

Современный облик производства на фоне богатых традиций

Визит на производство ОАО «Юрьев-Польский завод «Промсвязь»

Ю. Ковалевский



ОАО «Юрьев-Польский завод «Промсвязь», как видно из его названия, создавался с целью производства изделий для инфраструктуры связи. Сейчас предприятие изготавливает как заказную продукцию, так и изделия собственной разработки для различных отраслей. Но всё же преимущественную часть продукции предприятия составляют электронные и электротехнические изделия для связи и промышленного электропитания.

Отправляясь на завод, мы планировали, главным образом, познакомиться с тем, как на нем организована сборка печатных узлов, поскольку предприятие выпускает достаточно большие объемы изделий как с поверхностным, так и штыревым монтажом. Однако, пользуясь случаем, мы побывали и в других цехах предприятия.

А началось наше знакомство с заводом в кабинете генерального директора предприятия Николая Викторовича Макеева.

Николай Викторович, ваше предприятие имеет богатую историю. В этом году ему исполнится 87 лет. Расскажите, пожалуйста, как оно было образовано и какой путь прошло до сегодняшнего времени.

Датой рождения нашего предприятия считается 23 октября 1931 года, когда приказом Наркомата почт и телеграфов СССР был организован завод по изготовлению продукции для нужд почты, телеграфа, телефона и радио. Сначала завод производил достаточно простые изделия для устройства воздушных линий.

После Великой Отечественной войны, в годы которой завод изготавливал катушки для связистов, походные кухни, газогенераторные установки, продукция предприятия стала усложняться. Началось производство щитового оборудования, выпрямительных устройств. Далее предприятие многие годы развивалось в этом направлении, его изделия совершенствовались. Так, с селеновых выпрямителей сначала перешли на кремниевые диоды, а затем на тиристоры. Завод являлся основным предприятием по электропитанию в области

связи, его продукция поставлялась по всему Советскому Союзу.

Это продолжалось до конца 1980-х – начала 1990-х годов, когда начался период, тяжелый не только для нашего предприятия. Тем не менее, нам удалось справиться со сложностями того времени, и уже в 1997 году начался новый этап перевооружения производства: были закуплены первые станки фирмы Amada. Это сделало завод одним из первых предприятий в постсоветской России, внедривших современное металлообрабатывающее оборудование, хоть и бывшее в употреблении.

Поскольку предприятие выпускало изделия для связи, в которых применялись не только металлические конструкции, но и электронные устройства на печатных платах, после успешного освоения современных технологий металлообработки мы начали внедрять оборудование для монтажа электронных компонентов.

В настоящее время мы постоянно расширяем и модернизируем наше производство. Например, если говорить о технологии поверхностного монтажа, в 2001 году мы приобрели наш первый автомат установки компонентов Quadra компании TWS Automation. Затем создали средне-серийный участок с тремя автоматами Mydata. С 2014 года у нас изменилась структура партий собираемых печатных узлов: до этого мы изготавливали преимущественно небольшие серии, а с 2014 года у нас появились крупносерийные изделия. В прошлом году объем снова вырос, и мы ожидаем что эта тенденция сохранится. Поэтому в 2014 году мы дополнили имеющийся участок поверхностного монтажа сборочной линией на основе двух

автоматов Yamaha Motor IM, в прошлом году запустили вторую линию, а сейчас готовимся установить третью. Также мы сейчас заказываем новое оборудование для селективной пайки.

Ваше предприятие изготавливает изделия только под заказ других предприятий, или же есть собственные разработки?

Мы позиционируем себя прежде всего как контрактный производитель. Для того, чтобы сделать разработку современной по-настоящему конкурентоспособной продукции одним из основных направлений деятельности, необходимо привлечь достаточно много высококвалифицированных разработчиков. Но, к сожалению, трудно вообразить, что такие специалисты будут готовы переехать в наш небольшой город.

Тем не менее, у нас есть небольшой штат достаточно сильных разработчиков, собственный конструкторский отдел, и мы выпускаем ряд изделий собственной разработки – как металлических конструкций, так и электронных устройств.



Николай Макеев



Одно из изделий, изготавливаемых на предприятии, – источник электропитания для связи СУАП-2 – в процессе производства



Уличный термощкаф для размещения оборудования ТШУ-7 с возможностью охлаждения на эффекте Пельтье – одна из последних разработок предприятия



Означает ли это, что большинство ваших заказчиков сконцентрировано во Владимирской и, может быть, близлежащих областях?

Вовсе нет. Если говорить о малых партиях, возможно, у нас несколько больше заказчиков из Владимирской, Московской, Нижегородской областей, чем из других регионов. Но наши крупные заказчики расположены по всей России.

Получается, что территориальная близость оказывает незначительное влияние на выбор заказчиком контрактного производителя. Что же является основным фактором?

Я думаю, в этом отношении я не скажу ничего удивительного. Заказчики в основном обращают внимание на соотношение стоимости и качества изготовления. Поэтому мы внимательно следим за ситуацией на рынке и существующими на нем ценами.

В то же время, сравнить качество не так просто, как стоимость. Далеко не всегда очевидно, что явилось причиной отказа изделия: некачественное изготовление, ошибка разработчика или конструктора, неправильная эксплуатация, другие факторы. Более того, если мы выполняем только сборку печатного узла, а конечную сборку изделия выполняет сам заказчик, может быть сложно понять, на чьей стороне возник производственный дефект. Поэтому мы стараемся выявлять причины неисправностей совместно с нашими заказчиками, просим возвращать нам для исследования изделия, не прошедшие финальный контроль у заказчика или отказавшие в процессе эксплуатации. Это не только помогает нам «сохранять лицо» перед клиентами и не брать на себя чужую вину, но и совершенствовать свои процессы. Даже если в определенном случае оказывается, что причина отказа кроется в нашем производстве, этот подход ценится заказчиками и в конечном счете дает нам дополнительное конкурентное преимущество.

Для поиска причин эксплуатационных отказов наверняка требуется система прослеживания. У вас внедрена такая система?

У нас существует система, которая позволяет по QR-коду платы восстановить историю ее изготовления, возвратов, ремонтов. Но эта система применяется не для всех изделий, а только для наиболее критичных. На сегодняшний день полная прослеживаемость всех наших изделий нецелесообразна.

Каким образом вам удастся конкурировать с китайскими производителями по драйверам для светодиодного освещения?

Мы смогли оптимизировать наше производство и систему закупок таким образом, чтобы насколько возможно

Драйверы CTC на производстве перед упаковкой

В частности, одно из изделий, которое у нас выпускается в больших объемах, – источники питания (драйверы) для светодиодного освещения серии CTC с номинальной мощностью от 30 до 200 Вт. Эти устройства нашей собственной разработки. Они выпускаются в различных исполнениях, в том числе с гальванической развязкой, встроенной грозозащитой, для работы в помещении и на улице. Отмечу, что нам удалось сделать это устройство достаточно недорогим, и оно выдерживает конкуренцию с китайскими производителями.

С другой стороны, сильным качеством нашего завода как контрактного производства является наличие всех необходимых технологий, включая металлообработку, окраску, сварку, литье под давлением пластмассовых изделий и др., для того, чтобы выполнять полный цикл производства, изготавливать конечную продукцию под ключ для таких областей, как энергетика, железнодорожный транспорт, нефтегазовая отрасль и др.

Судя по тем отраслям, которые вы назвали, среди ваших заказчиков в основном крупные компании. Есть ли некий минимальный порог по размеру партии, чтобы вы взялись за соответствующий заказ?

Нашими заказчиками являются не только крупные, но и множество небольших компаний. Конечно, с большими заказами удобнее работать, но я бы не сказал, что у нас есть какой-то жесткий минимальный объем. Более того, на практике мы практически не отказываем в изготовлении даже единичных изделий нашим соседям – компаниям, расположенным от нас недалеко территориально. И это связано с тем, что мы понимаем, что для них искать производителя в других регионах может быть намного сложнее, а если мы окажемся в подобной ситуации, они, возможно, выручат нас.

снизить себестоимость изделий. В частности, мы полностью ушли от закупок электронных компонентов через дистрибьюторов – покупаем напрямую. Безусловно, в снижении издержек помогли и новое оборудование, и организация производственных участков, нацеленная на эффективное использование имеющегося оборудования. Кроме того, производство в Китае уже не такое дешевое, как это было раньше.

Наконец, немаловажным фактором является то, что заказчики электронной аппаратуры часто предъявляют специфические требования к ее характеристикам, им бывают необходимы определенные исполнения изделий, быстрое внесение в них изменений. Это гораздо проще обеспечить на локальном производстве, что дает нам преимущество перед зарубежными производителями.

То есть в конкурентоспособности производства большую роль играет его гибкость?

Конечно. Если говорить о сборке печатных узлов, лишь небольшая их часть у нас выпускается крупными сериями. Так, в месяц мы собираем около 120 тыс. плат для СТС, но это лишь несколько исполнений. А количество типов мелко- и среднесерийных изделий – порядка 200, при том, что их суммарный объем выпуска составляет порядка 7–8 тыс. плат в месяц. Поэтому при выборе оборудования мы также уделяем большое внимание не только его скорости, но и гибкости, возможности быстрой переналадки для запуска изделия другого типа.

Как это реализуется на практике, нам показал ведущий инженер-технолог производства Анатолий Сергеевич Дрыков.

Анатолий Сергеевич, возможности вашего производства включают далеко не только сборку печатных узлов, но всё-таки хотелось бы начать именно с этой его части.

Тогда начнем по порядку – с компонентов. Большую часть электронных компонентов мы закупаем в Китае.

К сожалению, отечественная компонентная база пока слишком дорогая, и качество подчас оставляет желать лучшего.

Большую часть выпускаемой продукции у нас составляют силовые устройства и оборудование для связи. В них достаточно много различных трансформаторов и дросселей.

Поэтому мы организовали участок, на котором выполняется изготовление таких изделий. У нас имеются автоматические и полуавтоматические станки намотки. Разница заключается в том, что на полуавтоматах производится только намотка, а межслойная изоляция и разделка провода на выводы осуществляется вручную, а на автоматах все эти операции выполняются самим станком. Всего у нас четыре автоматических станка, они используются для крупносерийных изделий – драйверов СТС, а на полуавтоматах изготавливаются партии малого и среднего объема. На нашем оборудовании мы можем выполнять как рядную, так и тороидальную намотку.

После намотки трансформаторов выполняется облуживание их выводов на полуавтоматической установке, а далее – их сборка, которая у нас реализована тоже двумя способами: ручным и полуавтоматическим, при котором работник устанавливает на изделие сердечник, а установка его фиксирует, переносит в зону контроля и выполняет проверку таких характеристик, как индуктивность и коэффициент трансформации.



Анатолий Дрыков



Намотка трансформаторов: автоматическая (слева) и полуавтоматическая (справа)



Готовые трансформаторы, установленные на плату



Среднесерийный участок поверхностного монтажа

Если параметры не соответствуют заданным, установка сбрасывает такое изделие в брак.

После сборки все трансформаторы маркируются с помощью лазера. Собранные вручную изделия проверяются контролерами ОТК.

Сердечники у вас покупные?

Да, мы их покупаем в Китае. Нужно сказать, что от партии к партии их характеристики могут отличаться. Поэтому мы приобрели шлифовальный станок, на котором дорабатываем сердечники, добиваемся такого воздушного зазора, чтобы параметры трансформаторов были в заданных пределах. Этот станок у нас находится в другом помещении.

Когда компоненты готовы, можно приступать к их монтажу на платы. На среднесерийном участке поверхностного монтажа оборудование у вас не объединено в линию. В чем преимущество такой конфигурации?

Эта конфигурация позволяет более эффективно использовать оборудование при небольших партиях. На

нашем среднесерийном участке применяется три автомата: два MY100SX и один MY12. Мы их установили уже достаточно давно, тогда их производитель назывался Mydata*. И благодаря тому, что установки используются автономно, у нас все три автомата обслуживаются одним принтером – MPM UP 2000 HiE фирмы Speedline.

Почему при создании сборочных линий поверхностного монтажа ваш выбор остановился на установках Yamaha Motor IM?

Мы выбрали эти автоматы исходя из соотношения цены и качества. Компания «АссемРус» нам предложила очень выгодные условия для оборудования такого класса. Для первой линии мы приобрели два установщика – чип-шутер YS12 и универсальный автомат YS12F. Они у нас работают с 2014 года и проявили себя как надежное и качественное оборудование. За это время они ни разу не вышли из строя. Поэтому, когда у нас возникла необходимость в дальнейшем расширении производства, мы приобрели вторую линию в той же конфигурации, и третья линия, которую мы покупаем сейчас, будет построена на основе таких же автоматов.

Одно из преимуществ оборудования Yamaha Motor IM – возможность его объединения в единую сеть и управления им из одного программного обеспечения. Мы это преимущество используем: программы для всех четырех автоматов в линиях подготавливаются на одном рабочем месте. К нему же



Многие вспомогательные изделия для собственных нужд предприятие разработало и изготовило само, в частности эти стойки для катушек с компонентами



Широту номенклатуры собираемых печатных узлов можно себе представить по количеству трафаретов на производстве

* В настоящее время – подразделение компании Mucronic. – Прим. ред.



Сборочные линии поверхностного монтажа, приобретенные предприятием в 2017 (слева) и 2014 (справа) годах

будут подключены и те автоматы, которые мы сейчас закупаем.

Отмечу еще одну особенность организации этого участка. У нас применяются два источника бесперебойного питания, которые обеспечивают работу обеих линий в течение 15 мин, что очень важно в случае перебоев или ухудшения качества сетевого питания.

В ваших линиях применяется также оборудование российской компании «ДИАЛ», в частности автоматический принтер «Буран». Какое впечатление у вас от эксплуатации этой установки?

Когда мы только приобрели этот принтер, он «болел детскими болезнями». Были проблемы со стабильностью, с программным обеспечением. В течение первого года

большинство проблем было устранено специалистами компании «ДИАЛ», однако не все. Пока, пожалуй, нельзя сказать, что «Буран» обходит по своим характеристикам современные зарубежные модели, но он на данный момент обеспечивает необходимое нам качество, и, учитывая его низкую стоимость, мы считаем это выгодным приобретением.

Печи у вас установлены вне линий. Это также связано с обеспечением гибкости?

Да. По той же причине в наших печах сетчатые конвейеры, поэтому не нужно постоянно перестраивать их ширину.

У нас две конвекционные печи – шестизонная и пятизонная, которые обслуживают и среднесерийный участок, и сборочные линии. Наличие двух печей позволяет нам, в том числе, одновременно выполнять монтаж партий по свинцовой и бессвинцовой технологиям.



Внутреннее пространство чип-шутера
Yamaha Motor IM YS12



Российский принтер «Буран» в линии



Конвекционные
печи пай-
ки оплав-
лением на
производстве

Платы после пайки у вас отмываются?

Мы отмываем 100% плат. В прошлом году мы приобрели – также в компании «АссемРус» – новую установку отмывки корзинного типа AQUBE LH5 фирмы Kolb Cleaning Technology GmbH. Это система открытого цикла. Для отмывки мы используем средство VIGON, затем выполняется цикл полоскания водопроводной водой, после чего производится финишное полоскание деионизованной водой до достижения заданного уровня проводимости. В этой же системе следующим этапом выполняется сушка печатных узлов горячим воздухом.

После отмывки все платы проходят контроль с помощью систем автоматической оптической инспекции (АОИ). У нас имеется две настольные системы АОИ компании Mek (Marantz Electronics) и отдельностоящая установка YSi-12 фирмы Yamaha Motor IM.

Чем вызвано такое разнообразие систем АОИ?

Так сложилось исторически. Сначала были приобретены относительно простые установки Mek, а когда у нас стали расти объемы и эти установки перестали

справляться с ними, мы закупили более производительную систему YSi-12. Ее мы приобрели одновременно с первыми автоматами Yamaha Motor IM. Но старые установки у нас продолжают использоваться.

Установка YSi-12 выполняет 2D-инспекцию?

2,5D. Она способна измерять высоту в отдельных точках с помощью лазерного высотомера. Это позволяет более эффективно выявлять дефекты некоторых видов, например, поднятый вывод.

Много ли времени занимает программирование этой системы?

По-разному. Иногда до нескольких дней. Ускорить программирование помогает возможность отключения некоторых видов проверок для определенных компонентов. При грамотном подходе это практически не сказывается на качестве результатов инспекции. Также существенно сокращает время программирования наличие данных САПР и библиотеки компонентов.



Установка от-
мывки AQUBE
LH5 компании
Kolb Cleaning
Technology
GmbH



Установка АОИ Yamaha Motor IM YSi-12 за работой

Какие типы компонентов монтируются на ваших линиях поверхностного монтажа?

Специфика тех отраслей, на которые мы в основном работаем, такова, что с точки зрения поверхностного монтажа изделия для них относительно несложные. Мы только около года назад начали выполнять монтаж корпусов BGA. Минимальный шаг выводов микросхем у нас 0,5 мм. В некоторых изделиях применяются чип-компоненты 0201 (дюйм.), но в основном самыми мелкими компонентами являются 0402. Но сами линии позволяют устанавливать гораздо более сложные и миниатюрные компоненты. Так что, в определенном смысле, мы готовы к будущей миниатюризации.

На вашем производстве нет рентгеновского контроля. Как вы проверяете качество пайки компонентов BGA?

Мы этот контроль выполняем с помощью оптических систем, способных «заглядывать» под корпус. Но на практике причина подавляющего большинства отказов, связанных с BGA, находится в самом компоненте. При хорошо отлаженном температурном профиле проблем с пайкой корпусов BGA почти не возникает.

А как вы подбираете профиль?

У нас, по сути, только два профиля: один для свинцовой пайки и один – для бессвинцовой. Мы отладили эти профили опытным путем. Наши изделия не отличаются разнообразием теплоемкости, поэтому в индивидуальных профилях необходимости нет.

Монтаж компонентов в отверстия у вас также разделен по серийности?

Да. У нас есть участок ручной доустановки штыревых компонентов и два отдельных участка селективной пайки.



Установка селективной пайки SelectLine-C от SEHO Systems GmbH



Установка компонентов перед селективной пайкой

Для небольших серий используются четыре машины JADE S-200 MKII компании Pillarhouse, а под крупносерийное производство драйверов СТС мы в прошлом году приобрели в компании «АссемРус» установку SelectLine-C фирмы SEHO Systems GmbH, и еще три такие же системы для двух конвейерных линий уже заказали. Эта установка обеспечивает пайку до 700 плат СТС в день. Сейчас мы ожидаем прихода второй установки, которая будет работать в составе линии с первой и увеличит общую производительность в два раза. А третья и четвертая машины у нас составят вторую линию.

В каждой такой установке по два модуля пайки, которые могут работать в двух режимах – синхронном или параллельном. В синхронном режиме могут паяться две одинаковые платы одновременно, а при параллельной работе модули двигаются независимо и могут обрабатывать либо разные платы, либо одну крупную.



Внутреннее пространство установки SelectLine-C

Данные установки обладают очень хорошей особенностью: помпа для формирования волны припоя электромагнитная и не содержит крыльчатки, что обеспечивает стабильность высоты волны и, как следствие, повторяемость паяных соединений. Кроме того, эта помпа очень надежная, поскольку в ней нет вращающихся частей. Также эти машины оборудованы системой ультразвуковой очистки сопел – через определенное количество циклов модуль перемещается к станции очистки и сопло очищается.

Для работы установок селективной пайки необходим азот, причем его чистота напрямую влияет на качество паяных соединений и количество шлака в ванне припоя. У нас в качестве источника азота применяется азотогенератор Parker domnick hunter NITROSource – недорогой, но качественный и надежный. Чистота азота составляет 99,9995%.

После того, как все компоненты на плату смонтированы, узел отправляется на участок контроля, где проходит электрический контроль и программируется, если это предусмотрено для данного типа изделий.

Драйверы СТС у нас проходят часовой прогон на отдельном участке, после чего проверяются их параметры, в том числе коэффициент пульсации, что очень важно для светодиодного освещения.

Также у нас имеется оборудование для испытаний готовых изделий, в том числе камеры тепла и холода, обеспечивающие испытания при температурах от –60 до +50 °С.

В разговоре с Николаем Викторовичем упоминалось, что СТС выпускаются также в исполнении для уличного применения. Платы таких изделий заливаются компаундом?

Исполнение УХЛ1 требует заливки печатного узла компаундом, и это мы выполняем для всех изделий такого исполнения, не только СТС. Пока это делается вручную,



Участок прогона драйверов СТС

но мы уже заказали установку для заливки компаундом в Беларуси.

Также влагозащиту определенных изделий мы обеспечиваем путем нанесения конформных покрытий. У нас используется две установки селективного покрытия: DIMA DR-070, на которой наносится лак с ультрафиолетовым (УФ) отверждением, и настольная система Asymtek Century C-341 – ее мы используем для нанесения акрилового лака. Применение УФ-отверждения позволяет существенно сократить время цикла. Отверждение такого покрытия происходит примерно за 15 с.

Итак, печатный узел готов и проверен. Что происходит дальше?

Дальше он отправляется на сборку конечного изделия. Предварительно на корпус наносится маркировка. У нас это реализовано двумя способами – шелкографией и тампонной печатью. Последняя используется для источников питания СТС, поскольку шелкография – слишком медленный процесс для таких объемов.

Собранное изделие проходит выходной контроль, ставится соответствующий штамп, затем – упаковка, и изделие готово к отгрузке заказчику.

Добавлю, что во многих наших изделиях применяется жгутовой монтаж. Жгуты мы также изготавливаем сами. Мерная резка и зачистка жил выполняется на автоматах. Затем жгут раскладывается и вяжется на плазах. Монтаж разъемов и наконечников производится вручную.

Помимо процессов изготовления электронных устройств на вашем предприятии реализовано множество других технологий. Могли бы вы вкратце рассказать о них?

Среди наших технологий – металлообработка, сварка, окраска, гальваническое нанесение покрытий и др. У нас есть даже цех деревообработки для изготовления тары. В этих цехах мы тоже постоянно обновляем оборудование и расширяем производство.

Так в цех обработки листового металла мы недавно приобрели станок лазерной резки ML3015eX фирмы Mitsubishi Electric, который позволяет резать как цветные, так и черные металлы.

Мы покупаем сталь в рулонах и сами режем на листы на станке раскроя. У нас имеется ряд станков с ЧПУ компании Amada для вырубки и гибки листов. Также у нас есть полностью автоматический пробивной станок Shear Genius SG компании Finn-Power с автоматической сортировкой отходов и изделий.

В цехе механообработки для изготовления деталей, в которых мы нуждаемся при сборке изделий, у нас применяются, в частности, токарные станки с ЧПУ фирмы Nexturn. Все они подключены к серверу производителя для удаленного мониторинга их работы. Также мы



Слева направо, сверху вниз: Станок лазерной резки ML3015eX фирмы Mitsubishi Electric, пробивные прессы с ЧПУ компании Amada, обрабатывающий центр фирмы Haas Automation, линия подготовки поверхности под окраску сложных изделий, установка литья под давлением

используем обрабатывающие центры компании Haas Automation, выполняющие такие операции, как фрезеровка, гравировка, сверление, нарезка резьбы.

Для изготовления единичных изделий с очень высокой точностью, например деталей пресс-форм, матриц и т. п., у нас применяется электроэрозионный вырезной станок MVI200S компании Mitsubishi Electric.

Окраску крупных деталей простой формы, таких как панели и дверцы шкафов, мы выполняем на автоматической линии. Детали навешиваются на конвейер, проходят ряд этапов подготовки поверхности

в различных ваннах, включая фосфатирование, и поступают в окрасочную камеру, где на них наносится порошковая краска. Порошок, не задержавшийся на поверхности, ссыпается вниз камеры, где он засасывается в систему очистки и вновь поступает на окраску. После нанесения порошка изделия поступают в печь, где происходит полимеризация покрытия. Сейчас у нас имеется две камеры автоматической порошковой окраски.

Окраска изделий сложной формы производится вручную в специальной камере также после соответствующей подготовки поверхности.

Кроме того, у нас есть камера для нанесения жидкой краски. Мы ее приобрели под конкретный проект, где требованием являлось применение краски определенного типа. Эта камера отечественная, ее нам поставила петербургская компания.

Гальваническое нанесение покрытий у нас представлено тремя линиями: для покрытия черного металла цинком, оловянирования цветного металла и покрытия цветного металла никелем.

В заключение я бы хотел обратить внимание еще на один станок, в какой-то мере замыкая круг нашей экскурсии. Это машина для литья под давлением пластмассовых изделий, на которой мы, в частности, изготавливаем детали для наших трансформаторов.



Линия порошковой окраски. Общая длина этого конвейера составляет 1100 м

Спасибо за интересный рассказ, и успехов вам в дальнейшем развитии производства.