сборки с неправильной комплектацией.

В самом начале линии, сразу после загрузчика, расположена установка лазерной маркировки, наносящая на каждую плату ее QR-код. Вместе с кодами установленных на плату компонентов этот код составляет «портрет» данного электронного узла, по которому далее будет фиксироваться его прохождение по всем этапам технологического процесса.

Регулирует все автоматизированные процессы система учета и контроля производства FactoryLogix с использованием программного обеспечения PanaCIM.

НПО «СтарЛайн» стало первым предприятием в России, которое начало ее применять. Система позволила исключить человеческий фактор и перевести весь бумажный документооборот в электронный. Она отвечает всем требованиям современного производства: полная прослеживаемость, принудительная маршрутизация, автоматизированный процесс инженерной подготовки производства, комплектование и автоматизированный учет расхода материалов. Многоступенчатый контроль и тестирование в сочетании с принудительной маршрутизацией FactoryLogix гарантируют, что покинуть электронное производство и переместиться на участок корпусирования (или подготовиться к отгрузке заказчику) может только продукция, удовлетворяющая требованиям качества и прошедшая все стадии контроля.

Безусловно, цифровизация производства требует существенных капиталовложений и приобретения дополнительных компетенций. Однако она стоит таких затрат. На цифровом предприятии процесс изготовления продукции становится полностью управляемым и прозрачным на всех этапах, создается единое информационное пространство, в котором высокотехнологичное оборудование, аналитические и управленческие IT-системы постоянно обмениваются данными. Это позволяет нарастить объемы выпуска, поэтапно контролировать качество изделий и технологического процесса, а также влиять на цепочку формирования конечной стоимости изделий. По сути, решаются две важные для бизнеса задачи: максимальное снижение себестоимости выпускаемой продукции и поддержание высокого качества изготавливаемых изделий.

Контрактному производителю не стоит проходить мимо таких возможностей, и опыт НПО «СтарЛайн» может служить тому хорошим примером. ●



## ООО ТЕХНО

### Микродозирование высокореактивных pre-flow материалов by ViscoTec

Тел.: (495)735-44-29  
Факс: (495)735-44-28  
<http://www.techno.ru>

Этот компактный, не содержащий металл дозатор ViscoTec обеспечивает точное и надежное дозирование широкого спектра материалов.

Безметаллический дозатор, специально предназначенный для: клеев для анаэробного отверждения, серной кислоты, уксусной кислоты, электролитов на основе серы и хлоридов, гипохлорида натрия, перекиси водорода, жидкостей с ионизирующим излучением.