

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Научно-практический журнал

РЕПОРТАЖ С ПРОИЗВОДСТВА

4 ДОРОГА В БУДУЩЕЕ
НАЧИНАЕТСЯ С ПЕРВОГО
ШАГА. ВИЗИТ НА ДОНСКОЙ
ЗАВОД РАДИОДЕТАЛЕЙ

20 КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД
РЕШАЕТ ВСЁ. ВИЗИТ НА НОВУЮ
ЛИНИЮ ПОВЕРХНОСТНОГО
МОНТАЖА КОМПАНИИ «ПСБ
ТЕХНОЛОГИИ»

60 ПРОИЗВОДСТВО
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖГУТОВ:
ЭФФЕКТИВНО, ТЕХНОЛОГИЧНО,
НЕДОРОГО. ВИЗИТ В КОМПАНИЮ
«ИКАР ПЛЮС»

Видеть сегодня
формы
изделий будущего
невозможно,

**НО ВОЗМОЖНОСТИ
работы с любыми
формами —
необходимо**

Полный цикл
от проектирования
до производства
изделий

на основе технологии 3D-MID

Решения, предлагаемые Остеком в сотрудничестве с одним из лидеров мировой 3D-MID-индустрии, швейцарской компанией Multiple Dimensions, открывают новые возможности формообразования и миниатюризации электронных устройств.



Автоиндустрия

- переключатели и соединители
- датчики и приводы
- элементы управления
- антенны
- светотехника



Телекоммуникации

- датчики
- элементы управления
- антенны
- модули камеры



Медтехника

- переключатели и соединители
- датчики
- антенны
- слуховые аппараты



будущее
создается

multiple dimensions

www.3dmid.ru
(495) 788 44 44
mid@ostec-group.ru



Уважаемые читатели!



Вы держите в руках последний в уходящем 2015 году номер научно-практического журнала «Вектор высоких технологий». То, с какой скоростью пролетело время, еще раз подтверждает ускорение ритма жизни и технического прогресса. Этот год был насыщен активной работой, событиями и достижениями, о которых мы рассказывали вам на страницах нашего журнала.

Наступающий год для нас особенный. В 2016 году Остеку исполняется 25 лет. Мы многого достигли за это время. И самое важное, чем мы особенно гордимся — это уровень интеллектуальных задач, которые мы успешно решаем вместе с вами. Ведь главный ресурс, с которым мы работаем, — умы наших сотрудников и заказчиков. Благодарим вас, что вы это цените.

Этим особенным номером нам хочется поздравить всех тех, кто упорно трудится над вопросами развития отечественной электроники и радиоэлектроники, и еще раз рассказать о ваших достижениях, целях, конструкторских, организационных, технологических открытиях и находках. Возможности номера ограничены и не позволяют описать сотни и тысячи совместных проектов, которыми мы гордимся. Поэтому и в дальнейшем мы будем продолжать популярную рубрику «Репортаж с производства» и знакомить предприятия друг с другом.

От лица редакции и всей Группы компаний Остек мы желаем вам в наступающем году крепкого здоровья и оптимизма, тепла, радостных событий и интересных свершений. Пусть в ваших семьях царят благополучие, взаимопонимание и хорошее настроение, и пусть сбываются прекрасные мечты и появляются новые желания!

Антон Большаков,
директор по маркетингу

С НОВЫМ ГОДОМ!



Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий»,
свидетельство регистрации: ПИ № ФС 77 — 60644 от 20.01.2015, учредитель ООО Предприятие Остек.

Редакционная группа: Большаков Антон, Волкова Ирина.

121467, Москва, Молдавская ул., д. 5, стр. 2.

E-mail: marketing@ostec-group.ru

тел.: 8 (495) 788-44-44

факс: 8 (495) 788-44-42

Оформить бесплатную подписку на журнал можно на сайте www.ostec-press.ru



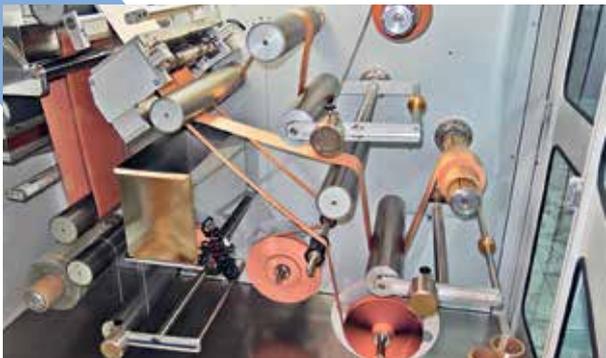
группа компаний

РЕПОРТАЖ С ПРОИЗВОДСТВА

ДОРОГА В БУДУЩЕЕ НАЧИНАЕТСЯ С ПЕРВОГО ШАГА. ВИЗИТ НА ДОНСКОЙ ЗАВОД РАДИОДЕТАЛЕЙ

4

Авторы: Владимир Мейлицев, Илья Шахнович



«ИНФОТЭКС АТ»: ПОЧЕМУ РАЗРАБОТЧИКИ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ ДЕЛАЮТ СТАВКУ НА СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

24

Авторы: Юрий Ковалевский, Алексей Курносенко



КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД РЕШАЕТ ВСЕ. ВИЗИТ НА НОВУЮ ЛИНИЮ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА КОМПАНИИ «ПСБ ТЕХНОЛОГИИ»

32

Автор: Владимир Мейлицев



МАССОВОЕ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО В РОССИИ. ВИЗИТ В КОМПАНИЮ «БОЛИД» 42

Авторы: Илья Шахнович, Максим Шейкин



СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО – КАКОЕ ОНО? ВИЗИТ В КОМПАНИЮ «ДЖЕНЕРАЛ САТЕЛАЙТ» 54

Автор: Илья Шахнович



ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖГУТОВ: ЭФФЕКТИВНО, ТЕХНОЛОГИЧНО, НЕДОРОГО. ВИЗИТ В КОМПАНИЮ «ИКАР ПЛЮС» 60

Автор: Илья Шахнович



АВТОРЫ НОМЕРА

■ **Илья Шахнович**
Заместитель главного редактора журнала
«Электроника: НТБ»
journal@electronics.ru

■ **Юрий Ковалевский**
Интернет-проект «Элинформ»
info@elinform.ru

■ **Алексей Курносенко**
Интернет-проект «Элинформ»
info@elinform.ru

■ **Владимир Мейлицев**
Редактор журнала «Электроника: НТБ»
journal@electronics.ru

■ **Максим Шейкин**
Редактор журнала «Электроника: НТБ»
journal@electronics.ru

РЕПОРТАЖ С ПРОИЗВОДСТВА

ДОРОГА В БУДУЩЕЕ

НАЧИНАЕТСЯ С ПЕРВОГО ШАГА

Визит на Донской
завод радиодеталей

Текст: Владимир Мейлицев
Илья Шахнович

”

Донской завод радиодеталей (ДЗРД) — одно из ведущих предприятий отечественной электронной промышленности, которое специализируется на выпуске керамических изделий для электротехники и электроники из вакуумплотной керамики: металлокерамических корпусов для микросхем, микросборок, мощных транзисторов. Построенный в первой половине 1960-х годов, он воплотил в себе общий организационный подход, сложившийся еще в период индустриализации страны — всем необходимым завод должен обеспечивать себя сам. Таким он остается и сегодня. Это огромное предприятие, в ведении которого находятся все технологические и обслуживающие мощности: от станков по производству целевой продукции до установок водоподготовки, очистных сооружений и электроподстанций.

До недавнего времени номенклатура изделий была в основном унаследованной от советского периода, да и способность производства устойчиво выдавать продукцию постоянно высокого качества оставляла желать лучшего. Но в 2011 году ситуация стала быстро меняться. Сменилось руководство, начался процесс модернизации. В частности, на предприятии появилось новое технологическое оборудование для производства сырой керамической ленты и обработки сырых карт словенской компании KEKO Equipment. Это стало одним из первых крупных шагов энергичной и многоплановой модернизации всего предприятия.

Насколько эффективно оборудование KEKO в условиях реального производства? Каковы цели и планы модернизации, какие задачи стоят перед ДЗРД? С этими вопросами мы приехали в г. Донской Тульской области. Нас встречают генеральный директор Алексей Алексеевич Паньков и директор по развитию производства и новой технике Фазол Канифуллович Насибуллин.

Алексей Алексеевич, ДЗРД — огромный завод, оснащенный еще в советские времена. Модернизация такого предприятия — сложнейшая задача. С чего вы начали?

А. Паньков: Действительно, предприятие очень велико — общая площадь территории составляет 18 га, площадь производственных помещений — почти 97 тыс. кв. м. Своя электрическая подстанция на 110 кВ, она самая большая в городе. Там установлены два трансформатора по 20 тыс. кВт — один работает, второй в резерве. Причем подстанция включена в единую систему РАО ЕС России, так что мы не боимся обрыва сети. Мощности с избытком, мы можем давать ее сторонним потребителям и даем, когда просят. Вода поступает из принадлежащих предприятию артезианских скважин на Васильевском водозаборе. Есть собственные очистные сооружения. Собственная котельная для теплоснабжения. Азот, водород, сжатый воздух — собственного производства. В плане ресурсов производственный комплекс практически самодостаточен.

Однако оборудование, на котором до последних лет работало предприятие, создавалось фактически в 60-х годах прошлого столетия. Это были отечественные тех-



А. Паньков

нологии, предназначенные для работы на отечественном сырье, к сожалению, с невысоким качеством, с очень низким выходом годных изделий. В массовом производстве комплекующих в те годы это было обычным явлением, мириться с которым позволяла разве что закрытость экономической системы государства. Но сегодня, в условиях открытого рынка, нельзя быть конкурентоспособным, имея выход годных менее 50 %. Необходимо было добиться стабильного высокого качества продукции. Это и стало первейшей задачей предпринятого нами переоснащения, проводимого совместно с нашими партнерами, среди которых одним из важнейших стала инжиниринговая компания ООО «Остек-ЭК». Надо было переходить к применению новых качественных материалов и современного высокоточного оборудования, чтобы обеспечить снижение себестоимости, расширение рынков сбыта, увеличение объема выпуска, освоение современных изделий — все то, что дает предприятию устойчивое положение на рынке и перспективу дальнейшего роста.

Как вы планировали работу по обновлению предприятия?

Конечно, в мире существуют компании, способные спроектировать, построить и оснастить завод «под ключ». В нашей области — в производстве керамических комплекующих для электронной промышленности — полноценно сделать такую работу может только одна фирма — японская KYOCERA Corporation. В 70-х годах прошлого столетия при ее непосредственном участии в СССР был построен завод полупроводниковых приборов в Йошкар-Оле. К сожалению, сегодня мы не располагаем объемом средств, который необходим для столь масштабного начинания. Поэтому модернизация предприятия была спланирована как ряд последовательных действий.

Сначала был проведен анализ узких мест, за ним последовала оценка эффективности вложения средств. И после этого, в первые два года реконструкции производства, были нанесены, можно сказать, точечные удары по самым критичным участкам технологической цепочки и инженерной инфраструктуры.

Сначала был проведен анализ узких мест, за ним последовала оценка эффективности вложения средств. И после этого, в первые два года реконструкции производства, были нанесены, можно сказать, точечные удары по самым критичным участкам технологической цепочки и инженерной инфраструктуры.

Хорошим примером здесь может служить азотная станция. В летние месяцы старая установка, в которой азот получался в результате сжижения воздуха, могла просто встать, причем не на часы, а на недели. Остановка азотной станции — это полная потеря объема производства, так как печи обжига не могут работать без азота. Станция стала первым крупным объектом, который был заменен. Мы поставили современную установку мембранного типа, и проблемы с азотом исчезли.

Следующая важнейшая позиция — трафаретная печать. От нее зависит не только качество всех выпускаемых изделий, но и сама возможность их выпуска, если говорить

о новых конструкциях корпусов и подложек, необходимых тем нашим заказчикам, которые производят сложные, миниатюрные, плотно скомпонованные электронные компоненты и устройства. Для решения этой задачи пришлось приобретать не только современные трафаретные принтеры, но и новую технологию изготовления трафаретов. В результате сегодня мы можем делать проводящие дорожки шириной 150 и даже 100 мкм, то есть устанавливать элементы с шагом выводов до 0,2 мм.

Уже эти две позиции, азотная станция и трафаретная печать, позволили достаточно серьезно повысить качество выпускаемых изделий. После этого были приобретены линия для литья керамической ленты, пробивные машины и целый ряд других технологических установок. Проведены работы по реконструкции помещений и оптимизации использования площадей. Они будут продолжены и в дальнейшем.

Подчеркну, результаты не заставили себя ждать. В 2014 году объемы выпуска продукции превысили миллиард рублей — это примерно 6 млн изделий при номенклатуре в 60 наименований. Причем сегодня на предприятии работает чуть более 700 человек — в десять раз меньше, чем в советские времена.

Подробнее о ходе модернизации нам рассказал директор по развитию производства и новой технике Фазол Канифуллович Насибуллин.

Ф. Насибуллин: Предприятие модернизировалось на протяжении всей истории его существования. Качественные показатели производства постоянно улучшались. К началу 1990-х годов нам удалось почти в 70 раз снизить трудоемкость изготовления металлокерамических корпусов массовых типов по сравнению с моментом постановки их в серию, увеличить выход годных более чем в 11 раз, снизить отпускную цену более чем в 10 раз. По объему производства рекордным стал 1990 год, когда только корпусов мы произвели около 72 млн штук более чем 100 типов — а ведь у нас была (и остается) другая продукция. Мощности же предприятия в то время позволяли производить до 100 млн корпусов, а в планах было увеличение их до 200 млн.

Но тут все и остановилось. В 1994 году уровень производства продукции военного назначения — а ведь она для нас была основной — составлял уже чуть более 1,5 % по сравнению с 1990-м. Положение начало выправляться сравнительно недавно, но и сегодня объем и номенклатура заказываемых нам изделий далеко не достигли тех значений. Годовой выпуск сейчас составляет примерно 6 млн корпусов при номенклатуре 45–50 наименований. Из них порядка 30 — изделия прежних типов, которые, в принципе, могут изготавливаться на старом оборудовании по старым технологиям. Од-



Ф. Насибуллин

нако пока эти «старые» изделия кормят завод, поэтому одна из двух главных задач модернизации — снизить их себестоимость, улучшить качество и повысить стабильность процесса их производства.

Те 15–20 позиций новой продукции, которые мы освоили в последние 15 лет, составляют порядка 30 % в объеме производства в денежном исчислении. Конечно, это наша перспектива на будущее. Отсюда — вторая главная задача модернизации: разработка новых конструкций и оснащение цехов необходимым для их изготовления оборудованием.

Начиная с 2000 года, мы очень хотели заняться выводом технологической базы на новый уровень, готовились, изучали, много ездили, со многими встречались. Но реально приступить к модернизации смогли только четыре года назад. Причина — прежде всего, финансы. Никто не хотел выделять инвестиции на модернизацию производства в целом, да и под конкретные проекты тоже. Это извечная проблема таких предприятий, как ДЗРД. Деньги более или менее охотно дают под готовый, «видимый» продукт, а изготовление корпусов — это же низший уровень кооперации: даже не компоненты, а комплектующие для них. Такие производители не попадают в целевые программы, их не понимают в кредитных организациях.

Поэтому средства на модернизацию нам было взять неоткуда, кроме как из прибыли. Снижали издержки, экономили на повышении заработной платы. Но было понятно, что иначе нельзя, если не хотим просто потерять завод из-за неизбежного падения спроса на продукцию.

Вторым важнейшим фактором начала практических и очень интенсивных действий по переоснащению, реконструкции предприятия стал приход нового генерального директора. Его роль трудно переоценить — это не просто активное участие, а порой прямое давление, направленное на поиск и внедрение нового оборудования и технологий. Алексей Алексеевич оценивает и затем активно продвигает все намеченные изменения. Если вопрос для него неясен, он разбирается, предлагает идеи — и они срабатывают. Не будет преувеличением сказать, что без него столь масштабной и энергичной модернизации просто бы не было.

Наконец, большую помощь нам оказала компания «Остек-ЭК», с которой мы поддерживаем самые тесные связи. Со специалистами этой фирмы мы обсуждаем не только вопросы приобретения и эксплуатации оборудования, но и конструкцию изделий. Ведь технологии и оборудование должны быть оптимально подобраны именно под конкретный класс задач.

Как вы определяли основные направления модернизации?

В России нет НИИ, которые вели бы комплексные разработки технологий и оборудования на современном уровне, поэтому приходится ориентироваться на мировых лидеров отрасли. Мы знаем, что лучший в мире производитель металлокерамических корпусов — японская фирма KYOCERA. Кстати, ей, как и ДЗРД, 50 с небольшим лет. В советские времена мы с ними двигались параллельно, с отставанием на 3–4 года, но в 1990-е разрыв достиг 20 лет. Мы побывали на KYOCERA, увидели, что и как они делают. Японцы используют великолепное, высокотехнологичное, дающее стабильные результаты оборудование. У них высочайшего качества материалы, идеальная чистота производственных помещений, жесткие требования к технологической дисциплине. Основной объем инвестиций, порядка 70 %, они вкладывают на начальном этапе создания предприятия. Их принцип — получить 98 % годных сразу, с момента запуска серии. Кардинальное противоречие с традиционным отечественным подходом: сначала сделать что-нибудь, а потом, если получится, доводить выход годных до более или менее приемлемого значения.

Также давние устойчивые отношения у нас сложились с КЕКО, с другими производителями оборудования по нашему профилю. Очень помогла информация, полученная в поездках в Японию, Китай. Надо сказать,

в Китае аналогичным бизнесом занимаются очень серьезные фирмы с государственным участием, у которых можно многому научиться по части быстрого внедрения и освоения новых технологий, оборудования, конструкций.

В первую очередь, мы сосредоточились на замене оборудования в критических позициях инфраструктуры завода и на особо важных технологических процессах, определяющих наши возможности по быстрой разработке продукции современного уровня и освоению ее устойчивого выпуска.

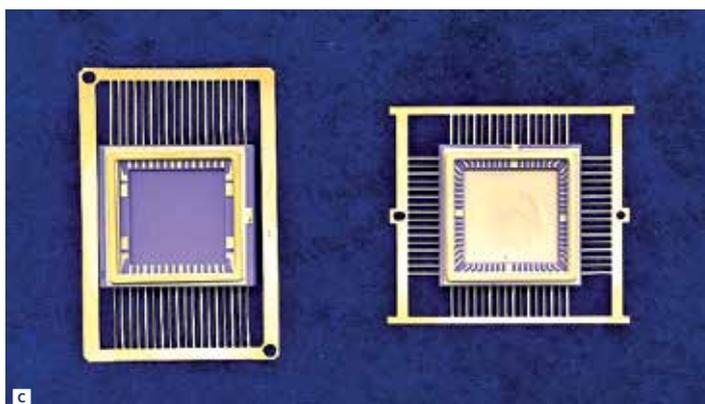
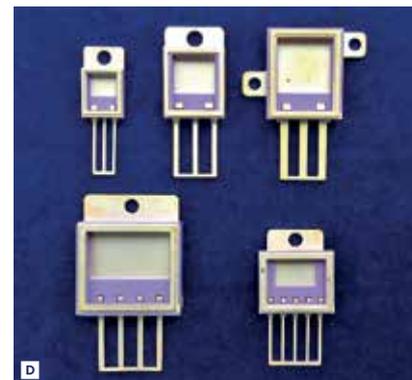
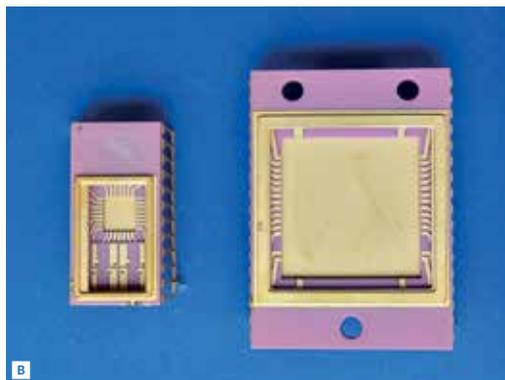
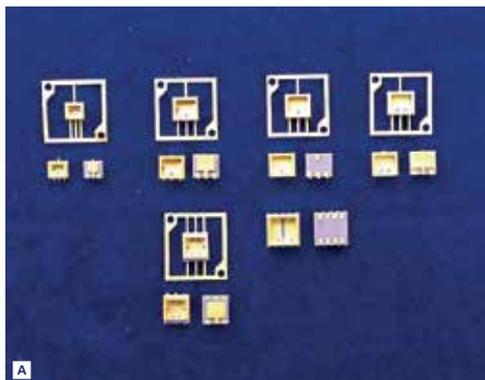
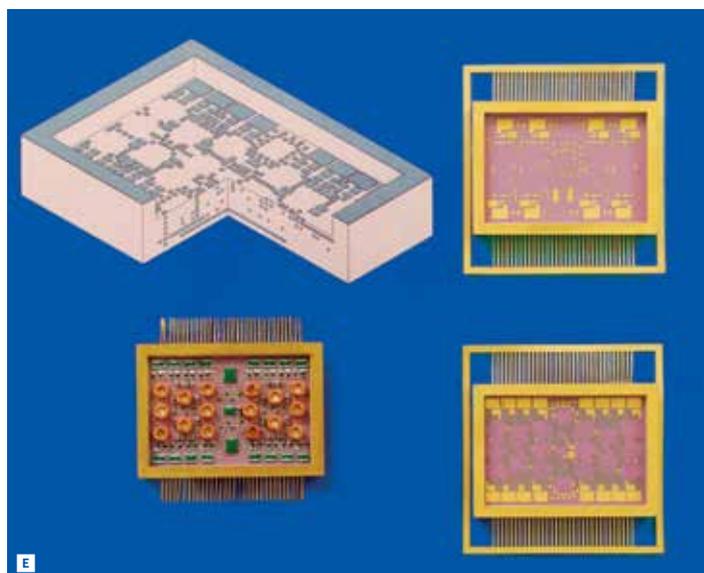
Какие корпуса сегодня производит предприятие?

Мы производим широкий спектр корпусов — как традиционных, очень простых, так и уникальных. Мы освоили около 160 наименований корпусов для микросхем (керамические, металлокерамические и стеклокерамические корпуса 2 и 4 типов с числом выводов от 8 до 42), около 20 типов металлокерамических корпусов для дискрет-

Некоторые типы металлокерамических корпусов, выпускаемых ДЗРД: **A** – микрокорпуса. Габаритный размер наименьшего (тип КТ-98-1 или SOT-23) – 3,4 × 3,1 мм; **B** – корпуса типа DIP (2-й тип по ГОСТ 17467-88); **C** – корпуса типа CFP (4-й тип по ГОСТ 17467-88); **D** – корпуса силовых полупроводниковых приборов; **E** – корпуса для сборки и герметизации микросборок; **F** – основания для охлаждаемых матричных фоточувствительных приборов с зарядовой связью (ФПЗС), характерная особенность – очень глубокий колодец

ных полупроводниковых приборов (диодов, транзисторов, тиристоров).

Отмечу, что мы занимаемся не только производством, но и разработкой корпусов. Заказчики обращаются к нам за разработкой корпусов для вновь создаваемых электронных компонентов. Конечно, мы и сами постоянно изучаем тенденции рынка. Например, осваиваем микрокорпуса размером 4×4, 3×3, 2×2 мм. Да, это несложные изделия, но они пользуются хорошим спросом, так как многие производители компонентов хотят заменить пластмассовые корпуса для своих из-



делий на металлокерамические. Стремление применять элементную базу высокой надежности — это тенденция, порой такие компоненты используются даже там, где не нужны столь высокие характеристики.

Транзисторные корпуса у нас охотно покупают во многом благодаря тому, что мы применили нестандартное конструктивное решение, позволяющее потребителям использовать их, не меняя технологию монтажа. Для нас это привело к некоторому перерасходу материалов, но в целом оказалось очень удачным маркетинговым ходом. То же самое произошло с корпусами типов ТО-220 и ТО-254. Мы наладили их выпуск в расчете на замену пластмассовых корпусов и опять, что называется, «попали в десятку».

В то же время мы разрабатываем и производим поистине уникальные изделия. Подчеркну, это стало возможным благодаря внедрению новых технологий и, прежде всего — технологической линейки КЕКО. Например, нам удалось в короткий срок освоить очень сложное изделие — 18 слоев керамической пленки, между слоями — переходные отверстия с металлизацией. У этого корпуса очень глубокий колодец, по нашей старой технологии мы просто не смогли бы такой сделать. Аналогичную конструкцию сделали совсем недавно на предприятии KYOCERA. К нам приезжали их специалисты, они даже удивились, похвалили: «Молодцы, быстро вы справились».

Оборудование компании КЕКО позволяет освоить любую конструкцию, в том числе корпуса с матричным расположением выводов. Для нас сейчас не составляет труда начать производство линейки от 100- до 400-выводных корпусов. Пока мы за это не беремся, но планируем в 2016 году полностью отработать эту технологию. Параллельно будем начинать освоение более сложных корпусов. Правда, дело тут не только в наших возможностях — еще нужен заказчик, который придет к нам за такими корпусами.

Пока же мы поставили на поток продукцию, находящую спрос сегодня. Например, микрокорпуса для поверхностного монтажа. Освоена вся серия, и мы не имеем ни одного сообщения об отказах у потребителя. Будем вводить в серию микрокорпус размером 1,5×1,5 мм. Потребитель еще не готов использовать эти корпуса, а мы уже готовы их делать.

Можно долго разговаривать о производстве и новых технологиях, но лучше всего их увидеть. Технологию и оборудование нам показывают Ф. К. Насибуллин и главный специалист отдела тонкопленочных и гибридных технологий ООО «Остек-ЭК» Виктор Алексеевич Черных. Знакомство с производством мы начали, как и полагается, с начала — с участка массозаготовки.

Ф. Насибуллин: ДЗРД — это предприятие полного цикла. На вход поступает сырье — глинозем и присадки, на выходе — готовые изделия. Основной исходный

материал — глинозем (Al_2O_3), самый обычный, который используется в алюминиевой промышленности. Его в исходном материале 92–94 %, остальное добавки: кварцевый песок, углекислый марганец и хром. Наш завод с самого начала был ориентирован на использование массового отечественного материала. К сожалению, он недостаточно чистый для производства керамики для электронной промышленности. У этого глинозема довольно большой разброс параметров, так что у нас были трудности с качеством нашей керамики. К слову, аналогичное предприятие, завод полупроводниковых приборов в Йошкар-Оле, изначально строился в расчете на использование высокочистых импортных материалов.

Глинозем и добавки смешиваются с водой в барабанных мельницах при помощи шаров, затем смесь обезвоживается в распылительных сушилках (огромные многометровые сооружения). Получившийся порошок спекается при температуре 1480–1500°C — компоненты порошка соединяются с переходом глинозема в стабильную альфа-форму, которая определяет структуру керамического материала. Раньше для спекания мы использовали восемь туннельных шахтных печей, сейчас работает только одна, да и то нечасто. Дальше эта масса снова подается в барабанную мельницу, где получается уже керамический порошок. Частицы порошка имеют разный размер, мы делим их на три группы, примерно 15–20, 10 и 1–2 мкм, каждая из которых становится сырьем для определенных типов изделий.

Наиболее крупнозернистые порошки используются для изготовления электроизоляторов методом прессования — мы до сих пор делаем около 500 типов изоляторов диаметром от 0,8 до 350 мм из вакуумплотной керамики, керамические изоляторы для автомобильных свечей зажигания, керамические носители катализаторов и т. д. Порошок смешивается со связующим, полученная масса прессуется в готовое изделие. Порошки с размером частицы 10 мкм применяются для другой технологии, где связующим является парафин. Смесь разогревается до 60° и далее методом литья в форму изготавливаются достаточно сложные керамические изделия.

Самые мелкодисперсные порошки служат основой для изготовления керамической ленты, из которой по технологии высокотемпературной совместно спекаемой керамики (НТСС) производится основная наша продукция — металлокерамические корпуса и подложки для гибридных интегральных схем и микросборок. Порошок в мельнице смешивается со связкой, основной компонент которой — поливинилбутираль, растворенный в спирте; добавляются остальные компоненты: дибутилфталат, трихлорэтилен и поверхностно-активное вещество синтаמיד-5. Из образовавшейся сметанообразной массы при помощи вакуумирования удаляются газы — так получается шликер, материал для литья керамической ленты.



Оборудование для приготовления шликера: барабанная мельница (слева); печь для синтеза керамического материала путем спекания порошка из смеси глинозема с добавками (справа)



Отмечу, что такого производства по полному циклу нет ни на одном предприятии в стране. В этом смысле мы уникальны, и не из-за наличия оборудования, а потому что наши специалисты владеют технологией, имеют богатый опыт и огромную практику. Однако есть и другая сторона вопроса. Печи, мельницы, сушила — очень энергозатратные установки. Поддерживать их с учетом сравнительно небольшого количества материала, который нам нужен, очевидно неэффективно. Поэтому мы хотим перейти на более современную технологию, позволяющую сразу получать керамический порошок из исходных материалов. Один из вариантов, к которому мы присматриваемся, реализован в 1980-е годы в Йошкар-Оле. Там используются компоненты сырья более высокой очистки, несколько иного состава, из которых

порошок для керамики получается в мельнице за один проход. Цикл массозаготовки сокращается, но все равно требуются мельницы и распылительные сушила.

Поэтому на недавно организованном лабораторно-опытном участке мы изучаем и отрабатываем новую для нас технологию массозаготовки, в которой материал получается сразу в виде шликера. Мы закупили линию немецкой компании NETZSCH, ее центральный агрегат — бисерная мельница, в которую загружаются все компоненты сырья. Линия работает на импортном глиноземе, зато на выходе сразу получается шликер. Процесс длится несколько часов — на старом оборудовании цикл подготовки материала для отливки ленты занимал обычно 10–15 дней, иногда до месяца. Площадь участка в десятки раз меньше, чем та, которую занимает старая массозаготовка, энергопотребление также снижено кардинально. Конечно, новый участок не способен закрыть наши потребности, но в то же время нельзя называть его чисто экспериментальным, на нем можно получать практически значимые объемы шликера. Уже изготовлена первая партия изделий, и испытания показали, что в части качества они как минимум не уступают корпусам, производимым на нашем серийном оборудовании.



Опытный участок приготовления шликера с оборудованием компании NETZSCH

Шликер — это только исходный материал для последующего производства?

Шликер поступает на участок литья керамической ленты. Здесь используются пять технологических линеек, из них четыре — отечественные, на них до сих пор выпускается 80 % объема продукции. Пятая линия — серии САМ от компании КЕКО. Она более удобна, чем наши старые линии. Все параметры ленты и процесса



Оборудование для литья керамической ленты компании КЕКО: **A** – линия САМ-Н; **B** – выходной модуль линии, в котором осуществляется контроль толщины ленты и резка ее на полосы заданной ширины; в левом верхнем углу на горизонтальной направляющей видны два маркера, отмечающие участки ленты, выходящие за пределы допуска; **C** – укладчик керамических листов SC-25MFPT; **D** – карты из сырой керамики, изготовленные на оборудовании КЕКО

ее изготовления регулируются и автоматически поддерживаются, лента получается более высокого качества. Толщина контролируется лазерным датчиком. Участки, выходящие за пределы допуска, отмечаются маркером. Машина режет ленту на полосы нужной ширины, а установленный за ней укладчик керамических листов SC-25MFPT разрезает ленту на карты заданного размера, отбраковывая участки, отмеченные маркером. На старых машинах эти операции — резка карт, контроль толщины — проводятся вручную. К сожалению, длина установленной у нас литейной машины КЕКО не позволяет производить керамическую ленту толще 600 мкм. А нам требуются толщины от 200 до 1200 мкм.

Большие толщины листов нужны для минимизации сложности и трудозатрат при изготовлении корпуса: скажем, если нам нужен колодец глубиной 1 мм, то при соответствующей толщине карты мы можем сделать его в одном слое, и вся керамическая часть корпуса будет состоять из двух деталей. При наборе нужной толщины из нескольких тонких слоев придется делать ряд дополнительных технологических операций — а это трудозатраты и расход материалов. Кроме того, часть серийного оборудования предприятия пока не позволяет работать с пакетами из большого числа слоев керамики.

Что происходит с нарезанными керамическими картами?

Они поступают на участок обработки, где собственно и формируются металлокерамические корпуса. Здесь из



Изготовление карт на старом оборудовании: линия литья керамической ленты (сверху); процесс нарезки ленты на карты и контроля (снизу)



Выпуск серийной продукции на участке обработки сырой керамики

листов керамики получают заготовки нужной формы, наносят на них токопроводящий рисунок и собирают в многослойный пакет.

Как видите, участок разделен на две части. В большей используется старое оборудование, еще 1970-х годов, но именно на нем обрабатывается 85–90 % нашей продукции. Это штампы для пробивки отверстий и вырубки деталей из карт, оборудование для нанесения токопроводящего слоя (металлических паст) — полуавтоматические линии «Ободок-18» производства зеленоградского НИИТМ. Для сборки пакета используются установки замоноличивания собственной заводской разработки. Последние, кстати, и ограничивают число слоев — в этих установках пакет карт сжимается двумя плитами, и равномерность распределения давления определяется их плоскопараллельностью, которая не может быть идеальной. Поэтому на этих установках мы можем соединять не более четырех-пяти слоев.

Все это оборудование позволяет производить основную массу номенклатуры наших изделий. Но в перспек-

тиве его необходимо менять: у него низкая по сегодняшним понятиям настроечная точность, длительный цикл ввода в производство новых изделий. Поэтому совместно с компанией «Остек-ЭК» мы начали осваивать новую технологию обработки сырой керамики на основе линейки оборудования компании КЕКО.

В чем особенности линии обработки компании КЕКО?

Линия включает комплект установок: пробивки отверстий, трафаретной печати, ламинирования пакета групповых заготовок, а также разделения групповых заготовок на отдельные изделия. Первый агрегат в линии — пробивочная машина (установка перфорирования) РММ-8S. Их на участке две, приобретались они не одновременно. По характеристикам они абсолютно одинаковы, но требуют внимания при заказе расходного инструмента — не вся его номенклатура может быть использована в обеих машинах.



А



В



С

Оборудование участка сырой керамики, на котором сегодня выпускается основная масса корпусов: А — вырубка отверстий штампом; В — пост металлизации полуавтоматической линии «Ободок-18»; С — установка замоноличивания

Установка РАМ-8S служит для пробивки колодцев и отверстий в групповых заготовках керамических карт. Вместо штампа, который за один удар вырубает отверстия во всей карте, машина использует набор пуансонов различной формы и размера. Это обеспечивает универсальность машины: пуансоном 3×3 мм можно пробить колодец и 10×10, и 15×10, и 10×20 мм. Аналогично, используя круглые пуансоны диаметром от 0,3 до 2 мм, можно пробить отверстие любого нужного нам диаметра. Конечно, обратная сторона универсальности — относительно низкая производительность.

Установки перфорирования оснащены четырьмя головами, средняя производительность каждой — 8–10 отверстий/с при шаге 1 мм. В принципе, на такие машины можно ставить до шести голов.

В пробивочных машинах есть узел, который мы изготавливаем сами: центровочный столик. Он делается под типоразмер карты, для машин КЕКО мы используем карты 90×110 мм, возможна работа с картами 150×150 мм, но мы их пока не используем. Старое серийное оборудование работает с картами 75×90 мм.

Машина обладает точностью совмещения 5 мкм. Для этого предусмотрены специальные процедуры. Манипулятор забирает карту из загрузочной кассеты и переносит ее на специальный центровочный столик. Здесь она приводится в заданную угловую ориентацию и координатное положение специальными толкателями, после чего фиксируется вакуумными захватами столика. В результате карта оказывается привязанной к координатной системе станка. Затем над картой выдвигается рама носителя, захватывает ее по периметру, также с помощью вакуума, и переносит в рабочую позицию — под пуансоны. После перфорирования носитель переносит карту на второй столик, а затем манипулятор перекладывает ее в приемную кассету.

По паспорту допуск на размер отверстий — 100 мкм, но на практике мы видим разброс порядка 50 мкм. Принимая во внимание, что оборудование, на котором мы выпускаем основную серию, имеет допуск 300 мкм, понятно, почему мы смотрим на линию КЕКО как на средство освоения изделий нового технического уровня.

Какова дальнейшая судьба перфорированных заготовок?

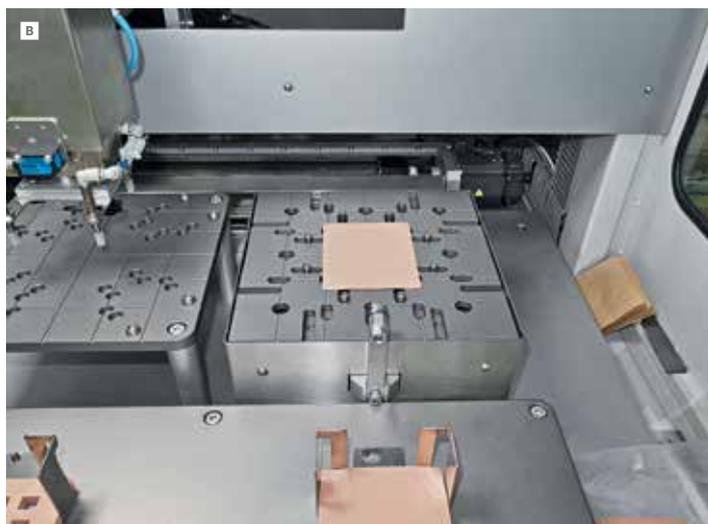
На них наносится токопроводящий рисунок вольфрамовыми и молибденовыми металлизационными пастами. Для этого используется трафаретный принтер КЕКО Р-200AVF. В сочетании с нашими новыми трафаретами он позволяет с большой точностью наносить металлизационную пасту, получая плотность топологии, в несколько раз превышающую ту, что мы имеем на серийном оборудовании. Что еще важно — принтер очень деликатно обращается с трафаретом. Практика пока-



Пробивочная машина РАМ-8S

зала, что менять трафарет можно примерно раз в пять рабочих дней, после того, как с него получено порядка 1500 отпечатков. На старом оборудовании трафареты меняются каждый день. С отработавших свое трафаретов смывается рисунок, и сетка идет в повторное использование. Качество трафаретов постоянно контролируется, обычно путем визуальной проверки отпечатанного рисунка под микроскопом. Частота проверок зависит от сложности топологического рисунка: самые насыщенные проверяются после каждого нанесения, простые — через 5–10 циклов.

На этом же принтере производится металлизация отверстий. Для этого используются обычные металлические трафареты — такие же, как для печатных плат. Отверстия малого диаметра, в десятые доли миллиметра, заполняются пастой полностью. При диаметре 0,8 мм и выше металлом покрываются только стенки отверстий, для чего рабочий стол принтера имеет специальную систему вакуумных отверстий, которые позволяют осуществлять так называемый «просос» металлизации через отверстия.



Работа установки РМ-8S: **A** – манипулятор захватывает карту; **B** – карта на центровочном столике; **C** – рама носителя надвинута на отцентрованную карту; **D** – карта в позиции пробивки – под пуансонами; **E** – карта с пробитыми колодцами в приемной cassette



Трафаретная печать: **A** – натяжение сетки на трафаретную рамку на устройстве SAATI Top 14; **B** – трафаретный принтер КЕКО Р-200AVF; **C** – процесс настройки печати: совмещение базовых отверстий; **D** – продукция принтера: групповые заготовки с нанесенной металлизационной пастой



Последние операции перед разделением групповой заготовки: **А** – рабочее место комплектования пакета карт (идет сборка пакета сдвоенной заготовки корпусов с глубоким колодцем для ФПЗС); **В** – упаковка пакета карт в герметичную оболочку с откачкой из нее воздуха; **С** – изостатический пресс КЕКО ILS-66, в котором производится ламинирование (замоноличивание) пакета

В. Черных: Принтер Р-200AVF примечателен тем, что позволяет печатать на рамах 450×450 мм. Имеется система автоматической поддержки расстояния между картой и трафаретом, точность позиционирования стола относительно трафарета составляет 5 мкм. Автоматический контроль точности нанесения в этом принтере не предусмотрен, для этих целей нужна специальная машина, например КЕКО КВИ-10. Вообще, оптический контроль на разных этапах технологического процесса — это отдельный сложный вопрос, сейчас он активно изучается заводом во взаимодействии с «Остек-ЭК».

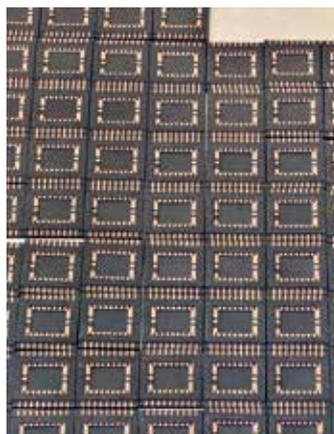
Ф. Насибуллин: Качество керамической подложки зависит от качества трафаретов, поэтому одним из первых шагов модернизации предприятия стала организация нового трафаретного участка. Технология традиционная — на металлическую сетку наносят фоторезист, после экспонирования и проявления которого формируется трафарет для нанесения металлизационной пасты. Разрешающая способность печати зависит от шага и качества сетки и фоторезиста. Сетки мы используем японские, из нержавеющей проволоки, для натяжения на раму приобрели итальянское устройство SAATI Top 14. Использувавшийся ранее «на-

ливной» фоторезист при нанесении давал большой разброс по толщине, что сильно снижало качество отпечатка и тем самым ограничивало его точность, разрешение и повторяемость процесса. Теперь мы пользуемся фоторезистивной капиллярной пленкой и можем гарантировать качественную топологию с шагом не 1,25 мм как раньше, а 0,6 и даже 0,4 мм. В принципе, применяемые новые трафареты позволяют достичь ширины линии рисунка 100 мкм при шаге 120–150 мкм. Правда, таких изделий мы еще не делаем — для них нет потребителя.

Сейчас мы уже не пользуемся другими трафаретами, даже для нашего старого оборудования, которому 40 лет, делаем малоразмерные трафареты только по новой технологии.

Что происходит после трафаретной печати?

Наступает стадия пакета. Для этого на оснастке, изготовленной под каждый тип корпуса, собирается полный пакет групповых заготовок — друг на друга укладывается слой за слоем в соответствии с констук-



Разделение групповой заготовки: установка резки сырой керамики КЕКО СМ-15 (слева); разделенные заготовки корпусов (справа)

торской документацией. Мы производим изделия, где число слоев достигает 18 и даже 25. Собранный пакет на специальной машине упаковывается в оболочку, из которой откачивается воздух, после чего помещается в изостатический пресс фирмы КЕКО серии ILS. Процесс ламинирования (замоноличивания) происходит при повышенной температуре и давлении, в соответствии с программно заданным профилем.

Последняя операция участка сырой керамики — разъединение групповой заготовки на отдельные изделия. Если в массовом производстве для этого используется штамп, то в состав новой линейки входят машины, работающие по принципу разрезания при помощи лезвия. Медленнее, но точнее. Впрочем, на этих машинах мы работаем и с серийной продукцией. У нас два типа таких установок: СМ-15 от компании КЕКО и машина Ceramic Cutter System от компании Pacific Trinetics Corporation (РТС). Отмечу, что СМ-15 несомненно удобнее в эксплуатации и гарантирует более высокую точность резки.

В целом, линия КЕКО обеспечивает высокую точность, лучшее качество, дает большую свободу конструкторам. Но ее производительность значительно ниже, чем у используемого нами старого серийного оборудования: то, что делается на пробивочной машине РАМ-8S целой последовательностью операций манипулятора, носителя, пуансонов, выполняется штампом за один удар. Поэтому пока от старого оборудования мы отказаться не можем.

В. Черных: Дело в том, что поставленная ДЗРД линейка КЕКО не предназначена для массового производства. Для этой задачи КЕКО выпускает другие машины — полуавтоматы, которые интегрируются в поточную линию высокой производительности. То, что мы видим в цехе сегодня — это оптимальный вариант для данного периода работы предприятия. Надо до тонкостей разобраться, как работать с этими машинами, какие объемы продукции, производимой на них, будут в дальнейшем востребованы. Тогда появятся достаточные основания для того, чтобы подумать, стоит ли покупать более производительные машины для развития этой технологии или достаточно того комплекта, который уже установлен.

Ф. Насибуллин: Действительно, задача при покупке линейки была двоякая. С одной стороны, нам важно было получить линию для производства изделий нового технического уровня, который не могли обеспечить прежняя технология и оборудование. С другой стороны, требовался инструмент для оперативного моделирования любых конструкций и изготовления опытных партий. Впрочем, не только опытных — иногда заказчику требуется незначительное количество корпусов, в частности, в случае особо сложных изделий. Так что приобретенный комплект оборудования КЕКО можно рассматривать и как опытный участок, и как линию для мелкосерийного производства. Линейка фирмы КЕКО полноценно работает у нас три

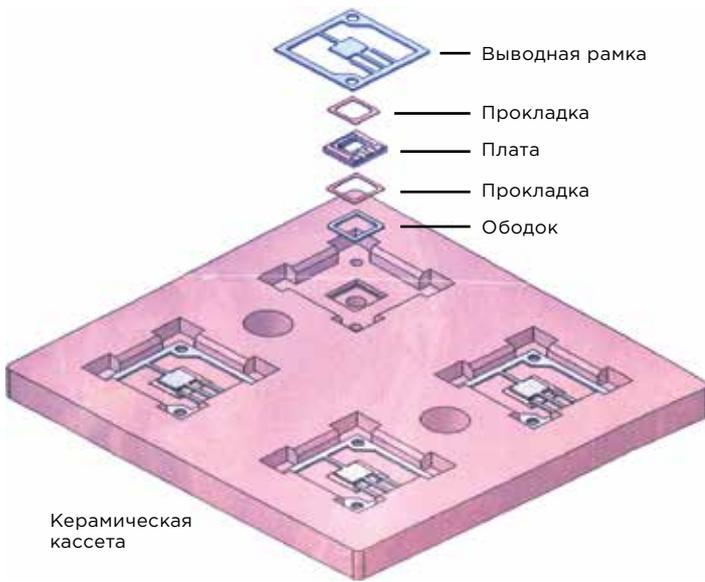
с небольшим года. И она действительно позволила нам проводить отработку новых конструкций в короткие сроки. Раньше это был длительный и трудоемкий процесс: для разработанного изделия надо было изготовить штампы и другую оснастку, сделать опытные образцы, испытать их, понять слабые места, откорректировать чертежи оснастки, изготовить новый комплект, опять опытный образец... Создание оснастки — это минимум квартал, иногда и два, весь процесс мог растянуться на годы. Теперь же мы можем пройти весь цикл за полтора-два месяца — от первого чертежа до изделия, готового к запуску в серию. И тогда уже можно делать штампы, чтобы производить новый продукт в массовых количествах.

Каковы последующие технологические операции создания металлокерамических корпусов?

Ф. Насибуллин: Разделенные заготовки, как после линии КЕКО, так и после крупносерийного участка, об-



Обжиг: подготовка «этажерки» с заготовками корпусов (сверху); загрузка в азотноводородную печь (снизу)

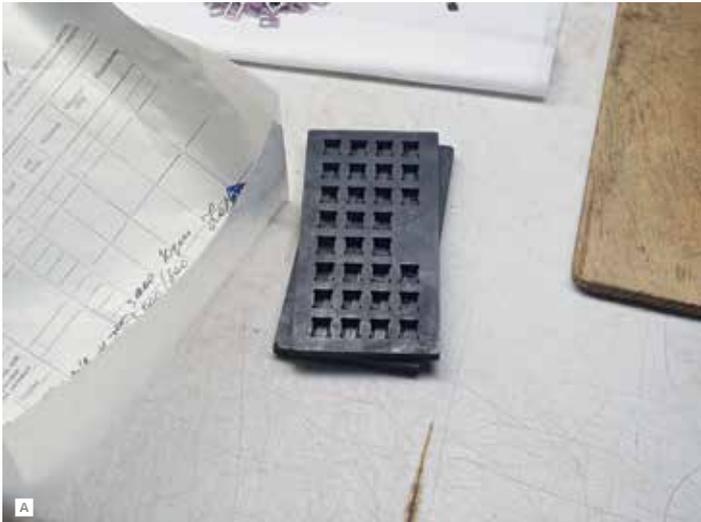


Керамическая кассета

Схема сборки основания корпуса

жигаются в азотно-водородной печи. При этом происходит вжигание металлических дорожек в слои керамики. Водород создает восстановительную среду для предотвращения потерь вольфрама и молибдена из металлизационной пасты. Азот необходим для обеспечения взрывобезопасности. Печь имеет две зоны. В первой при температуре 1000° , получаемой за счет силитовых нагревателей, происходит выгорание связующего из сырой керамики. Во второй зоне с молибденовыми нагревателями при температуре 1520° идет процесс спекания керамики. Перед отправкой в печь детали укладываются на керамические пластины, из которых при помощи керамических же вкладок составляется «этажерка».

Следующий этап — сборка основания корпуса. Основанием называется сборочная единица корпуса с необрезанной выводной рамкой и без крышки (ее тоже изготавливаем мы). Сборочные операции — один из ключевых моментов обеспечения качества, поэтому они также стали объектом нашего первоочередного внимания. В конструкцию основания, кроме спеченной многослойной керамической платы, входят металличе-



Пайка: **A** — графитовая групповая оснастка для сборки комплекта основания корпуса перед пайкой; **B** — сборка деталей корпуса в оснастке; **C** — конвейерные печи с водородной средой; **D** — готовый продукт: основание корпуса микросхемы



На выходном контроле проверяется 100 % изготовленных оснований корпусов: визуальный контроль (слева); полуавтомат контроля герметичности с гелиевым течеискателем (справа)



ские детали, такие как выводная рамка, металлический ободок, прокладки из припоя ПСР-72. Сборка ручная, раньше для нее мы использовали оснастку из металла или из своей керамики, теперь перешли на оснастку из высококлассного японского графита. Ее делают для нас в Рязани на ОАО «Поликонд», где, как и у нас, генеральным директором работает Алексей Алексеевич Паньков.

Казалось бы, мелочь — изготовление графитовой оснастки. Однако никто в России не взялся ее разработать — слишком сложное дело, если надо добиться действительно высоких параметров. А ведь точность сборки — одно из основных требований к корпусу. Новая оснастка позволяет производить сборку с точностью до 100 и даже до 50 мкм. Как мы и рассчитывали, это резко повысило качество изделий, что сразу заметили наши потребители.

Детали собранного корпуса спаиваются в конвейерных печах с водородной средой. Эти печи нам поставил брянское НПО «Группа компаний машиностроения и приборостроения». Прокладки из твердого припоя ПСР-72 расплавляются, и происходит герметичное соединение всех элементов конструкции. А далее следует самый ответственный этап — контроль качества готовой продукции.

Как вы проверяете качество готовых корпусов?

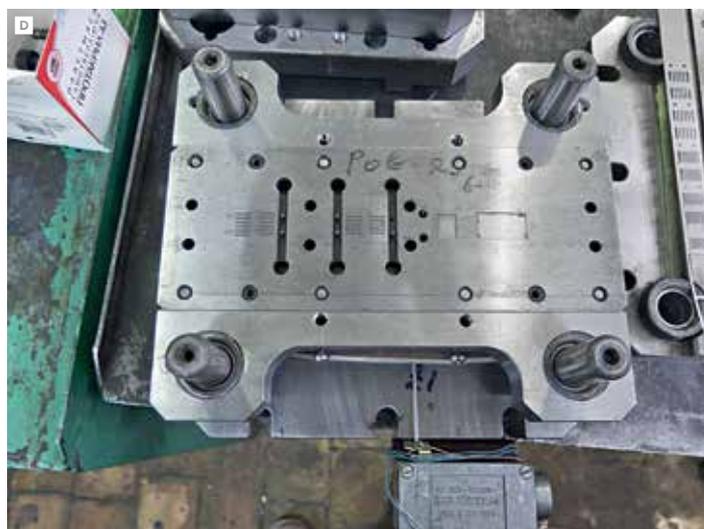
100 % готовых изделий проходят визуальный контроль под микроскопом на том же участке, где детали собираются в оснастку перед пайкой. А дальше проводится финальный инструментальный контроль герметичности. ДЗРД — единственное предприятие, на котором внедрена такая процедура. Ведь установку для него разработал и изготовил наш бывший сосед — НИИ машиностроения «Дон», с которым у нас была теснейшая кооперация и который, к сожалению, не пережил трудных времен. Так что эта установка уникальна; иногда нас просят ее продать, но мы, конечно, отказываемся.

Официальное название прибора — полуавтомат контроля герметичности. В его основе — стандартный гелиевый течеискатель ПТИ-10, который дополнен оригинальным устройством — четырехпозиционной каруселью. На рабочей позиции карусели колодец корпуса при помощи прижима через резиновое уплотнение сообщается с полостью, соединенной с течеискателем. Откачивается воздух, и с внешней стороны корпус обдувается гелием. Если гелий проникает под корпус, встроенный в течеискатель масс-спектрометр фиксирует его наличие, что свидетельствует о нарушении герметичности. Пока на одной позиции идет проверка, на остальных оператор укладывает детали (и забирает проверенные). Поэтому и достигается очень высокая паспортная производительность — 600 проверок в час, однако опытным операторам на некоторых изделиях удается превысить ее почти в два раза. Столь высокое быстродействие позволяет проверять все 100 % продукции, так что все наши корпуса уходят к потребителю с гарантированным качеством.

В. Черных: На других производствах изделий из вакуумно-плотной керамики принято проверять на герметичность полуфабрикат — плату без паянного ободка, без выводов. Но к чему это приводит? Хорошая герметичная плата идет на пайку, где претерпевает интенсивный термоудар; а может быть и простая механическая проблема, например, заусенец на ободке. В результате нарушается герметичность корпуса. Следствие — невыявленный брак, отгруженный потребителю. Здесь же проверяется все основание корпуса в сборе.

Где изготавливаются металлические детали корпуса — крышки, выводные рамки и т. п.?

Ф. Насибуллин: Здесь же, на ДЗРД. У нас хорошо оснащенное механическое производство. Оно решает различные задачи. Это и заготовка металлических



Решение проблемы высокоточных штампов для серийной продукции: **A**, **B** — электроискровые проволочно-вырезные станки Sodick SLC400G и AQ400L; **C**, **D** — нижняя и верхняя плиты многопозиционного штампа, изготовленные на этих станках

комплектующих, и изготовление нестандартного оборудования и оснастки, в том числе штампов. Заказывать подобные работы на стороне — достаточно дорого, часто долго, а иногда просто невозможно. Поэтому по решению генерального директора закуплены новые станки, которые позволяют все это делать на требуемом уровне и, прежде всего, оснастку с микронными допусками. Надо сказать, что такое решение соответствует общему подходу директора: модернизация должна быть комплексной, необходимо быстро разрешить ключевые проблемы не только основной технологии, но и вспомогательного производства и обеспечивающей инфраструктуры. Спорадические, бессистемные улучшения не способны дать значимого результата.

Раньше штампы изготавливались в виде сборной матрицы. Брели болванку из твердого сплава, разрезали ее на фрагменты, которые необходимым образом обрабатывались на фрезерных и плоскошлифовальных станках. Эти «кубики» помещались в единую обойму, скреплялись между собой, как правило, эпоксидным

клеем. Очень трудоемкая технология, к тому же не всегда надежная: порой, казалось бы, все сделано точно по КД, но штамп «не идет». Надо еще учесть, что инструментальщиков высочайшей квалификации, которые могли бы справиться с такой работой, почти не осталось, так что мы рисковали остаться вообще без оснастки. Теперь у нас есть электроискровые проволочно-вырезные станки японской компании Sodick моделей SLC400G и AQ400L. На них матрица и пуансон штампа вырезаются буквально с микронными допусками. Это дорого, но оправданно: хорошая оснастка — необходимое условие хорошей продукции. Пробовали мы обрабатывать на этих станках и пуансоны для перфорационных машин КЕКО, пока не очень получается.

Конечно, механическая обработка — это не только тонкие, точные операции, выполняемые станками Sodick с помощью проволоки диаметром меньше миллиметра. Оборудование для более «грубых» работ также обновляется. Например, недавно установлены вертикально-фрезерные обрабатывающие центры VF-2YT и VF-3YT

фирмы HAAS. А там, где можно, справляемся старым оборудованием.

Одна из острейших проблем, связанных с механическим производством — кадры. Люди стареют. Есть еще асы-инструментальщики, однако возраст — за 70. Не идет молодежь в слесари, станочники. Но и здесь помогает современное оборудование. Там, где раньше нужен был фрезеровщик или токарь, теперь работает инженер-программист — другой статус, самоощущение, такого человека найти легче.

Модернизация на ДЗРД затронула не только оборудование основного технологического цикла, но и всю инфраструктуру предприятия. Об этом нам рассказал технический директор — главный инженер Виталий Иванович Рыжов.

В. Рыжов: За минувшие пять лет сделано очень много. Скорость нововведений такая, что порой за ними не успеваешь: казалось, недавно установили три брянские паяльные печи — на днях еще три привезем; на подходе — установка химического фрезерования. Сейчас, куда ни зайди, все новое: новая деионизованная вода, новая азотная станция, все компрессоры — новые... Потребление воды на заводе сразу уменьшилось в два раза в немалой мере потому, что компрессоры теперь не требуют водяного охлаждения. Трафареты женщины делали вручную, дыша кислотными испарениями — новая технология настолько чиста, что к концу года на трафаретном участке введем первую на предприятии чистую комнату.

А азот? Наше прежнее азотное производство даже трудно назвать участком — скорее, это был завод в заводе. Огромные энергозатраты, многочисленный персонал и при этом — низкая надежность. Теперь же у нас в одном небольшом помещении стоят две полностью автоматические установки с молекулярно-мембранными фильтрами. Работают стабильно, но все равно мы взяли два комплекта: один в работе, другой в резерве. Поэтому даже регламентное техническое обслуживание не приводит к остановкам азотного участка.

Еще одно направление модернизации — гальваника. Мало сделать хороший герметичный корпус. Чтобы потом разварить кристалл, на металлические дорожки необходимо нанести гальваническое покрытие никель-золото. И это покрытие потом должно проработать 25 лет. Наилучшие показатели по этому направлению у компании KYOCERA, причем они достигают высочайшей надежности при минимальной толщине покрытия. Если приблизиться к их результатам, то это будет, можно сказать, революция в производстве металлокерамических корпусов в масштабах нашей страны. Если основные технологии у нас выходят на новый уровень, то и гальваническое оборудование должно быть соответствующим. Мы полностью освободили один из корпусов завода, он прекрасно подходит для организации гальванического



Переоснащение проводится в четко проработанной приоритетной последовательности. Там, где от этого не страдают качество и надежность, завод обходится старым оборудованием



Азотодобывающие станции: две новые (слева); старая (справа). Как говорится, почувствуйте разницу...

участка, рядом — станция нейтрализации, откуда сток идет в очистные сооружения. Осталось только принять решение, и можно сразу приступать к закупке оборудования и работе по подготовке помещения.

Однако для гальваники нужна высококачественная вода, а в нашем районе природная подземная вода очень засорена солями железа — кругом старые угольные шахты с брошенным оборудованием; также в здешней воде высокое содержание кальция. Применять эту воду

без очистки совершенно невозможно. Поэтому мы внедрили новую установку получения дистиллированной воды и в июле начали ее штатную эксплуатацию. Так что уже сделано немало, но предстоит еще больше.

Самое главное — мы не стоим, двигаемся вперед. Вопросы с оборудованием помогают решать партнеры, среди них один из важнейших — компания Остек. Не держимся за старые технологии, находим и воплощаем решения, которые обеспечивают нам будущее.



Чем интересен ДЗРД как проект системной модернизации для поставщика оборудования и технологий? Комментирует начальник отдела толстопленочных и гибридных технологий ООО «Остек-ЭК» Сергей Чигиринский:

«Говоря о заводе, хочется начать не с технологий, не с поставок, а с генерального директора. Хозяйство, которое ему досталось, было более чем обширным и весьма запущенным: прежнее руководство, насколько можно было судить в начальный период нашего взаимодействия, совсем не занималось вопросами переоснащения. У меня сложилось впечатление, если не сказать — уверенность, что, если бы не Алексей Алексеевич Паньков, то ДЗРД, может быть, уже бы и не было. В данном случае тот факт, что мы поставляем на ДЗРД оборудование, я не могу считать только нашей заслугой. В большой степени успех наших совместных действий определяется тем, что директор точно понимает, что нужно производству, вычленяет узловые проблемы, разбирается

до деталей в вариантах их решения и квалифицированно выстраивает план действий — с последовательностью задач, со сроками и этапами финансирования. Нам, как поставщикам оборудования, очень приятно работать с Донским заводом радиодеталей. Здесь грамотные специалисты, которые понимают, куда и как нужно двигаться, целеустремленное и энергичное руководство. Не сомневаюсь, что предприятие сохранит и усилит свои позиции на российском рынке. А в будущем сумеет выйти и на международный рынок, и это будущее может оказаться не таким уж далеким. Для меня крайне важно, что с нами работает серийный завод, который выпускает нужную для страны продукцию. Это само по себе приносит удовлетворение и в то же время подчеркивает важность деятельности, которую проводит «Остек-ЭК». Задачи, стоящие перед заводом, непросты и масштабны, и мы стараемся эффективно помогать в их решении. Сегодня мне очень нравится, что с Донским заводом радиодеталей мы делаем конкретные дела с конкретными результатами. Уверен — так будет и дальше».

Каковы дальнейшие планы модернизации предприятия, если говорить только о производстве металлокерамических корпусов?

Ф. Насибуллин: Мы хотим полностью укомплектовать это производство новым компактным оборудованием и сосредоточить в одном помещении. Оно уже выделено, там ведется реконструкция, производство будет оборудовано в соответствии с требованиями электронной гигиены. Там разместится линия приготовления шликера из импортного глинозема (если наши опыты с установкой NETZSCH увенчаются успехом), а также две-три литьевые машины фирмы КЕКО, установки вырубки, тарфаретной печати, замоноличивания, резки сырых карт на детали. В том же корпусе расположится участок обжига. Рядом планируем разместить участок сборки — напротив печей пайки, что максимально сократит внутрицеховое перемещение изделий.

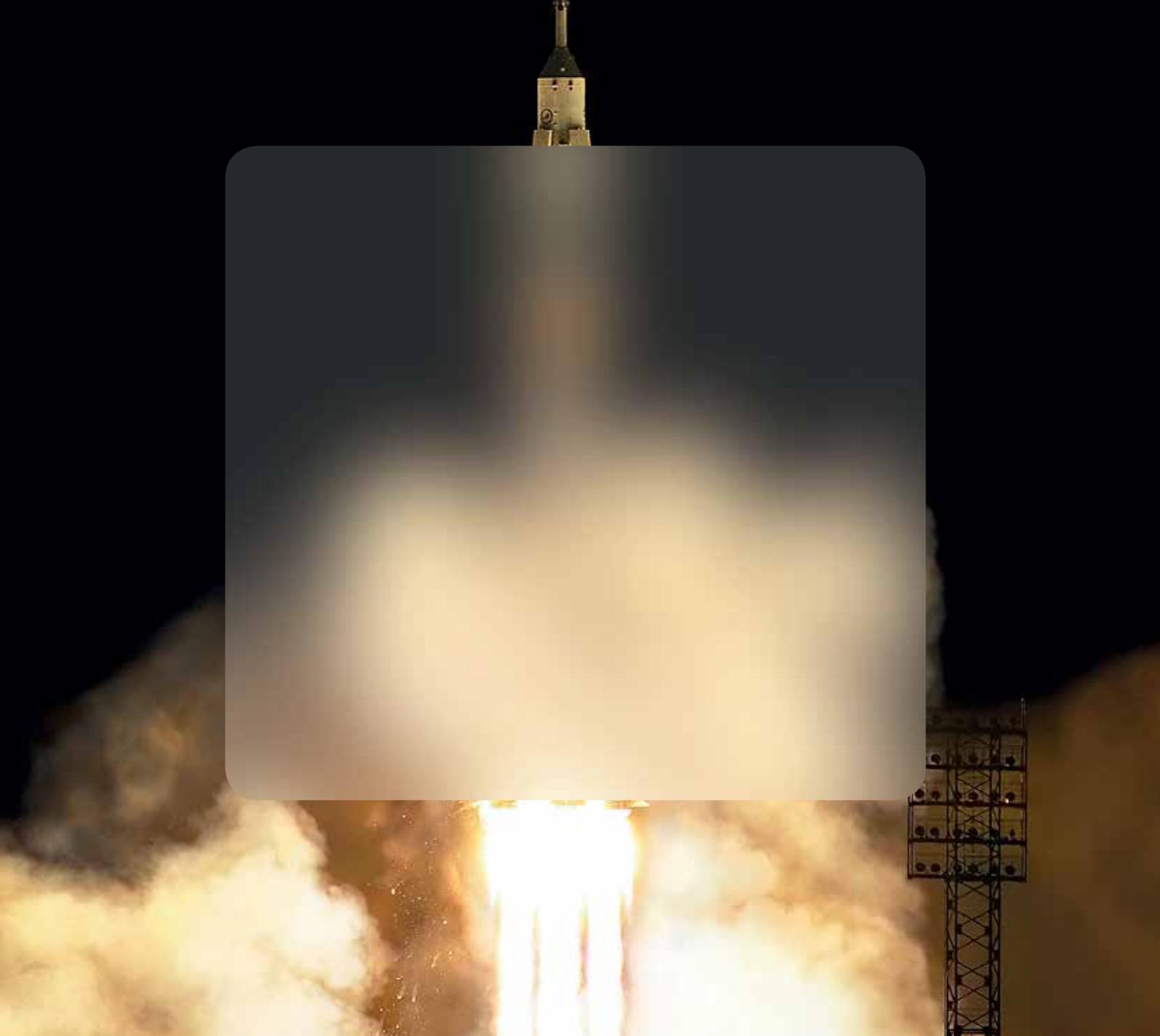
Важная задача — обеспечение приемлемого температурного режима в любое время года. Два года назад на участке обработки карт сырой керамики мы установили кондиционеры, и с тех пор температура там не поднимается выше 22°C — а раньше, случалось, жара там доходила до 30° и более, процесс тарфаретной печати просто останавливался — паста текла. Аналогичную работу мы запланировали для участка обжига и пайки.

Постепенно мы будем модернизировать и наше крупносерийное производство. Так, в планах следующего года — замена установок нанесения металлизационной пасты «Ободок-18». Варианты рассматриваются разные. В частности, с «Остек-ЭК» обсуждаем комплексный эффект от замены этих машин на новое оборудование на базе линии PAL-9 производства КЕКО.

В качестве одной из целей вы назвали снижение себестоимости тех изделий, которые уже выпускаются. Достигнут ли этот результат?

Ф. Насибуллин: Конечно. Причем снижение себестоимости достигнуто не только в рамках собственно технологии изготовления продукта. Мы очень серьезно снизили энергозатраты. Внедрили оборудование, которое позволяет значительно сократить расходы при получении азота из воздуха, параллельно исключив связанные с этим участком перебои в производстве. Поставили хорошую водоочистку, закупили станки для механической обработки. Вообще, все оборудование, которое мы сейчас покупаем, характеризуется большей технологичностью и меньшей энергоемкостью. Уверен, снижение себестоимости будет продолжаться и дальше, уже намечен и начат ряд мероприятий в этом направлении.

Подчеркну, в последние годы наши клиенты заметили, что мы можем очень оперативно и с хорошим качеством отвечать на их потребности. Да и нам самим работать стало очень интересно. С одной стороны, быстро виден результат. С другой — производителю всегда хочется делать продукцию гарантированно высокого качества. И теперь у нас есть, на чем ее делать. ▣



Видеть сегодня авиакосмическую технику будущего невозможно, **но технологии производства электроники для нее — необходимо**

Новые характеристики, которыми будут обладать электронные компоненты бортового оборудования летательных аппаратов завтра, зависят от технологий их производства, что необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства электроники в авиационной и космической промышленности.



будущее
создается

www.ostec-group.ru
(495) 788 44 44
info@ostec-group.ru



«Инфотэкс АТ»: почему разработчики высоконадежных систем делают ставку на собственное производство

Текст: **Юрий Ковалевский**
Алексей Курносенко

”

Компания ООО «Инфотэкс АТ» — яркий пример российской компании, построившей производство электронных изделий собственной разработки практически «с нуля» и уверенно занимающей нишу поставок уникальной продукции своим заказчикам: крупнейшим операторам сетей железных дорог, таким как ОАО РЖД (Россия), КТЖ (Казахстан) и БЧ (Беларусь).

Началось все еще в 1990 году исключительно с наукоемких разработок в области систем безопасности для железнодорожного транспорта. Идеальным вдохновителем ООО «Инфотэкс АТ» стал д.т.н. Александр Анатольевич Миронов. Ему удалось собрать вокруг себя опытных и талантливых инженеров и ученых, объединенных общей целью и ориентированных на результат. Совместно с коллегами и научными сотрудниками ряда ВУЗов они занялись теоретическими и экспериментальными исследованиями процессов бесконтактного теплового контроля различных типов буксовых узлов, которые легли в основу инновационных разработок в области систем теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава.

Проведенные исследования помогли проанализировать возможные ошибки в текущей оценке технического состояния подшипников, провести ряд успешных разработок средств технических измерений, контроля и диагностики в процессе обеспечения безопасности движения поездов, а также внедрить эффективные системы предупреждения возникновения необратимых отказов, способных привести к авариям.

Дальнейшие разработки компании включали в себя помимо средств контроля и диагностики буксовых узлов, подшипников и колесных пар, системы централизации, сбора и обработки диагностической информации, а также прикладное программное обеспечение для средств контроля и диагностики различного назначения.

Буксовые узлы относятся к ходовым частям вагона, служат для передачи силы тяжести брутто от кузова вагона на шейки осей колесных пар для соединения колесных пар и рамы тележки, ограничения продольных и поперечных перемещений колесных пар относительно рамы тележки, а также предохранения шеек оси от повреждений и загрязнения. Буксовый узел — необрессоренный, он жестко воспринимает динамические нагрузки от рельсового пути, испытывает значительные удары при прохождении колес по рельсовым стыкам, от действия центробежной силы в кривых и сил инерции при торможении.

Генеральный директор ООО «Инфотэкс АТ» А. А. Миронов продолжает заниматься научными исследованиями, он является автором ряда научных трудов и более 50 публикаций, посвященных безопасности на железнодорожном транспорте. В настоящее время на предприятии трудятся свыше 70 специалистов различного профиля, в том числе два доктора и два кандидата технических наук.

Поскольку деятельность компании изначально была сфокусирована на научно-исследовательской работе, об организации собственного производства речь не шла. Для изготовления макетных образцов и их тестирования было достаточно минимального необходимого оснащения. При дальнейшем росте объемов выпускаемой продукции в «Инфотэкс АТ» планировали прибегнуть к услугам предприятий, специализирующихся на контрактной сборке РЭА.

Однако за несколько последних лет в компании были проведены значительные работы по оснащению производства, что позволило наладить самостоятельный выпуск собственной продукции. Постепенно «Инфотэкс АТ» расширил спектр операций, выполняемых на собственных площадках. Сегодня компания способна не только обеспечивать высокий уровень качества

и надежности своей продукции, необходимый для столь требовательной области, как системы обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте, но и задумывается об оказании услуг в качестве контрактного разработчика и производителя.

Мы побывали на производстве компании «Инфотэкс АТ» и увидели, какие технологические решения применяются для изготовления высоконадежного оборудования для нужд железнодорожного транспорта и что приобрела компания благодаря модернизации производства.

Почему собственное производство?

Это вопрос мы всегда задаем представителям компаний, которые исторически специализировались на разработке электронных изделий, но затем решили наладить производство на своей площадке. В компании «Инфотэкс АТ» нам на него ответил главный конструктор Евгений Витальевич Балабанов: «Главное в собственном производстве — гибкость процесса и возможности по управлению качеством. Сейчас большинство производств, у которых можно

заказать сборку электронных узлов, делится на две большие группы: контрактные производства, работающие на открытом рынке, и предприятия оборонного комплекса. Обратившись к первым, мы, к сожалению, столкнулись со значительными сроками выполнения заказа при относительно небольших размерах партии изделий. Также мы периодически сталкивались с проблемами в области обеспечения качества у некоторых предприятий: как в плане технологического сопровождения производства, так и в отношении комплектации. В ряде случаев такие компании вынуждают заказчика передать им приобретение ПКИ, и потом сложно проследить, что за компоненты и материалы в результате попадают на сборку». Компании второго типа, т. е. производства ВПК, Евгений Витальевич охарактеризовал следующим образом: «Высокое качество, но технологии зачастую не рассчитаны под современную элементную базу и материалы».

Оказавшись перед таким выбором, компания решила создавать собственное сборочное производство. И естественным образом встал вопрос, на какое оборудование можно было бы положиться, и какая конфигурация производства окажется наиболее оптимальной для выпускаемой продукции.

Чтобы лучше понять выбор, сделанный специалистами Инфотэкса, нужно обратиться к особенностям их изделий.

Из чего состоит производство электроники железнодорожной автоматики?

Железная дорога — это объект повышенной опасности, в железнодорожной инфраструктуре применяется множество электронных систем.

«Для того, чтобы свести к минимуму любые риски, связанные как с диспетчеризацией движения поездов, так и с контролем технического состояния железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава, с одной стороны, оборудование на железной дороге должно быть современным и функциональным, — обозначил особенности продукции компании Е. В. Балабанов. — С другой, требования надежности заставляют использовать проверенные годами решения. На железных дорогах заказчик, как и в любой отрасли, отличающейся повышенным риском, склонен к традиционным решениям». Эта дилемма приводит к необходимости очень осторожного внедрения новых технологий и проведения большого количества испытаний.

Таким образом, следовало уделить внимание традиционному и проверенному монтажу в отверстия, от которого в данном оборудовании отказаться нелегко. Но есть и еще один фактор — человеческий. Поэтому при выборе решений для собственного производства большое внимание уделялось механизации и автоматизации производственных процессов, и, несмотря на требования традиций, было необходимо рассмотреть возможность внедрения технологии поверхностного монтажа.

Эти соображения и определили общий состав оборудования: линия поверхностного монтажа плюс ручной монтажный участок и установка пайки волной припоя.

В состав систем контроля и диагностики, используемых на железнодорожном транспорте, как правило входят шкафы оборудования приема и обработки информации. Это требует применения множества жгутовых и иных видов соединений.

Наша экскурсия по производству началась именно с участка изготовления жгутов и проводных соединений.



Сборка проводных соединений и монтаж блоков





Участок ручного монтажа



Участок сборки блоков



Сборка жгутов осуществляется традиционным способом — на шаблонах.

Рядом расположены участки ручного монтажа в отверстия и окончательной сборки блоков.

Платы, содержащие большое количество монтируемых в отверстия компонентов (а это силовые платы, коммутационные панели и другие модули, широко применяемые в системах железнодорожной автоматики), после установки компонентов поступают на установку пайки волной припоя ERSA ETS 250.

Как уже говорилось, применение монтажа в отверстия во многом определяется необходимостью использования проверенных традиционных технологий. Тем не менее, растущая потребность в автоматизации и гибкости производства стала причиной постепенного перехода на технологию поверхностного монтажа там, где это возможно.

Для реализации процессов сборки по технологии поверхностного монтажа компания выбрала линию на основе автомата Samsung SM421, которая была запущена три года назад. Поскольку в настоящее время в компаниях с относительно малыми объемами, но большой номенклатурой выпускаемых изделий стали часто встречаться конфигурации с автономными установками, не объединенными в линию, что по словам сотрудников таких компаний позволяет более гибко распределять нагрузку на оборудование, мы поинтересовались у представителей компании «Инфотэкс АТ», почему ими выбрана именно автоматическая конвейерная линия.

«Перед нами стояли две основные задачи: снизить влияние человеческого фактора на качество выпускаемой продукции и повысить гибкость производства с точки зрения освоения выпуска новых разработок в кратчайшие сроки, — ответил Евгений Витальевич. —



Установка пайки волной припоя ETS 250



Процесс пайки волной припоя разъемов на коммутационной панели

Переносить платы между установками «руками» — это дополнительный риск возникновения дефектов. Кроме того, на качестве отрицательно сказывается межоперационное хранение, например, платы с нанесенной пастой. А в линии: плата вышла из одной установки и сразу пошла в другую — риск минимален. Кроме того, наши разработчики вместе с комплектом КД предоставляют данные САПР, которые являются почти готовыми программами и для изготовления трафарета, и для сборочного автомата, что значительно сокращает время на подготовку производства. Всё это позволило уменьшить количество персонала на линии до минимума — для работы нам достаточно одного оператора в смену».

Линия поверхностного монтажа компании имеет классическую конфигурацию на основе одного универсального автомата Samsung SM421.

В начале линии установлен загрузчик. Далее работает установка трафаретной печати Horizon 03iX, оснащенная системой 2D-инспекции нанесения паяльной

пасты Hawkeye. Данная опция, по словам специалистов компании, оказывается на практике очень полезной для недопущения дефектов поверхностного монтажа. Ведь большинства потенциальных дефектов, которые могут возникнуть именно на этапе нанесения пасты, удается избежать до установки компонентов именно благодаря системе Hawkeye. Мы спросили, насколько проблемной оказывается трафаретная печать с точки зрения возможных дефектов: «При грамотно спроектированном и качественно изготовленном трафарете, качественных непросроченных материалах и правильно выбранных режимах их нанесения проблем практически не возникает. Одним из важных условий качественного нанесения паяльной пасты является чистота трафарета: чем меньше шаг выводов компонентов, тем чаще следует протирать трафарет, и этого в большинстве случаев бывает достаточно. Следует заметить, что очистку трафарета Horizon 03iX производит в автоматическом режиме и не отвлекает персонал от выполнения основных задач».



Автоматизированная линия поверхностного монтажа



Установка трафаретной печати Horizon 03iX с системой Hawkeye и очисткой трафарета снизу



Автомат установки компонентов Samsung SM421

После нанесения пасты установка компонентов выполняется на автомате Samsung SM421. Бытует мнение, что для многих задач сборки возможности технологической линии с точки зрения гибкости и производительности в наибольшей степени раскрываются при реализации концепции с высокопроизводительным чип-шутером и специализированным автоматом установки более сложных компонентов. Тем не менее, специалисты компании Инфотэкс отметили, что универсальный автомат SM421 полностью удовлетворяет потребностям производства как в части гибкости и точности, так и в отношении производительности работы.

Особый вклад в производительность вносит оснащение каждой головки установки компонентов камерой технического зрения, осуществляющей центрирование «на лету» компонентов практически всех распространенных типоразмеров: от чип-компонентов 01005 до микросхем 22x22 мм, что отвечает потребностям производства Инфотэкса. Важно также отметить возможность распознавания компонента не только по вы-



Конвекционная конвейерная печь ERSA Hotflow 2/12/08

водам, но и по контуру, что ускоряет наладку автомата при необходимости описания сложных нестандартных компонентов.

Пайка осуществляется в конвекционной конвейерной печи ERSA Hotflow 2/12 с 6 зонами нагрева. Ответственность выпускаемой предприятием аппаратуры обусловила применение исключительно традиционной технологии пайки свинцовосодержащими припоями. Термопрофили создаются и обрабатываются с помощью устройства термопрофилирования, собирающего и записывающего параметры процесса пайки при прохождении через печь.

Как мы уже говорили, линия имеет классическую конфигурацию. Но это ни в коем случае не означает, что такое решение априори универсально. У каждой компании существуют свои особенности и требования к продукции и технологии. Данная линия была построена с учетом таких особенностей, а также возможных перспектив развития.

«При проектировании и запуске линии нам очень помогли специалисты Остека — сказал Евгений Витальевич. — Для нас поверхностный монтаж был новой технологией, и без технического содействия опытных специалистов правильно подобрать оборудование и запустить его было бы затруднительно. Оказалось очень кстати, что у Остека есть представитель в Екатеринбурге — ООО «Азиэл», благодаря этому многие вопросы решались очень оперативно».

К продукции, выпускаемой «Инфотэкс АТ», предъявляются высокие требования в плане надёжности. Одной из многих технологических операций, в комплексе позволяющих достичь требуемых результатов, является операция отмывки печатных узлов после монтажа. Инфотэкс имеет в своём арсенале промывочное оборудование производства компании PWT. Установки ультразвуковой и струйной отмывки Miniclean и SuperSwash позволяют выполнять весь комплекс операций отмывки с использованием жидкостей компании ZESTRON®.



Участок промывки печатных узлов

Тестирование аппаратуры

Мы уже говорили о повышенных требованиях к качеству и надежности выпускаемой «Инфотэкс АТ» продукции, и описанное нами производство, прежде всего, служит для выполнения этих требований на этапе изготовления.

Однако для таких изделий, как системы безопасности железнодорожного транспорта, выходное тестирование продукции остается обязательным, какие бы качественные и современные технологии ни применялись при их производстве.

Представители компании показали нам тестовые стенды, на которых выполняются проработка и функциональное тестирование аппаратуры. Эти универсальные стенды собственной разработки — гордость компании.

В связи с выпуском ряда изделий для работы в индустриальном диапазоне температур введена в эксплуатацию специализированная климатическая камера TERCHY VYR-408CS, рассчитанная на температурный диапазон от -70°C до $+100^{\circ}\text{C}$ и влажность от 10 до 98 %, которая позволяет осуществлять полный цикл испытаний.

Е. В. Балабанов: «Нам удалось достичь такого уровня функциональной готовности и качества наших систем, что в штате компании даже отсутствует подразделение пусконаладки. Мы отправляем оборудование нашим заказчикам, а они его монтируют и запускают в работу по нашей документации, но без нашего участия. Что это значит, понятно любому производителю сложных распределенных систем промышленного класса».

В дополнение к имеющемуся в арсенале Инфотэкса оборудованию в ноябре 2014 года на предприятии была внедрена система рентгеновского контроля Micromex DXR, что значительно повысило качество изделий,



Стенды тестирования и технологического прогона продукции



Климатическая камера TERCHY VYR-408CS



Система рентгеновского контроля Micromex DXR

упростило процедуру входного контроля и оптимизировало отладку технологических процессов под новые изделия.

Путь «разработчик — OEM — EMS»

Многие российские компании электронной отрасли прошли за последние годы этот путь. «Инфотэкс АТ» — не исключение. Ощувив необходимость в собственном производстве и внедрении современных технологий, три года назад Инфотэкс инвестировал средства в современное оборудование, расширив, таким образом, возможности собственного производства. Около года назад, осознав наличие скрытых резервов, компания задумалась о предоставлении услуг на рынке контрактного производства.

Мы спросили директора компании Павла Александровича Кораблева, что будет тем привлекательным отличием Инфотэкс, которое позволит компании занять свою нишу на этом непростом рынке: «Мы надеемся, что этим отличием станет наш разработческий опыт, который с появлением собственного производства обогатился знаниями в области конструирования с учетом технологичности. Мы сможем предлагать не только производство по контракту, но и комплексные решения, начиная со схемотехнической разработки и заканчивая готовыми изделиями, включая программирование. То есть к нам могут приходить только с идеей, а мы ее уже реализуем и воплотим. Наш научно-технический потенциал позволяет это сделать. В особенности наш опыт может пригодиться при разработке и изготовлении высоконадежной электроники». Отметим,

что Инфотэкс является единственным обладателем системы рентгеновского контроля в Свердловской области, который не имеет ограничений по проведению инспекции сторонних изделий и может оказывать подобные услуги на регулярной основе.

Заключение

Такие технологии как поверхностный монтаж прочно заняли свое место на российских производствах и позволяют достигать высокого уровня качества и надежности, ожидаемого заказчиками-«традиционалистами», к которым относятся и железнодорожные компании.

«Инфотэкс АТ» — пример динамично развивающегося современного предприятия в российской электронной промышленности. Побывав на предприятии, мы с удовольствием увидели, как изначально исследовательская компания может успешно развиваться до эффективного серийного производства, сохранив при этом свой научный потенциал, и предлагать при этом услуги по контрактной разработке и сборке изделий.

Мы желаем компании «Инфотэкс АТ» успехов в дальнейшем развитии и выражаем надежду, что опыт продвижения и развития технологии поверхностного монтажа на российских предприятиях успешно повторится и с технологиями, которые в настоящий момент составляют передовой край мировых конструкторско-технологических решений, такими как 3D-MID, передовые гибридные технологии и многие другие решения, только приходящие на российский рынок. □

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД РЕШАЕТ ВСЁ

Визит на новую линию
поверхностного
монтажа компании
«ПСБ технологии»

Текст: Владимир Мейлицев

”

В декабре 2014 года нас пригласили посетить цех контрактного производства компании «ПСБ технологии». Повод был серьезный: демонстрация недавно запущенной автоматизированной линии поверхностного монтажа, оборудование для которой поставило и в наладке которой участвовало ООО «Остек-СМТ».

Компания является «производственным крылом» холдинга PCB technology, включающего также дизайн-центр «Схематика» и «ПСБ СОФТ» — компанию-поставщика САПР печатных плат. Относительно новой линии нас интересовали обычные вопросы. Какие цели ставились при ее приобретении? Какое место она заняла в общей структуре производства? Каковы ее технические возможности, какие заказы на ней выполняются, оправдала ли она средства, на нее затраченные?

На все эти вопросы нам ответил Александр Акулин, технический директор ООО «ПСБ технологии».

Давайте сначала поговорим о специфике производства в целом. Как бы вы охарактеризовали спектр обычных для вас заказов?

Большие серии — это не наш рынок. Десятки тысяч штук одного и того же изделия, регулярный запуск раз в месяц — такие компании сами строят у себя производственную линейку, оптимизированную под данный тип заказа, и сами контролируют весь процесс. Либо они идут к каким-то дешевым крупносерийным скоростным производителям и там выжимают цену до последней копейки, получая согласие производителя за счет объема заказа.

У нас специфика другая. Мы ориентируемся на потребителя, которому нужно в определенный момент быстро и качественно сделать уникальное изделие в количестве 10, или 100, а может быть и двух-трех штук. И он не знает, когда он повторит это изделие: через месяц или через два года. Как правило, в следующий раз он приносит другое изделие, не менее уникальное; или то же изделие, но в другом варианте исполнения.

Если говорить о категориях заказчиков, то к нам идут и со спецтехникой, и с изделиями общего назначения. Мы получили сертификат соответствия системы качества ГОСТ РВ 0015.002 и можем работать с государственными структурами, но охотно выполняем заказы и от коммерческих предприятий. Нам хотелось бы совмещать и то, и другое — насколько позволяет рынок.

Количественный диапазон наших заказов — от 2–3 единиц до 1000. Бывает даже так, что заказчик просит установить только компонент BGA, а остальное делает сам. Типовую партию изделий — 100–200 штук — мы изготавливаем за один день или за несколько часов. Даже совсем маленькие партии не особо меняют картину: платы очень сложные, с множеством номиналов компонентов, основное время уходит на зарядку питателей. В месяц мы выполняем 50–60 заказов, работаем с двумя выходными в одну смену, так что в среднем получается два-три заказа в день, максимум пять.

Какую задачу вы ставили перед собой, начиная планировать расширение производства?

Первую линию поверхностного монтажа мы покупали под небольшие заказы сложных плат. В ее составе был универсальный автомат Europlacer IINEO со скоростью до 12 тыс. компонентов в час, парофазная печь ASSCON, трафаретный принтер SPEEDPRINT.

Наш план развития был умеренным. Мы считали, что нужно купить еще один небольшой установщик, может быть еще один аппарат Europlacer и некоторое другое оборудование, компактное и недорогое. На тот момент



Александр Акулин



Автоматическая линия поверхностного монтажа в цехе компании «ПСБ технологии»

предполагаемые инвестиции ограничивались суммой 150, максимум 200 тыс. долларов.

При планировании мы руководствовались несколькими критериями. Большое значение имел выбор поставщика — это должен быть серьезный, солидный партнер для долгосрочного сотрудничества. Мы хотели, чтобы он не только поставил хорошее оборудование, но и обеспечил сервис и оперативное взаимодействие в дальнейшем, при необходимости — поставку дополнительного оборудования, оснащение программным обеспечением, консультации, в том числе технологические — все это было важно.

Конечно, мы тщательно изучали само оборудование, оценивали разные бренды, изучали предложения от разных поставщиков. Это был, по сути дела, тендер: мы сравнивали предложения и по функционалу, и по цене. И нашим выбором стала компания «Остек-СМТ».

Специалисты Остека не только смогли убедить нас в том, что они предлагают качественное оборудование на хороших условиях, но и вдохновили на куда более масштабный проект. В окончательном виде согласованная к поставке линия состояла из кассетного загрузчика плат Nutek NTE 710LM, трафаретного принтера DEK Horizon 03iX, скоростного установщика компонентов (чип-шутера) Samsung SM471, прецизионного установщика компонентов SM482, печи конвекционного оплавления ERSA 3/20, буферного конвейера, системы автоматической оптической инспекции Viscom и работающего с ней кассетного разгрузчика плат.

В итоге мы очень серьезно вложились, значительно серьезнее, чем предполагали изначально. После показа основных агрегатов в составе демонстрационной линии на выставке ЭкспоЭлектроника 2013 в течение месяца оборудование было привезено на наши производственные площади, мы установили его, настроили и пустили в эксплуатацию. И теперь видим, что это помогло нам выйти на абсолютно новый уровень. На такой уровень, на который мы и не рассчитывали, и не собирались выходить — по производительности, по техническим возможностям, по объему производства. Мы можем теперь выполнять в четыре-пять раз больше заказов, чем два года назад. И у нас есть возможность смонтировать с отличным качеством печатные платы практически любой сложности, будь то многопроцессорная материнская плата для суперкомпьютера или миниатюрная плата смартфона или планшета.

Почему вы решили поставить трафаретный принтер фирмы DEK, ведь это далеко не самое дешевое из подобных устройств?

Мы знали теоретически и убедились на практике: от качества нанесения паяльной пасты зависит качество монтажа, особенно для BGA-компонентов и малоразмерных компонентов с маленьким шагом выводов. Не последним аргу-

ментом в пользу предложенной Остеком модели стало имя компании-производителя — одного из наиболее уважаемых мировых брендов. Наконец, мы консультировались со многими технологами на разных предприятиях, и все подтверждали, что трафаретный принтер фирмы DEK обеспечит точность, аккуратность и стабильность нанесения пасты.

Вы поставили в линию два автоматических установщика — и это для не очень крупносерийного контрактного производства... Они оба действительно нужны?

Конечно. Первое, за что мы боремся — это количество типоминиалов компонентов, которые можно устанавливать на плату. Две машины позволяют нам монтировать без перезагрузки питателей до 240 различных видов компонентов, и уже сейчас на некоторых заказах этот потенциал используется почти полностью, а мы, приобретая оборудование, думали еще и о заделе на будущее.

Второе: часто нужно поставить на плату большое количество компонентов 0402, или 0805, или 0603 — их может быть тысяча, две тысячи штук, иногда четыре тысячи. Чтобы не тормозить весь процесс, их установка на плату должна укладываться в одну-две минуты. Для этого нужен чип-шутер, который, пусть и с меньшей точностью, чем та, которая необходима для микросхем, обеспечивает нужное быстродействие. Максимальная скорость по спецификации у двухпортального установщика Samsung SM471 — 75 тыс. компонентов в час.

Реальная получаемая производительность доходит до 30...50 тыс. компонентов в час, что объясняется спецификой заказов: для небольших и средних партий разнотипных изделий глубокая оптимизация процесса установки нецелесообразна.

У Samsung удобные питатели, мы приобрели обычные пневматические и так называемые смарт-питатели. Для нас особенно важна способность смарт-питателя работать с короткими лентами, даже с обрезками лент. С этим мы очень часто сталкиваемся при получении комплектации от клиента.

Функцией автоматического распознавания питателя мы не пользуемся. У нас нет своей продукции, вся продукция заказная. Компоненты под каждый заказ идут индивидуально, и порой в течение дня проходит несколько наименований изделий от разных заказчиков, каждый со своей комплектацией. Даже если это комплектация нашей поставки, то она все равно разделена для разных заказов. При этом повторяемость компонентов практически отсутствует, разве что один-два номинала конденсаторов. Поэтому удобнее готовить для установщика программу под каждое изделие и устанавливать питатели в позиции, заданные этой программой; держать заранее подготовленные питатели не имеет смысла.

И потом, питателей иногда попросту не хватает. Мы приобрели их очень много, можем подготовить для монтажа, скажем, сразу 200 видов компонентов, но это количество часто уходит на один заказ, и для следующего приходится проводить подзарядку, перезарядку. Думаю, мы будем приобретать дополнительные питатели, потому что номенклатура компонентов под каждый заказ растет.

А еще в автомате установлен обрезчик лент — такой подарок сделал нам Остек. В него попадает использованная лента из питателя, разрезается на куски, и в поддоне оказываются не длинные «макаронны», а короткие фрагменты, которые удобно оттуда удалять.

Подкатные тележки с чип-шутером мы не используем, только тележки для хранения питателей — это оказалось удобнее, чем хранить их на стеллажах. Питатели можно заряжать на тележках, но, как правило, зарядка выполняется на столе, после чего питатель либо сразу ставится в свою позицию на станке, либо устанавливается на тележку, если это готовится к запуску следующий заказ.

Второй станок — прецизионный установщик SM482 для работы с более крупной элементной базой: микросхемами, в том числе BGA, и с чип-компонентами больших типоразмеров. Может устанавливать практически все виды микросхем, обладает точностью, хорошей скоростью, низким уровнем шума.



Автомат трафаретной печати Horizon O3iX

Время холостого цикла (холостого хода) печати 12 с
 Точность совмещения трафарета и платы $\pm 12,5$ мкм
 Скорость движения ракеля от 2 до 300 мм/с
 Давление ракеля от 0 до 20 кгс
 Доступно большое количество дополнительных опций, в частности:

- программируемый дозатор пасты;
- различные системы фиксации и поддержки ПП, в том числе полностью автоматическая система поддержки Grid-Lok;
- несколько вариантов систем очистки трафаретов и автоматического контроля качества нанесения пасты;
- и многое другое.

Для подачи на установщик матричных поддонов вы выбрали Samsung STF 100S — внешний питатель, находящийся вне рабочего поля. Это удобно?

Внешний питатель удобно заряжать, поддоны можно перезаружать, не останавливая работу станка. Но главное — поддон, расположенный вне рабочего поля, оставляет его свободным для питателей из лент разной ширины и пеналов.

А что скажете про печь конвекционного оплавления?

Печь Ersa HOTFLOW 3/20 мы выбрали, исходя из ее больших технологических возможностей. Она имеет по 10 зон нагрева и по четыре зоны охлаждения сверху и снизу, что позволяет очень точно выставить температурный профиль пайки, настроить режимы. Это важно, в частности, для плат большого размера, с большим количеством BGA-компонентов; на этой печи мы отработали режимы и для бессвинцовой, и для смешанной пайки.

Надо сказать, в таком решении заключался некоторый риск. Печь очень длинная, и было не совсем ясно,



Автомат установки компонентов SM471

Количество установочных головок 2 портала по 10 головок
 Скорость установки до 75 000 комп/час
 Точность установки ± 50 мкм для чип-компонентов
 Устанавливаемые компоненты от 01005 до 14 × 14 мм
 ИМС с шагом до 0,4 мм
 BGA, CSP с шагом до 0,4 мм
 Распознавание и центрирование компонентов осуществляется «на лету» в процессе перемещения компонентов на плату.
 Предусмотрено несколько режимов сборки, включая параллельную сборку двух плат разными порталами и сборку одной большой платы двумя порталами одновременно.



Ленточные питатели на тележке для хранения

как доставить ее к месту установки в цеху: по коридору она не проходила. Пришлось заносить ее с улицы через проделанное в стене отверстие. Специалисты Остека совместно с такелажниками подготовили необходимую оснастку, поддоны, подвесы, и печь с помощью кранов поднимали на второй этаж, заносили в цех, разворачивали и устанавливали на место. Управились за один день...

Перед печью установлен конвейер, совмещенный с питателем для поддонов установщика SM482. Конвейер нужен для визуального контроля плат после установки, а также в тех случаях, когда после автоматического монтажа некоторые компоненты требуется дополнительно установить вручную.

Прежде вы пользовались парофазной печью ASSCON VP1000–64. Вы находите, что печь конвекционного оплавления имеет перед ней преимущества?

Я не стал бы однозначно говорить именно о преимуществе. Однако у парофазной печи есть некоторые нюансы, которые на контрактном производстве превращаются в проблемы. Если при разработке платы допущены ошибки, например, посадочные места для чип-компонентов сделаны не по стандарту IPC, то может возникать дефект типа «надгробный камень», когда чип-компонент поднимается на один из своих торцов, образуя паяное соединение только с одной стороны.

Справедливости ради надо отметить, что такая же неприятность может случиться при пайке в конвекционной печи, но в азотной среде. Процесс окисления в этих условиях сильно заторможен, и тут включается один неприятный механизм. Чем медленнее окисляется поверхность капли припоя, тем больше на ней сила поверхностного натяжения. Представьте себе резистор: на одном конце расплавленная капля, а другой конец лежит на пятне паяльной пасты. Капля тянет его поверхностным натяжением, и он приподнимается, не успев «прилипнуть» другим концом, — получаем тот же «надгробный камень». Если учесть, что на наших платах может быть несколько тысяч маленьких резисторов и конденсаторов, то можно себе представить, сколь велика трудоемкость последующего ремонта. Так что наша рекомендация — качественно разрабатывать посадочные места для чип-компонентов и руководствоваться стандартами IPC.

И хотя у парофазной печи есть свои достоинства, теперь мы используем ее очень редко. Даже небольшие



Автомат установки компонентов SM482

Количество установочных головок. 1 портал, 6 головок
 Скорость установки до 28 000 комп/ч
 Точность установки. ±50 мкм для чипов, ± 30 мкм для QFP
 Устанавливаемые компоненты:
 Распознавание «на лету» поле обзора 16 мм от 01005 до 14 ×14 мм,
 ИМС с шагом до 0,4 мм, BGA,
 CSP с шагом до 0,65 мм
 Неподвижная камера поле обзора 35 мм до 32 ×32 мм,
 ИМС с шагом до 0,3 мм, BGA,
 CSP с шагом до 0,5 мм, до 55 × 55 мм мультираспознавание
 Шесть камер для распознавания и центрирования компонентов располагаются непосредственно на модуле с установочными головками напротив каждой из них, что исключает необходимость перемещения к отдельной камере центрирования и позволяет центрировать одновременно шесть захваченных компонентов в процессе перемещения их к печатной плате.
 Установка позволяет работать с большим количеством как пневматических, так и электронных питателей, упрощающих работу с различными лентами компонентов, в том числе и с обрезками лент.

опытные партии идут у нас через конвекционную печь, не говоря уже о серийных, где незаменимой становится высокая пропускная способность этой машины. Впрочем, иметь две печи всегда полезно.

Следующий этап — контроль. Насколько необходима столь мощная система автоматической оптической инспекции как Viscom S 3088?

Для контроля качества пайки мы раньше пользовались настольной установкой автоматической оптической инспекции (АОИ) с ручной загрузкой модулей типа Omron R NS II pt. Она имеет только одну вертикальную камеру, но особый алгоритм анализа изображения, использующий систему трехцветной подсветки, гарантирует высококачественную проверку с минимумом ложных тревог.



Конвейерная печь конвекционного оплавления HOTFLOW 3/20

Габариты (Д × Ш × В)	6590 × 1530 × 1580 мм
Рабочая ширина конвейера	45–580 мм
Высота компонентов	+25 / -37 мм
Скорость конвейера	20–200 см/мин
Длина зоны нагрева	3700 мм
Длина зоны охлаждения	1490 мм
Ширина рабочей зоны	770 мм
Модулей конвекции	10 сверху / 10 снизу
Преднагрев	7 сверху / 7 снизу
Пайка	3 сверху / 3 снизу

Нагрев осуществляется горячим воздухом или азотом; при пайке в инертной среде ведется контроль наличия кислорода во внутреннем объеме. Высокая равномерность и повторяемость нагрева обеспечивается технологией MULTI-JET. Регулировка скорости вращения вентиляторов позволяет гибко управлять параметрами процесса. Имеется система центральной поддержки для предотвращения прогиба крупногабаритной платы при нагреве. Эффективная система фильтрации воздуха от продуктов, выделяющихся в процессе пайки.

Однако в новую линию мы решили добавить систему Viscom S 3088 flex с буферным разгрузчиком для согласования процессов изготовления и контроля. Это установка под серийные заказы, особенно под повторяющиеся. В таких случаях удобно один раз настроить и потом в реальном времени проверять сразу все: и качество нанесения пасты, и правильность установки компонентов, и качество паяных соединений.

Впрочем, эта система — хороший выбор в любом случае. Помимо вертикальных камер обзора у нее есть еще восемь фронтальных камер, и они могут наблюдать компоненты с любой стороны. Это резко улучшает достоверность, результативность инспекции: можно видеть приподнявшиеся выводы микросхем, «надгробные камни»... Мы рассчитываем, что эта установка позволит проводить детальную инспекцию самых сложных изделий, не нарушая общего ритма линии при любых представимых сегодня объемах заказов.

В каком режиме вы используете рентгеновский контроль? По требованию заказчика?

При запуске нового заказа контролируется вся установочная партия, порядка 10 плат. Положительный результат контроля говорит о том, что технологический процесс отработан, и тогда мы переходим к выборочному контролю или контролю по возврату — когда заказчик возвращает платы после отказа при электрическом тестировании.

Если на платах установлены BGA-компоненты, то они подвергаются пристальному контролю — как правило, на рентгеновскую установку идет 30 % плат. Небольшие партии с BGA-компонентами проверяются полностью. Военные заказчики всегда требуют 100 % рентгеновский контроль — конечно, мы его делаем.

В завершение разговора о контроле: проводите ли вы функциональное тестирование?

Да, часть заказов мы ставим на функциональное тестирование. Как правило, для этого заказчики предоставляют свои инструкции. Стенды комплектуем совместно: компьютеры наши, а специализированные пульта, согласующие устройства — от заказчика. Иногда мы можем собрать установку из своих приборов. И проводим функциональное тестирование, а иногда и прошивку микропрограмм.

В перспективе можно подумать о JTAG-тестировании; если говорить о внутрисхемном тестировании летающими зондами, то пока для нас это очень дорого. Однако в будущем, возможно, мы вернемся к этому вопросу.



Система автоматической оптической инспекции S-3088-flex

Поле обзора верхних камер	57,6 × 43,5 мм
Минимальный размер чип-компонента	01005
Разрешение камер (переключаемое):	
вертикального обзора	23,4 и 11,7 мкм/пикс.
бокового обзора	16,4 и 8,05 мкм/пикс.
Размеры инспектируемой платы (Д × Ш)	508 × 508мм
опционально	650 × 508мм
Скорость инспекции	20–40 см ² /с
Библиотека алгоритмов инспекции для всех стандартных компонентов, поддерживающая требования стандарта IPC-A-610E.	
Библиотека снимков обнаруженных дефектов, используемая для самообучения системы и помощи оператору.	
Установка спроектирована для универсального применения: от производства прототипов до работы в условиях крупносерийного производства.	

Насколько сейчас загружена новая линия?

Не могу сказать, чтобы на 100 %. Загрузка неравномерная; помимо всего прочего, очень сказывается нестабильность в сроках поставки компонентов. Из-за этого порой бывает почти нечего делать. Но в другие моменты количество ждущих выполнения заказов становится очень большим, и тогда высокая производительность линии нас просто спасает.

Продолжаете ли вы эксплуатировать предыдущую линию?

Да, конечно — для опытных заказов и небольших партий. В таких случаях заказчики обычно приносят компоненты в неподходящем для автоматического монтажа виде — в пакетике, россыпью, нарезкой, причем без всякого запаса. Многие заказчики либо не понимают требований автоматизированного производства, либо плохо организуют работу своих отделов снабжения, либо не в силах

решить проблемы с бухгалтерией. Приходится идти им навстречу. Те компоненты, которые можно поставить автоматически, мы монтируем на автомате Europlacer, остальное устанавливает оператор на манипуляторе фирмы FRITSCHE — в цеху их несколько. Конечно, этократно увеличивает трудоемкость производства.

Устранение дефектов, выявленных при контроле, выполняется на рабочих местах монтажников. На каждом из них есть микроскоп, монитор, трехканальная паяльная станция. На мониторе монтажник проверяет, действительно ли имеет место дефект, информация о котором поступила, скажем, по сети от АОИ, и после исправления на нем же отмечает выполненные действия. Таким образом, у нас хранится полная «история жизни» модуля.

С какими трудностями вы сталкиваетесь при подготовке к запуску партии изделий в производство?

Подготовка заказа — это большая работа. Трудности начинаются с исходной документации. Первая и самая важная проблема — несоответствие чертежа, спецификации и электронных файлов.

Второе — недоработки в самих проектах, их несоответствие стандарту IPC. Чаще всего это снижает качество монтажа, но бывает, что огрехи в документации приводят к прямым ошибкам. Например, некорректно указан ключ на чертеже, и партия изделий монтируется неправильно по вине разработчиков.

Третье — это комплектация, которую предоставляет заказчик. Я уже говорил, что часто дают компоненты без технологического запаса. Бывает, что предоставляют некачественные ленты: помятые, не первой свежести, в нарезке, с нарушенной покрывной пленкой и т.д. Все это очень трудно зарядить в автоматы, приходится монтировать вручную.

Иногда в комплектации заказчика попадают компоненты плохого качества. Бывает пересортица: заказчик заявляет, что это один компонент, а выясняется, что совершенно другой. Или в проекте учтен компонент в одном корпусе, а реально он — в другом. Например, в документации стоит чип-компонент 0402, а в поставленной заказчиком ленте — 0603; поставить его или невозможно, или трудно. Таких ошибок очень много и с ними приходится бороться на этапе подготовки.

А убедить заказчика пользоваться вашей комплектацией — насколько это возможно?

Часть заказчиков пользуются этой услугой, и таких становится все больше.

Но некоторые фирмы, особенно коммерческие, упорно сами занимаются подбором комплектации — ведь они



A



B



C



D

Рабочее место ручного монтажа и визуального контроля/ремонта **A**; установка формовки выводов типа «крыло чайки» **B**; манипулятор **C**; рабочее место для восстановления шариков BGA-компонентов и снятия/установки BGA **D**

на этом зарабатывают. Когда же клиент соглашается работать с нашим отделом комплектации, то мало того, что исключаются перечисленные выше проблемы; мы закупаем компоненты с учетом технического запаса, в частности, для зарядки питателей. В результате и работа идет гораздо быстрее, и качество гарантируется на более высоком уровне.

Вы как-то проверяете компоненты?

Мы их пересчитываем, проверяем номиналы — насколько это возможно в условиях предоставленной заказчиком упаковки. Потом делаем сушку тех компонентов, которые в этом нуждаются. Это важный момент: компоненты BGA и LGA, если они хранились в негерметичной упаковке и набрали влагу, без предварительной сушки могут быть повреждены во время оплавления. Затем в порядке очередности или в порядке приоритетов, срочности мы запускаем заказ. Заказчик получает готовую партию изделий через две-три недели после предоставления документации и комплектации.

А проблемы с разными типами покрытий? Платы вы тоже получаете от заказчика?

Как правило, печатные платы нашего производства — это наш основной бизнес. Мы предлагаем хорошие цены и высокое качество, и большинство заказчиков соглашается поручить их изготовление нам. Мы предлагаем все



На новой линии автоматического монтажа собираются платы высокого уровня сложности

основные типы покрытий: и припой, и иммерсионное золото, и иммерсионное серебро. Это нормальные, удобные виды покрытий.

Впрочем, проблемы могут быть. Например, если плата с золоченым покрытием хранилась год и более, то из-под слоя никеля выделяется фосфор и создает барьер для пайки. С платами же, привезенными заказчиком, бывают и более элементарные проблемы: и коробление, и некачественное покрытие, и даже просто плохая обрезка.

Вы сказали, что ваш основной бизнес — производство печатных плат. А несколько лет назад занялись контрактным производством. Вы меняете рыночную нишу?

Начав с импорта плат из Китая и Европы, мы понимали, что рано или поздно придут мировые поставщики, которые, имея полумиллиардные (в долларах) обороты, начнут демпинговать, просто обрушат рынок. Поэтому уже на ранних этапах своего развития мы стали строить бизнес не как торгово-посреднический, а как сервисный. Мы позиционировали себя как технологическая компания, которая предоставляет услуги по подготовке печатных плат к изготовлению на современном оборудовании, по проверке, по поставке с очень высоким качеством. И при этом понимали, что все равно нужно и дальше расширять свои возможности.

Таким расширением стали наш дизайн-центр и цех монтажа — мы страховали риски. Цех монтажа будет всегда востребован, ведь какая-то электроника будет выпускаться всегда. Если мы умеем делать ее качественно, то к нам придут заказчики, и в рамках российских цен, российских зарплат, даже если все это сильно оторвется от остального мира, мы сможем выжить.



Мы попросили дать комментарий представителя компании-поставщика, руководителя проектов ООО «Остек-СМТ» Илью Желюкова: чем интересен вам этот проект? В чем особенность этой компании?

Уже много лет Остек и «ПСБ технологии» находятся в близком сотрудничестве, полезном обеим сторонам. Когда кто-то из заказчиков спрашивает наших сотрудников, кто мог бы помочь с печатными платами, мы советуем обращаться к «ПСБ». Нам же наше взаимодействие позволяет иметь обратную связь с рынком. Мы знаем, что происходит у наших клиентов с точки зрения поставщика, а благодаря Александру Акулину мы знаем также, что происходит на рынке со стороны заказчиков печатных плат и комплектующих. Это что касается

Такая позиция себя оправдала?

Да. Как мы и предполагали, на рынке появилось несколько очень активных игроков, которые заметно его подпортили. Качество там не очень высокое, но предлагаются цены, с которыми нам трудно бороться. Однако за счет комплексного предложения услуг мы держим своих заказчиков, они от нас не уходят. Ушли очень немногие, наиболее чувствительные к ценам. Если важна цена на 20 % ниже, они, конечно, уходят. И получают качество — на 20 % ниже.

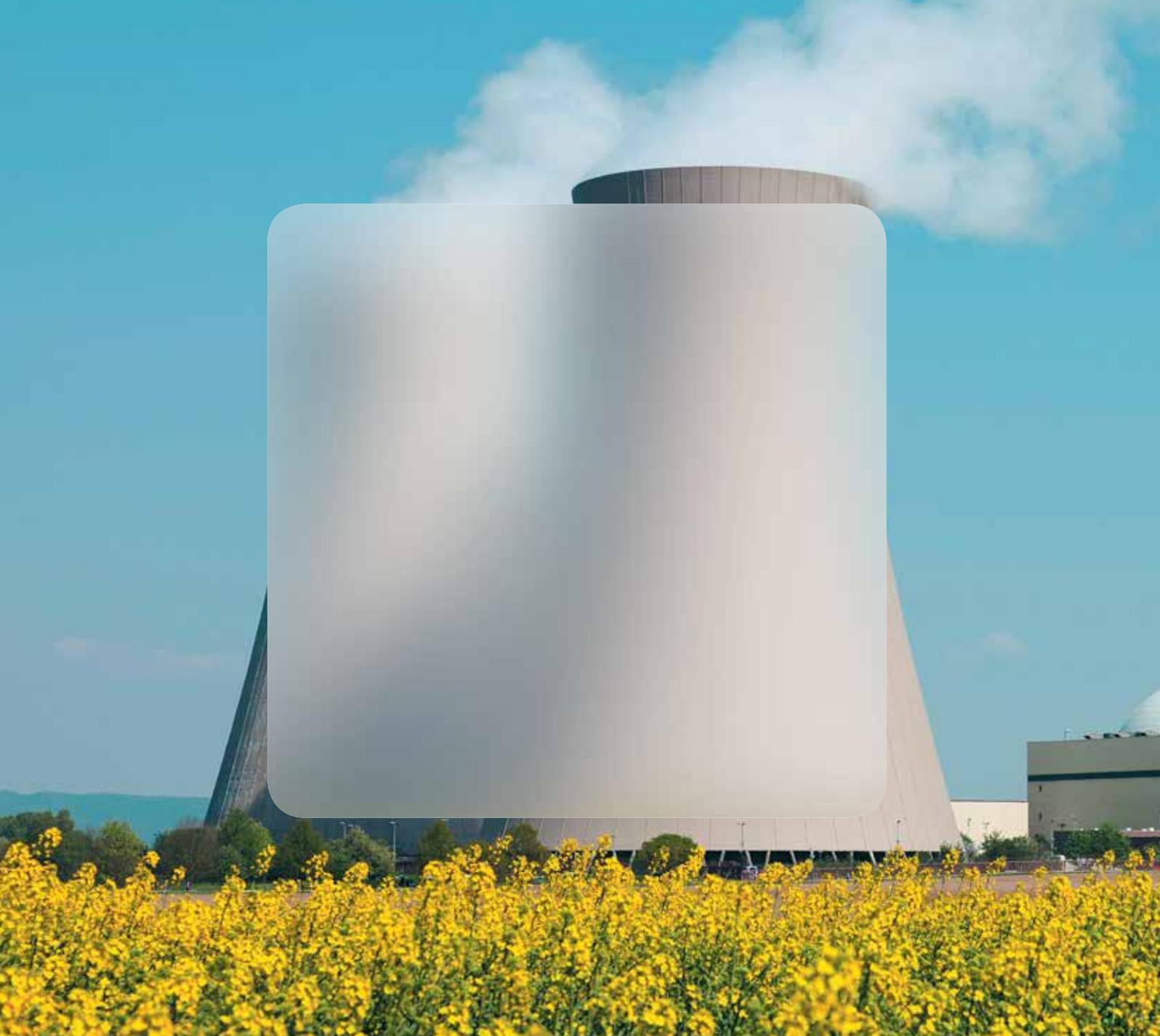
Надо сказать, в последнее время нам очень помогла новая линия — и удержать прежних заказчиков, и привлечь новых.

А что можно сказать про рентабельность?

Если ставить задачу окупаемости за один год, то нужно заниматься какими-то другими заказами. Например, следовало бы брать заказы не просто на монтаж, а обязательно — с нашей комплектацией; тогда можно было бы получать прибыль на поставке компонентов. Но мы не идем по такому пути. Этот цех создавался как дополнительный сервис для наших заказчиков, и мы принимаем разные заказы, в том числе очень трудные и не очень выгодные.

Наш подход иной, мы определили срок полной амортизации линии — пять лет. Тогда окупаемость достигается: вычитая ежегодно пятую часть стоимости линии из прибыли цеха, мы видим, что зарабатываем на ней больше, чем отдаем на амортизацию. Да, эта прибыль не очень велика. Но если смотреть в комплексе с учетом того, что наши возможности по монтажу способствуют дополнительному привлечению заказов на изготовление плат и комплектацию, то общая прибыль становится вполне значимой. А в наших планах намечены меры по увеличению прибыли и собственно монтажного производства. 

взаимовыгодного сотрудничества. Если же говорить о компании «ПСБ технологии», то ее выделяет высокая технологичность производства. Многие говорят: «Зачем в России заказывать электронные изделия, когда проще это сделать в Китае, там будет дешевле, надежнее, у нас в России никто ничего не умеет делать. У нас как привыкли паять паяльником с медным жалом, так и паяют, на высокие материи не способны...». Так вот, «ПСБ технологии» — живой пример российского современного производства, а не просто догоняющего наших западных коллег. Это наглядная демонстрация того, что и в России есть высокотехнологичные компании, отвечающие очень жестким требованиям по качеству, надежности, высокой культуре производства. Предприятие «ПСБ технологии» способно выпускать изделия, которые не только не уступают зарубежным аналогам, но по некоторым критериям их превосходят.



Видеть сегодня энергетические объекты будущего невозможно, **но технологии производства электроники для них — необходимо**

Возможности приборов и автоматических устройств, что будут использоваться в энергетике завтра, зависят от технологий их производства, которые необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства электрических и электротехнических приборов.



будущее
создается

www.ostec-group.ru
(495) 788 44 44
info@ostec-group.ru



МАССОВОЕ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО В РОССИИ

ВИЗИТ В КОМПАНИЮ «БОЛИД»

Текст: **Илья Шахнович**
Максим Шейкин

»

Мы продолжаем рассказывать о российских компаниях, выпускающих массовую электронную продукцию. На сей раз мы посетили компанию «Болид» — известного российского производителя систем охраны, пожарной сигнализации, автоматизации и диспетчеризации и т.д. Компания примечательна тем, что производит широкую гамму продуктов — в ее номенклатуре порядка 150 типов изделий, от оборудования диспетчерских пультов до датчиков задымления. При этом ежемесячный объем выпуска составляет до полумиллиона устройств. Компания последовательно проводит политику технологической модернизации. В частности, совсем недавно была введена в эксплуатацию новая линия поверхностного монтажа на основе установочного автомата Fuji NXT II. Напомним, эта система принципиально ориентирована на массовое производство. Как проявляются ее достоинства в условиях многономенклатурного производства, как в целом организован производственный процесс в компании «Болид», как построена система управления производством? За ответом на все эти вопросы мы приехали в подмосковный Королев, где на территории ЦНИИмаш находится производство компании «Болид».



ЦНИИмаш — один из прародителей и столпов отечественной ракетно-космической отрасли. Здесь работали Королев и Янгель. Отсюда выделилось предприятие, известное сегодня как РКК «Энергия». Всем известный ЦУП — Центр управления полетами — одно из подразделений ЦНИИмаш. На территории этого легендарного предприятия и располагаются производственные мощности компании «Болид» — одного из крупнейших российских производителей электронного оборудования.

Нас встречает основатель и генеральный директор компании Игорь Александрович Бабанов.

Игорь Александрович, какова история развития производства компании «Болид»?

Как и абсолютное большинство современных российских приборостроительных компаний, мы начинали практически с нуля. Предприятие было создано 6 мая 1991 года и прошло несколько этапов развития. До 1998 года мы в основном занимались торговлей, оптовыми поставками систем безопасности. Производить самим в тот период было сложно. Тем не менее, определенные усилия в этом направлении мы прикладывали, выпускали нишевые продукты, которые нельзя было купить на рынке. Например, разрабатывали и изготавливали устройства согласования пультов вневедомственной

охраны с компьютерами. Однако массовые изделия для систем безопасности производить было нерентабельно. В 1998 году у нас уже было собственное производство, но практически все оно помещалось в одной комнате — монтаж, проверка, сборка-упаковка. И объем продукции был невелик.

В 1998 году случился кризис, доллар резко вырос к рублю почти в четыре раза. Нам это здорово помогло — рубль и труд подешевели, производить в России стало выгодно. Наверное, это был очень хороший толчок для всего российского приборостроения. После 1998 года и начался наш рост, шаг за шагом.





В 2000 году купили первый, еще ручной, установщик SMD-компонентов, начался переход на технологию поверхностного монтажа — до этого мы использовали только пайку в отверстия. Это стало заметным шагом вперед. На ручном установщике проработали весь 2000 год, достигали рекордной производительности в 48 тыс. компонентов в месяц.

Уже в следующем году с помощью компании Остек мы купили свой первый автоматический установщик ЕСМ. Это был автомат начального уровня с производительностью 4 тыс. компонентов в час. Вместе с ним приобрели ручной трафаретный принтер и отдельную печь оплавления. С этим оборудованием мы работали ровно два года, достигли производительности 434 тыс. компонентов в месяц — почти в 10 раз больше по сравнению с ручным установщиком! Но объемы производства росли, и впору было задуматься об автоматической линии.

В 2003 году предприятие Остек поставило нам первую конвейерную линию. Она включала установщик Philips Toraz, трафаретный принтер компании DEK, конвекционную печь, систему автоматической оптической инспекции (АОИ). На новой линии наш рекорд составил уже 1,3 млн компонентов в месяц. Но и этого было уже мало, в следующем году мы поставили в линию второй автомат Тораз, а через год — еще один. В итоге производительность линии выросла до 8 млн компонентов в месяц.

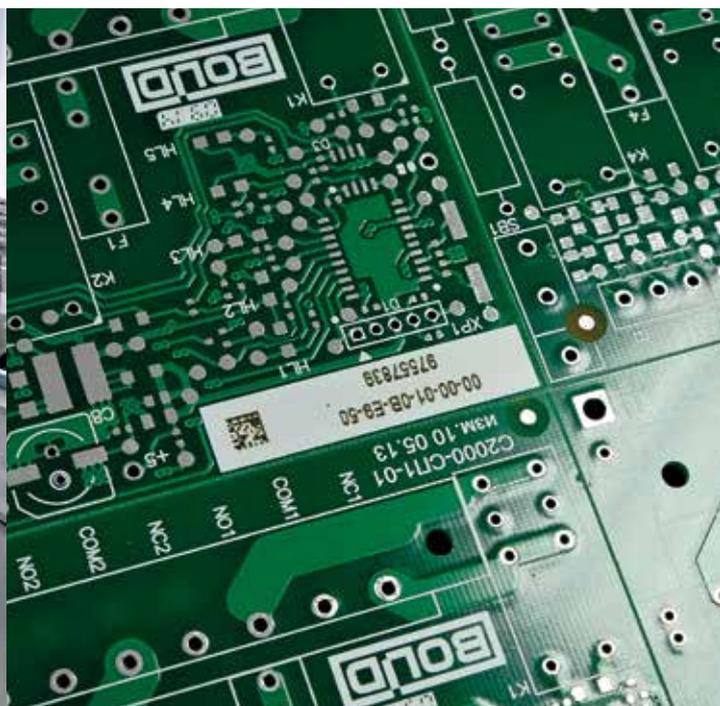
Вскоре возможности одной линии оказались исчерпанными — наше производство перестало быть мелко- и даже среднесерийным. Остек в то время начал активно продвигать в России высокопроизводительные установщики японской компании Fuji. Осенью 2008 года

у нас появилась новая линия на основе автоматов Fuji. Это был следующий качественный шаг вперед. Установщики Fuji по сравнению с автоматами Тораз — оборудование другого, более высокого класса. В них реализовано множество передовых технологий, благодаря которым у нас выросла производительность и точность установки компонентов, снизилось число дефектов. Тогда же мы внедрили систему автоматического оптического контроля точности нанесения паяльной пасты. Эта опция мало у кого встречается в России, но нам она оказалась очень полезной.

Новую линию мы ввели в эксплуатацию в октябре 2008 года, и тут случился кризис. В ноябре начался спад, а в январе 2009 ситуация стала очень тяжелой. Мы даже сократили свое небольшое подразделение в Туле, 25 человек. Тем не менее, 2009 год пережили, а с 2010 года опять начался подъем — объемы поставок выросли по сравнению с 2009 годом на 65 %, мы вернулись на докризисный уровень и продолжили развитие.

Разумеется, помимо SMD-оборудования мы не забывали и про остальные виды монтажа компонентов. С 2002 года у нас работает установка пайки волной, в 2012 году мы приобрели систему селективной пайки. Большое внимание уделяем автоматизации рабочих мест на других участках.

В 2013 году возможности двух сборочных линий оказались на пределе. Мы работали на них уже круглосуточно, порой включая выходные. И проблема была не только в том, что отсутствовали возможности дальнейшего роста. Хуже того — малейшая неисправность линии приводила к остановке всего производства, мы оставались без продукции. А ведь за цехом поверх-



ностного монтажа находятся другие производственные участки, люди должны работать, получать зарплату. Поэтому в конце 2013 года мы объявили тендер на поставку новой линии. Основные критерии при выборе были: качество оборудования, его цена и надежность технического обслуживания. Тендер выиграл Остек, предложил автоматы Fuji нового поколения. Мы запустили линию в феврале 2014 года, и, конечно же, в России начался кризис. У нас на предприятии даже ходит шутка — как только мы серьезно расширяем производство, в стране происходит экономический кризис.

Что представляет собой современный «Болид»?

Сегодня мы выпускаем в основном компоненты для систем безопасности и пожарной сигнализации — датчики, блоки управления, согласующие элементы, источники питания, контрольно-пусковые шкафы и т.д. Всего около 150 типов изделий, из них 50–60 основных. Объемы производства и сложность изделий сильно различаются. Так, наш самый массовый продукт — датчики задымления — изготавливается сотнями тысяч в месяц, а для ОКР могут собираться единичные изделия.

Предприятие арендует четыре здания общей площадью 7500 м². Есть филиалы в других городах, где работают разработчики. Всего на предприятии трудятся порядка 500 специалистов, из них — 100 инженеров-разработчиков и программистов.

Наша основная проблема — производственные площади. Их катастрофически не хватает. Пожалуй, по

показателю "объем выпуска на квадратный метр" мы можем претендовать на рекордный уровень в стране. Но такое достижение едва ли можно считать самоцелью. Порой доходило до того, что лишнее рабочее место негде разместить. Но эту проблему мы так или иначе решаем.

В плане производства мы сосредотачиваемся именно на сборке — от электронных модулей до готовых изделий в корпусах. Все остальное стараемся отдать на аутсорсинг, минимизируя все затраты — стоимость компонентов для нас один из важнейших показателей. Постоянно отслеживаем рынок, ищем производителей нужных нам комплектующих.

Так, мы сами не производим корпуса. Около 10 лет мы их возили из Кишинева — в России по таким ценам изготовить металлические или пластиковые корпуса нереально. Там очень дешевая рабочая сила, низкие накладные расходы. Сейчас начинаем работать и с другими производителями корпусов. Очень долго искали надежных поставщиков печатных плат, с ними была постоянная головная боль. В итоге нашли двух производителей в Китае и практически избавились от проблем с качеством. Электронные комплектующие покупаем у надежных поставщиков, официальных дистрибьюторов ведущих мировых производителей. Что-то сами возим из Китая — некоторые корпусные детали, установочные элементы и т.п.



Как удается управлять столь сложным производством, учитывая большую номенклатуру и объемы выпуска?

Одно из главных достоинств нашего производства — система автоматизации. Она охватывает все сферы деятельности предприятия. Без такой системы выпускать столь крупные объемы изделий просто невозможно. Мы производим и продаем и оборудование, и программное обеспечение, все это нужно отследить, учесть. Но благодаря разработанной системе автоматизации в любой момент можно сказать, какому потребителю отгружено то или иное изделие, проследить всю его историю — кто и как собирал, какие использованы комплектующие и т.п. Поэтому у нас нет обычного для многих предприятий планового и экономического отдела.



Итак, собственно производство. С ним нас знакомит главный технолог Алексей Сергеевич Ионов.

У нас массовое многономенклатурное производство. Ежемесячно мы выпускаем порядка 100 типов изделий различными объемами — от штук до сотен тысяч изделий. По современным меркам изделия не очень сложные, они собираются на одно- и двухслойных печатных платах. Многие платы невелики по размерам, поэтому практически все они мультиплицированы и разделяются на отдельные модули только после этапа выводного монтажа.

На предприятии действует сквозная система отслеживаемости, поэтому перед началом работы каждая

плата маркируется штрихкодом. Причем мы используем уникальный для России двусторонний лазерный маркировщик. Штрихкод наносится на обе стороны печатной платы. Он считывается при каждой операции, что позволяет хранить полную историю изделия. А маркировка с двух сторон нужна для того, чтобы автомат оптической инспекции мог считать штрихкод при контроле обеих сторон платы.

Производство включает несколько технологических участков — поверхностного монтажа, объемного монтажа, функционального контроля, финишной сборки и т.д. Давайте последовательно пройдем по всей технологической цепочке.

УЧАСТОК ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА

На участке поверхностного монтажа мы используем три линии. К сожалению, мы не можем сконцентрировать их в одном помещении — предприятие использует арендованные площади по принципу «что дадут». В основном все участки работают в одну смену, пять дней в неделю. Но линии поверхностного монтажа зачастую эксплуатируются круглосуточно. Мы работаем на рынке, который подвержен сезонным колебаниями, многие наши потребители — бюджетные организации, заказы от которых резко возрастают к концу года. Поэтому о равномерной загрузке производства говорить не приходится.

Самая новая линия была запущена в марте 2014 года. В ней используются новые модульные установщики компонентов Fuji NXT II. В автомате девять модулей с реальной производительностью около 100 тыс. комп/ч, в зависимости от собираемого изделия. Сама линия



достаточно стандартна. Платы помещаются в магазинный загрузчик (компании Nutek), из него подаются в трафаретный принтер DEK Horizon 031X. И тут — первая особенность: после принтера установлен автомат оптической инспекции Viscom S3088 SPI, контролирующей точность нанесения пасты. Мы не стали использовать трафаретный принтер со встроенным модулем оптической инспекции, так как он работает медленнее, чем два независимых устройства.

После инспекции паяльной пасты платы через буферный накопитель Nutek поступают в автомат установки компонентов Fuji NXT II. Затем платы проходят визуальный контроль и перемещаются в печь оплавления Ersa Hotflow 3/20 с 10 температурными зонами. После печи установлен еще один автомат оптической инспекции Viscom S3088 Flex — теперь уже готовых плат. Он рассортировывает платы по двум магазинам: в одном накапливаются годные, в другом — платы, в которых система АОИ обнаружила проблемы.

Вторая линия SMD аналогична. Отличие лишь в том, что в ней используются автоматы Fuji предыдущего поколения (Fuji NXT I) с чуть менее быстрыми головками, всего восемь модулей. Кроме того, в системе АОИ нанесения пасты и финишной инспекции установлены автоматы компании Orbotech. Линии полностью совместимы по программам для установочных автоматов, что позволяет очень быстро переносить изделия с одной линии на другую.

Эксплуатируем мы и нашу самую первую линию — первый автомат Тораз работает в ней уже 11 лет. Мы стараемся ее сильно не перегружать, но по меньшей мере 12 часов в день она работает.

Как быстро происходит переналадка линии при смене изделий?

Переналадка новых линий с изделия на изделие, включая перепрограммирование автоматов, смену трафаретов и загрузку установщиков, занимает в среднем 30–40 минут. Для ускорения процесса мы используем групповую смену питателей. Вместе с новой линией мы приобрели подкатные тележки для питателей. Пока линия работает, питатели на тележках заряжаются для следующего заказа. Потом происходит смена тележек с питателями, так что время простоя линии минимально. Программы для установщиков пишутся в режиме оффлайн с отдельного рабочего места.

У вас очень большая номенклатура. И в то же время — по две установки АОИ в линии. А ведь АОИ, как правило, — самый сложный для программирования станок в линии SMD. Как вы справляетесь с этой проблемой?

Действительно, в новой линии у нас две новые установки АОИ компании Viscom. Это очень быстрые и эффективные машины, их применение повышает производительность линии. Но они требуют времени на освоение, есть определенные нюансы. Наши специалисты успешно осваивают эту технику. Сначала на одну программу уходило до двух дней, сейчас уже два-три часа. Нас выручает, что на производстве три линии, и на двух из них процессы уже отлажены. Поэтому мы берем одно изделие, запуска-



ем на новой линии, отлаживаем процесс, затем переходим к следующему и т.д. В результате накапливаем набор программ для всей нашей номенклатуры.

Что происходит с платами, которые отбраковала система АОИ?

Платы, отбракованные АОИ после конвекционной пайки, проверяют специальные контролёры и при необходимости ремонтируют. Они сканируют штрихкод каждой платы и видят на мониторе, в чем причина отбраковки. Определяют, действительно ли есть ошибка. Если есть, ее исправляют, все это фиксируется в нашей базе и используется для последующего анализа. В целом, если процесс сборки платы на линии уже отлажен, выход годных плат составляет около 95 %. Причем основное число дефектов — ложная отбраковка, обусловленная несовершенством оптического контроля.

Вы используете электрический контроль плат?

Он следует сразу за поверхностным монтажом. Разумеется, мы тестируем не всю продукцию, а выборочно, в зависимости от сложности изделия, степени ответственности применения и т.п. Для устройств, выпускаемых крупными партиями, мы используем два тестера с зондами в виде «ложе гвоздей». Для проверки мелкосерийной продукции применяем автомат с летающими пробниками. Автомат с летающими пробниками стоит

недешево, но для нас его применение оправдано — из-за очень большой номенклатуры мы не можем изготавливать «ложе гвоздей» для каждого изделия, проще написать программу для тестера.

При электрическом тестировании выявляются не только ошибки, но и некачественные компоненты, поскольку происходит проверка их номиналов. Но если обнаружен дефект компонентов, например, большое отклонение от номинала, анализируем всю партию. Это легко сделать, поскольку благодаря системе прослеживаемости мы знаем происхождение каждого компонента и можем отследить, куда запаяны компоненты с конкретной катушки.

УЧАСТОК ОБЪЕМНОГО МОНТАЖА

После поверхностного монтажа и электрического тестирования изделия поступают на участок объемного монтажа. Здесь элементы устанавливаются вручную и паяются на установках волновой или селективной пайки. Установка пайки волной Ersa 330 ETS работает у нас уже 12 лет, и до сих пор через нее проходит примерно 60 % наших изделий. Несмотря на почтенный возраст, установка обеспечивает стабильно качественную пайку.

Если пайка волной невозможна по технологическим причинам, мы используем установку селективной пайки с автоматическим флюсователем. Пайка происходит в азотной среде фонтанчиком припоя, плата при этом неподвижна, а модуль пайки перемещается. Весь процесс отслеживается с помощью встроенной камеры. Но этот автомат более медленный, чем волновая пайка. Тем не менее, мы приобрели установку



селективной пайки в 2012 году, сейчас думаем о второй такой системе.

Некоторые компоненты мы допаяем вручную — например, провода. Вручную паяем и некоторые особо сложные либо штучные изделия. Но мы стараемся минимизировать ручной труд, автоматизируя, по возможности, все процессы.

Для мерной резки, зачистки и опрессовки проводов у нас есть отдельный участок, где мы используем четыре автомата компании Schleuniger. Есть два настольных прессы для опрессовки разъемов, в том числе на шлейф.

Готовые изделия направляются на участок программирования и функциональной проверки.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА

Функциональной проверке подвергаются 100 % готовых изделий до этапа финишной сборки. Полностью собранные платы после монтажа поступают на участок функционального тестирования. На этом же этапе программируются микроконтроллеры изделий. Для тестирования и программирования мы разрабатываем специальные стенды. Стараемся максимально автоматизировать процедуру тестирования — у нас есть стенды, которые сами нажимают на кнопки, распознают цвет свечения светодиодных индикаторов. Оператор лишь должен установить плату и запустить программу проверки. На одном рабочем месте может быть два стенда для одного и того же изделия — это ускоряет процесс тестирования. Разработкой стендов и всей необходимой оснастки занимается специальное подразделение.

Некоторые изделия дополнительно ставятся на технологический прогон. Например, наши самые массовые

устройства — датчики дыма — тестируются на специальном автоматизированном стенде. Параметры всех датчиков регистрируются на сервере.

Технологический прогон проводится и по источникам питания. Для них разработана специальная методика — включение, зарядка и разрядка аккумуляторов происходят по определенной программе. Некоторые производственные дефекты удается выявить только при таком технологическом прогоне.

ФИНИШНАЯ СБОРКА

У нас два участка финишной сборки — для изделий в пластмассовых и в металлических корпусах. Здесь выполняется отверточная сборка, монтаж изделий в корпус и упаковка. Слесарь устанавливает плату в корпус, наклеивает все этикетки, собирает комплект запасных частей и принадлежностей, проставляет в сопроводительной документации все штампы и заводские номера. Дальше упаковщик проверяет комплектность, запечатывает коробку и в групповой упаковке передает на склад готовой продукции. Рабочие места на финишной сборке также максимально автоматизированы.

Некоторые виды изделий после финишной сборки направляются на технологический прогон и лишь затем — на упаковку. Неисправные устройства накапливаются в изоляторе брака, а затем передаются в ремонт.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ

На каждом рабочем месте — ручной установки компонентов, пайки, функционального контроля, финишной сборки — установлены сенсорные мониторы и считыватели штрихкода. Это элементы системы прослеживаемости.



мости, которой в компании придают огромное значение. Как на практике происходит работа с этой системой при производстве, пояснил начальник монтажного участка Андрей Сергеевич Чинарев.

Основа системы — база данных, в которой хранится вся информация о том, что происходит с изделиями на пути их производства. С ее помощью легко проследить все технологические операции (кто, что и когда выполнял), а также перемещения изделий по предприятию. Перед сборкой на лазерном маркировщике на все печатные платы наносятся уникальные штрихкоды, которые считываются при прохождении изделием всех этапов сборки.

На каждом рабочем месте установлен сканер штрихкода и терминал нашей собственной разработки на базе нетбука с сенсорным экраном. Интерфейс терминала был разработан так, что им пользоваться очень просто. У всех работников есть персональный идентификационный номер и соответствующий ему штрихкод. Каждой технологической операции также присвоен собственный штрихкод. Перед началом работы с платой монтажник считывает сканером свой код, затем код текущей операции из таблицы и код платы — в результате в базе данных фиксируются все действия с платой и имена выполнивших их сотрудников. Каждая дополнительная операция, например, ремонтная, тоже фиксируется.

Завершив работу с партией плат, монтажник с помощью своего терминала создает накладную — указывает, сколько и каких изделий передается на другой участок. Для этого достаточно нажать несколько кнопок на сенсорном экране. Накладная распечатывается на сетевом принтере и помещается в лоток вместе с платами. Факт

получения изделий на следующем участке также фиксируется. По сути, бумажные накладные нам не нужны — вся информация хранится в электронном виде.

Для каждого участка существует своя база данных, к которой открыт доступ начальнику участка. Я в любой момент вижу, сколько плат в работе, у кого они, сколько отгружено. Могу проанализировать эффективность сотрудников. Очень удобно.

Насколько важна такая система управления для предприятия?

А. С. Ионов: Система прослеживаемости — это часть системы автоматизации предприятия. Она была разработана нами самостоятельно. Она уникальна, так как создавалась с учетом специфики нашего предприятия. Специальная группа программистов постоянно развивает систему, разрабатывает новые модули, совершенствует уже имеющиеся. Система не только хранит полную историю каждого изделия, всю конструкторско-технологическую документацию, маршрутные карты. Она помогает планировать производство.

В базу заносятся и ведомости покупных изделий. При формировании заказов система автоматически указывает, на какие участки какие комплектующие необходимо выдать. Отслеживается состояние склада комплектующих, информация о заканчивающихся компонентах передается в отдел снабжения.

С помощью системы мы отслеживаем все производственные процессы — с момента, когда на плате был выгравирован штрихкод до ее установки в изделие



и отгрузки на склад готовой продукции. Учитываются все проблемы, все ремонтные работы, все дефекты и ошибки. Легко получить любую информацию о пути изделия по производству, проследить конкретную технологическую операцию и ее исполнителя — введя номер изделия, можно тут же получить данные обо всех выполнявшихся действиях.

В базе фиксируются все рекламации по нашим изделиям, все обнаруженные проблемы. Мы и через много лет можем понять, в чем была причина неисправности — ошибка работника, некачественные комплектующие и т.п. Учитывается и хранится абсолютно вся информация.

Наша система — это еще и мощный аналитический инструмент. Система позволяет делать любые аналитические срезы. Можно проанализировать распределение ошибок по их типам, по отдельным работникам, по подразделениям. На основании этих данных мы анализируем статистику по каждому изделию и можем принимать соответствующие меры. Очень мощный и удобный инструмент.

С помощью автоматизированной системы мы ввели на предприятии полностью электронный документооборот. Мне, как главному технологу, документы на подпись поступают в электронном виде. И я их заверяю своей электронной подписью. Аналогично действуют и другие службы предприятия.

Система автоматизации не только обеспечивает управление производством и совершенствование изделий. Это и наше дополнительное конкурентное преимущество. Сейчас во всем мире активно используется такой показатель качества как наработка на отказ.

Он определяется на основе отношений числа отказов приборов за определенный период к общему числу выпущенных за это время устройств. По этому показателю все производители сравнивают качество своих изделий с конкурентами. Мы ведем учет всех выпущенных изделий, отслеживаем их на протяжении всего жизненного цикла, поэтому владеем статистикой отказов и охотно предоставляем ее нашим заказчикам, строительно-монтажным организациям. И это уже не голословные утверждения о качестве и надежности, а реальная, объективная статистика.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

О том, как на предприятии организована и действует система качества, рассказал начальник отдела качества Александр Николаевич Иванов.

Служба качества предприятия «Болид» основана в 2001 году. В 2003 году мы получили сертификат о соответствии системы менеджмента качества ГОСТ Р ISO9001 и регулярно проходили процедуры сертификации. Первые три года мы работали с сертифицирующим органом TUV (ФРГ), однако их сертификаты оказались недействительными для российских органов сертификации. Поэтому сейчас мы работаем с российской организацией СТАНДАРТ-СЕРТ.

Система менеджмента качества охватывает все три этапа жизненного цикла изделий — разработку, изготовление и послепродажное сопровождение. На этапе производства мы выделили четыре процесса, которые постоянно отслеживаем. Это разработка, комплектование, производство и поставка. Уже 10 лет в конце года формируется отчет, где отслеживаются все наши достижения и прежде всего — надежность аппаратуры.

Надежность изделий мы оцениваем по интенсивности рекламаций. Ведь ремонтируем нашу аппаратуру только мы сами. Статистика показывает, что третья часть приборов, которые поступают в ремонт, оказываются исправными — просто пользователи не смогли правильно сконфигурировать (запрограммировать) изделие.

Часть отказов вызвана неправильной эксплуатацией. К браку мы относим изделия, где отказ возник по нашей вине — допущен либо брак сборки, либо брак разработки, брак комплектующих и т.п. Этот показатель мы стремимся постоянно снижать. Отказы по вине производства не превышают 0,01 %.

Система управления качеством охватывает и такой аспект как обучение пользователей работе с нашими приборами. Обучение включает целый набор мероприятий. Мы выкладываем информацию на сайт предприятия, проводим вебинары и очные семинары. Кроме того, наши партнеры — учебные предприятия в Москве и Санкт-Петербурге постоянно проводят учебные курсы по нашим продуктам.

Как контролируется качество в процессе производства?

Начиная с входного контроля комплектующих — разумеется, выборочного. У нас есть перечень покупных комплектующих изделий, которые требуют входного контроля. В процессе производства на каждом участке применяется пооперационный контроль. Например, на участке поверхностного монтажа в основном используются автоматические методы контроля — АОИ и электрический внутрисхемный контроль. На других участках используем визуальный контроль.

На предприятии действует система премирования и взысканий, стимулирующая недопущение брака. Например, на участке упаковки работник визуально обнаружил неисправность. Мы его сразу поощрили, но, естественно, за счет того, кто этот брак допустил. Конечно, мы не можем полностью избежать случаев, когда неисправный прибор оказывается у потребителя. Но в таких случаях мы очень жестко разбираемся. Выявляем причину неисправности, по штрихкоду на плате находим маршрутный лист, определяем, на какой операции и кем был допущен брак.

Каждый месяц на всех производственных участках проводятся собрания по качеству. Анализируются производственные дефекты, причины их возникновения. Один раз в квартал проводится совещание по качеству, в котором участвуют все руководители подразделений. Его ведет генеральный директор. Рассматриваются все текущие и перспективные вопросы, влияющие на качество продукции. Оформляются поручения по различным аспектам нашей деятельности.

Итак, визит в компанию «Болид» показал, что многономенклатурное массовое производство в России — это не фантастика. Мы увидели предприятие, работающее в далеко не идеальных условиях, но при этом выпускающее продукцию с высокой эффективностью и качеством. Предприятие, которое живет и развивается исключительно за счет производимой продукции. При этом компания использует наиболее совершенное технологическое оборудование — и это приносит успех.

Обратим внимание — в компании действует сквозная система автоматизированного управления. Директор предприятия на своем мониторе в любой момент может увидеть как мгновенное состояние производственных процессов, так и сформировать любую статистическую выборку за любой период. Это не просто полная управляемость. Такая система позволяет реально определять потребности в новом технологическом оборудовании, оценивать его эффективность.

Казалось бы, именно такие компании, как «Болид», должны быть основой российской электроники, именно в них разумно инвестировать средства, в том числе и государственные, обеспечивать режим наибольшего благоприятствования — ведь помогать нужно сильным и умелым. Перенимать опыт, приглашать на все совещания и конференции. Однако на практике подобного не происходит. Может быть, когда-нибудь произойдет? 

Об особенностях оснащения производства компании «Болид» с точки зрения поставщика оборудования мы попросили рассказать Илью Желюкова, руководителя проектов компании «Остек-СМТ».



Оснащая производство «Болида», мы столкнулись с задачей создания линии, которая должна выпускать массовую продукцию с выходом годных 99 % и в то же время быть гибкой. Быстрый переход с одного изделия на другое был одним из обязательных условий.

Самая важная особенность линий поверхностного монтажа в компании «Болид» — в них используется по две системы АОИ: для контроля нанесения пасты и для выходного контроля после оплавления. Система АОИ нанесения пасты Viscom S3088 SPI строит трехмерную модель отпечатков и на ее основании может корректировать работу трафаретного принтера — например, изменить дозу пасты, дополнительно очистить трафарет. При необходимости подается сигнал оператору, чтобы он вмешался в процесс. Такой

интеллектуальный подход закономерно ведет к снижению дефектов печати. В России подобные решения пока никто другой не применял.

Очень важным для компании «Болид» было качество сервисной поддержки. Остановка линии означает для предприятия серьезные убытки, так как парализует работу всех стоящих после нее участков производства. По условиям контракта с «Болидом» мы в течение трех лет обеспечиваем расширенную гарантийную поддержку оборудования. При возникновении нештатных ситуаций служба поддержки Остека должна в течение нескольких часов отреагировать и устранить проблему за день-два. Таким образом, время остановки производства сводится к минимуму.

В целом задачу «Болид» перед нами поставил достаточно сложную — на одной линии в рамках серийного производства нужно выпускать различные изделия партиями и в 100 тыс., и в 10 тыс., и просто в 10 штук. Но я полагаю, мы ее успешно решили.



Видеть сегодня промышленное оборудование будущего невозможно, **но технологии производства электроники для него — необходимо**

Гибкость, точность и надежность, что будут присущи промышленному оборудованию завтра, зависят от технологий его производства, которые необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства промышленной электроники.



будущее
создается

www.ostec-group.ru
(495) 788 44 44
info@ostec-group.ru



СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО – КАКОЕ ОНО?

Визит в корпорацию

«Дженерал
Сателайт»

Текст: **Илья Шахнович**

”

Как проявляются достоинства и возможности оборудования в условиях реального производства? Какие производственные задачи позволяет оно решать? Насколько удобно в эксплуатации? Стоит ли своих денег? Чтобы ответить на все эти вопросы, нужно общаться с теми, кто использует сборочное оборудование в реальном производстве.



Итак, мы в Гусеве, на сборочном производстве НПО «ЦТС», одной из производственных структур корпорации «Дженерал Сателайт». Цех поверхностного монтажа производит впечатление своим масштабом. Потом замечаешь размеры сборочных автоматов (и их бренд) — и это тоже производит впечатление. Нас сопровождают и отвечают на вопросы технический директор НПО «ЦТС» Богдан Дыван и главный технолог Станислав Лишик.

Что сегодня представляет собой производство НПО «ЦТС»?

С.Лишик (С.Л.): Наше производство начинается с цеха поверхностного монтажа. У нас три практически идентичные линии поверхностного монтажа, поэтому достаточно рассмотреть одну из них. Печатные платы из автоматического загрузчика плат компании NUTEK поступают в лазерный гравировщик (тоже NUTEK), который гравировывает 2D-код на каждой плате. Это необходимое условие для заводской системы прослеживаемости, с помощью которой в последующем можно узнать

всю "историю жизни" платы на технологических этапах производства. Далее платы поступают в автомат трафаретной печати Horizon 01i компании DEK, где на них наносится паяльная паста. Качество нанесения паяльной пасты контролирует установка автоматической оптической инспекции (АОИ) Symbion P36 компании Orbotech. Если на АОИ обнаружен дефект нанесения пасты, плата идет в буфер и затем — на отмывку. Но такое происходит очень редко.

Затем платы поступают в установщик компонентов Fuji NXT II — это наиболее современная платформа компании Fuji в области SMD Pick&Place-автоматов. Установка модульная, мы используем по 14 модулей в каждой линии. Из них 12 — модули типа M3 (на 20 питателей) и два модуля M6 (на 45 питателей) с возможностью подачи не только с ленты, но и из паллет. Номинальная производительность модулей, в зависимости от установленной головки, до 26 тыс. компонентов в час на модуль. Две линии приобретались в 2008 году, третья линия поставлена в 2010 году.

После установки компонентов платы поступают к конвекционную печь оплавления Ersa Hotflow 3/20. На ее выходе стоит установка АОИ Symbion S36 Orbotech,



проверяет уже качество паяных соединений. В итоге мы получаем готовые платы с SMD-компонентами.

Каждую линию обслуживают три оператора, два инженера-технолога обслуживают весь цех. Производительность линии SMD зависит от сложности продукта, сейчас за смену (12 ч) мы производим примерно 2,5 тыс. плат на каждой линии, на каждой плате порядка 600 компонентов. При этом оборудование загружено примерно на 50–60 %, при необходимости мы легко можем увеличить загрузку.

У нас есть автоматический программатор компании BPM Microsystems для прошивки встроенных программ в ИС памяти или в микроконтроллеры. Мало кто из российских производителей может похвастаться подобным устройством. В программаторе реализована подача микросхем с катушек или с паллет и их упаковка либо на катушку, либо на паллету — собственно, его можно использовать и просто для перепаковки. В программаторе четыре слота по четыре каретки, в которые устанавливаются микросхемы, — т.е. одновременно прошиваются 16 ИС. Цикл программирования зависит от типа памяти, сейчас у нас он занимает порядка 4 с.

Платы с установленными SMD-компонентами поступают в цех штыревого монтажа. Здесь вручную устанавливаются все крупные компоненты. Их у нас мало — фактически это разъемы и блоки тюнеров. На производстве есть автоматы компании Universal для автоматической установки радиальных и аксиальных штыревых компонентов, но теперь они не используются — на плате их просто нет. Раньше у нас было 16 радиальных выводных компонентов, но после приобретения третьей линии Fuji мы изменили конструкцию платы, и теперь изделия на 99 % комплектуются SMD-компонентами. Поэтому оставшиеся выводные компоненты мы ставим вручную — специальные модули-установщики под нашу задачу будут экономически неэффективными. По крайней мере, пока.

После установки выводных компонентов платы поступают в машины волновой пайки — у нас две установки Ersa PowerFlow и четыре — компании Vitronics Soltec (три Delta 3 и одна Delta 5). Наиболее совершенные из них — это Vitronics Soltec Delta, с азотным туннелем, что позволяет свести потери припоя до минимума.

После волновой пайки следует визуальный осмотр плат. Если необходимо, происходит доработка. Затем платы направляются на функциональный контроль. Тестеры мы разрабатывали самостоятельно. Сканируется 2D-код платы, результаты теста в привязке к коду платы заносятся в базу данных.

Далее платы поступают на участок финальной сборки. Здесь они устанавливаются в корпуса и передаются на финальное тестирование, где проверяется весь функционал продукта — с помощью оператора, в полуавтоматическом режиме. Затем печатается серийный номер, изделия упаковывают и отправляют на склад готовой продукции.

Всего на производстве трудится около 700 человек, 70 % — на участке сборки в корпуса. Предприятие работает круглосуточно. В сутки сейчас мы выпускаем порядка 10 тыс. изделий. На сборочном участке — шесть одинаковых линий, каждая за смену (12 ч) способна изготавливать до 2 тыс. устройств. То есть при круглосуточной работе этот участок может собирать до 24 тыс. изделий. Цех SMD при текущей загрузке способен производить до 15 тыс. плат в сутки. Так что запасы по производительности у нас велики.

Как реализован контроль качества?

Б.Дыван (Б.Д.): У нас реализовано отслеживание плат в нескольких контрольных точках производства — сканируется штрихкод, данные вносятся в базу данных. Наша база данных позволяет сформировать любой



отчет, по каждой плате — на какой установке какие операции плата проходила, за какое время и т.п. Вариантов отчетов очень много. И если мы получим какие-то рекламации, то всегда сможем понять, что случилось с платой и почему.

Перед началом работы компоненты и печатные платы проходят визуальный входной контроль — этим занимается служба качества. Кроме того, проводится и выборочная проверка электрических параметров пассивных компонентов. Изготовитель печатных плат поставляет их нам только после проведения электрического контроля цепей.

У нас есть специальная система, которая следит за сбросом компонентов при установке. Мы видим технологические потери на каждом модуле каждой линии, по каждому питателю. И если где-то уровень сброса компонентов превышает заданный порог, это сразу видно, и персонал на это реагирует. Работник службы качества анализирует компоненты или платы, по тем или иным причинам не прошедшие входной контроль или оказавшиеся в технологических потерях. Он решает, нужно ли их списывать, всю информацию заносит в базу данных.

Кроме того, каждый час происходит выборочный контроль одной платы с каждой линии. Для этого используется установка рентгеновского контроля Phoenix | x-ray, в основном мы проверяем качество монтажа BGA-компонентов. Если обнаружен дефект, смотрим уже несколько плат, если дефект на них повторяется — анализируем сам техпроцесс и устраняем проблему.

Мы планируем закупить автоматические системы функционального внутрисхемного тестирования, с зондами типа «ложе гвоздей». В ближайшее время ожидаем поставку вибростенда. Но тут нужно помнить, что мы выпускаем исключительно бытовую технику, поэтому и не проводим климатических испытаний, нам не нужна влагозащита и т.п.

В целом выход годных плат по цеху поверхностного монтажа — 96–97 % в зависимости от сложности платы. На уровне готовой аппаратуры выходной контроль не проходит менее 1 % изделий, это уже в основном связано с механическими проблемами комплектующих. Мы стараемся устранить все ошибки на участке поверхностного монтажа.

Кто готовит операторов оборудования?

С.Л.: Когда завод создавался, в обучении специалистов нам помогало Предприятие Остек. Теперь же мы готовим операторов своими силами.

Как часто технологическое оборудование выходит из строя?

Б.Д.: Машины Fuji очень производительны и надежны. Печи Ersa — да, они иногда выходят из строя. Но все ломается, вечного оборудования не бывает. Тем более, что печи оплавления, которые мы используем, — это «средний класс» в данном сегменте. У компании Ersa, которая входит в TOP5 производителей, есть и более совершенная продукция, но и имеющиеся печи нас вполне устраивают.

Поэтому, конечно, поломки случаются, но все они своевременно устраняются. По крайней мере, у нас не было аварий, которые привели бы к остановке производства. Модульная платформа сборочных автоматов хороша тем, что даже если какой-то модуль на неделю вышел из строя, его работа перераспределяется между другими модулями. Это не вызывает проблем, поскольку есть запас по производительности.

Кроме того, все линии мы покупали с увеличенным сроком гарантии, у нас гарантия на три года. Поэтому большинство проблем бесплатно устранял постав-



щик — Остек. Специалисты этой компании проводили и регулярное техническое обслуживание. На одной из линий такие работы проходят прямо сейчас. Однако гарантийный срок заканчивается, теперь обслуживать линии мы будем своими силами — посмотрим, насколько возрастут эксплуатационные расходы. Но в любом случае, у Остека есть представитель в Калининградской области, и если что случится — проблемы будут решены очень быстро.

Случаются ли традиционно российские проблемы, связанные с задержкой сроков поставки запчастей?

С.Л.: Нет. Мы ведем статистику неисправностей, запрашиваем у производителя данные о наиболее проблемных узлах и храним их запас у себя на складе.

Вы используете только бессвинцовые припой?

Б.Д.: На участке SMD-монтажа — только бессвинцовые паяльные пасты, на штыревом монтаже — смешанные технологии, определяемые самими компонентами. Никаких проблем, связанных с бессвинцовыми припоями, мы не испытываем — и никогда не испытывали. Видимо, когда наше производство было запущено, все проблемы такого рода были уже разрешены.

Сколько типов изделий вы выпускаете?

С.Л.: Конечно, у нас есть один основной продукт. Но в целом мы производим порядка 10 разных плат одновременно — в зависимости от плана. Распреде-

нием потоков компонентов, потоков продукции у нас занимается специальный отдел планирования. Переход SMD-линии с одного типа платы на другой занимает порядка 40 мин. На участке штыревого монтажа на это требуется порядка 15 мин.

Для ускорения перехода на новые типы компонентов мы используем эмулятор модуля SMT-автомата Fuji (MPA4010). Когда мы начинаем использовать новые компоненты, необходима настройка программы установки — нужно сформировать визуальный образ, что-то подкорректировать и т.п. Благодаря MPA4010 мы можем это делать вне реальной линии, никак не влияя на процесс производства. На этом модуле отрабатывается программа, которая потом загружается в рабочую линию. Это не дешевая установка, но на нашем производстве она полностью окупается.

Б.Д.: Мы постепенно начинаем работать и как контрактный производитель, уже выполняем сторонние заказы. Технологические возможности и запас мощностей производства это вполне позволяют.

Возможен ли выпуск опытных партий на вашем производстве?

С.Л.: Для всех изделий мы сами производим опытные и установочные партии. Сначала разработчики убеждаются в функциональном соответствии изделий. Затем уже мы совместно делаем плату наиболее технологичной, отрабатываем ее.

Б.Д.: Для нас запуск опытных партий — это только вопрос планирования. Они никак не мешают серийному производству. Переход на новые платы занимает порядка двух часов — нужно занести в базу коды новых компонентов, программу для АОИ и т.п. Например, на совершенно новую партию плат в 100 шт. нам нужно порядка 8 часов. 



Почему для оснащения производства «Дженерал Сателайт» было выбрано именно такое оборудование? С этим вопросом мы обратились к Евгению Липкину, генеральному директору ООО «Оstek-SMT», который руководил этим проектом со стороны Остека.

Каковы были требования к технологическому оборудованию и критерии его выбора?

В середине 2000-х годов по ряду причин руководство корпорации "Дженерал Сателайт" решило создать собственное производство в России. При этом стояла задача, чтобы экономическая эффективность производства в России оказалась не хуже, чем в Китае.

Проект этот развивался в несколько этапов. Начинался он в Гусеве на арендованных площадях, со среднесерийными производственными линиями, а сейчас корпорация располагает собственным заводом с высокопроизводительным технологическим оборудованием.

Мы участвовали в этом проекте на всех этапах, занимаясь комплексным оснащением участка поверхностного монтажа. Изначально, в 2006 году, производство комплектовалось среднесерийным оборудованием с SMD-автоматами Oral компании Assembleon, с которой мы тогда сотрудничали. Это был первый опыт корпорации "Дженерал Сателайт" по организации производства в России, на этом оборудовании они отработывали внутрипроизводственные процессы, инфраструктуру, логистику, готовили персонал. Дальше последовали строительство завода и его оснащение. Изначально поставленное оборудование перестало отвечать задачам корпорации и было продано.

Для нового завода мы поставляли совсем другое оборудование, рассчитанное уже на высокопроиз-

водительное производство. При этом стояла задача оснастить цех поверхностного монтажа "под ключ".

При выборе оборудования специалисты "Дженерал Сателайт" анализировали практически все оборудование необходимого им класса, представленное на мировом рынке. Очень важно, что при этом учитывалась не только цена и производительность, но и полная стоимость владения, включая потребление электроэнергии, воздуха, расходных материалов, число необходимого персонала и т.п. Не меньшее внимание уделялось сервису — ведь производство работает круглосуточно, без выходных. Поэтому для них крайне важны были сервисная поддержка, оперативность реакции, ремонта. Для производства подобного масштаба сервис становится критически важным фактором, поскольку час простоя стоит очень дорого.

Мы предложили свой вариант комплексного оснащения цеха с высокопроизводительными линиями на базе автоматических установщиков компонентов NXT II компании Fuji, поскольку с точки зрения таких показателей, как энергоэффективность, масштабируемость, производительность на единицу площади, альтернативы Fuji просто нет. Этот вариант был не самым дешевым с точки зрения цены единицы оборудования. Однако с точки зрения комплексной стоимости владения он оказался наиболее выигрышным, что во многом и предопределило выбор.

Кроме того, немаловажную роль при выборе сыграл и сервис, который предоставляет Остек. В России не часто приходится работать с производством такого масштаба, поэтому специально для "Дженерал Сателайт" разработали специальную программу сервисной поддержки. Мы брали на себя определенные обязательства по скорости реакции в случае неисправности, по подготовке персонала, поскольку в небольшом городе необходимые кадры нужно обучать с нуля. Разумеется, мы проводим и периодическое техобслуживание — без этого оборудование эксплуатировать нельзя.



ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖГУТОВ: ЭФФЕКТИВНО, ТЕХНОЛОГИЧНО, НЕДОРОГО

ВИЗИТ В КОМПАНИЮ «ИКАР ПЛЮС»

Текст: **Илья Шахнович**

”

Жгуты проводов — один из самых консервативных элементов конструкции электротехнических систем. Как бы ни развивались современные технологии сборки электронных систем, как бы ни росла степень интеграции элементной базы, сколь бы сложными, многослойными не становились печатные платы, но неизменным остается одно — пучки проводов, связывающие отдельные элементы системы. Без них не обходится ни бортовое оборудование, ни бытовая техника, ни системы промышленной электроники. И проблема не только в том, что жгут — достаточно объемный элемент конструкции. Изготовление жгутов сложнее всего поддается автоматизации, что явно противоречит современным тенденциям развития производства.

Конечно, сегодня ряд компаний, в частности, швейцарская фирма Koma, выпускают технологическое оборудование для автоматизированной обработки проводов и изготовления жгутов. Но само по себе оборудование — не панацея, оно должно быть правильно встроено в производственный процесс, необходима система подготовки технологической документации, сам жгут должен быть спроектирован с учетом требований современных технологий. Все это — достаточно непростые задачи. Однако в России есть компании, которые умеют их решать, эффективно используя технологические системы ведущих мировых производителей.

Одна из них — компания «Икар Плюс» в Набережных Челнах. Это молодое предприятие специализируется на выпуске приборных панелей и жгутов, пока — главным образом для автомобилей КАМАЗ. Общеизвестно, сколь высоким требованиям нужно соответствовать, чтобы многие годы оставаться поставщиком современного автомобилестроительного предприятия, и ООО «Икар Плюс» это вполне удается.

На предприятии используются четыре автоматические линии швейцарской компании Koma. Насколько эффективно это оборудование в условиях реального производства, как построен производственный процесс, какие задачи может решать современное производство жгутов — с этими вопросами мы приехали в Набережные Челны. С компанией нас знакомят директор ООО «Икар Плюс» Александр Викторович Пухненко и исполнительный директор Назира Шамилевна Сайфуллина.



А. Пухненко

А. Пухненко: ООО «Икар Плюс» образовано в 2007 году и входит в группу компаний вместе с такими предприятиями, как ЗАО «АСТЕЙС» — завод по производству спецтехники, официальный партнер ЗАО «КАМАЗ», ООО «Автодор Моторс» — официальный дилер КАМАЗ, ООО «Икар ЛТД» и др.

К реальной работе компания приступила с весны 2008 года, предложив КАМАЗу новую приборную панель. Она понравилась, мы начали производство и сегодня выступаем одним из основных поставщиков приборных панелей для этого автоконцерна. Политика закупок КАМАЗ предполагает, что на любую позицию должно быть по крайней мере два альтернативных поставщика, поэтому помимо нас приборные панели для КАМАЗа производит еще одна компания. Однако все новые панели, новые разработки проходят через нас. Мы начинали с приборных панелей для автомобилей с классом токсичности Евро-3, сейчас КАМАЗ переходит на машины класса Евро-5, а это означает существенное увеличение доли электронного оборудования, новые приборные панели, более сложные жгуты. Соответственно, мы должны постоянно осваивать в своем производстве новые, все более сложные изделия.

Н. Сайфуллина: Приборные панели мы поставляем в комплекте со жгутами. Изначально мы заказывали жгуты для своих панелей у сторонних производителей, но они нас часто подводили. Мы же КАМАЗ подводить не можем, несмотря на все сложности в работе. Поэтому в 2009 году руководство приняло решение о создании собственного производства жгутов. Было отремонтировано и переоборудовано помещение, мы закупили оборудование — тогда это были две установки Koma — и начали осваивать новый для себя рынок. Изначально мы сосредоточились на основном панельном жгуте (порядка 300 проводов),



Н. Сайфуллина



Цех монтажа жгутов

затем стали производить все необходимые дополнительные жгуты, жгуты электроники и с 2011 года выпускаем полный комплект необходимых нам жгутов.

Сегодня основные продукты компании — приборные панели и жгуты. Причем мы поставляем жгуты на КАМАЗ не только в комплекте со своими панелями, но и для панелей нашего конкурента. Изготавливаем жгуты по индивидуальным заказам, осваиваем новые направления рынка. Мы уже выпускали приборные панели и жгуты для «УралАЗ». Прорабатываются варианты работы с другими предприятиями, такими как «Точмаш», «Ростсельмаш», Daimler, сделали опытные жгуты для Mercedes-Sprinter. Рынок жгутов очень узкий, поэтому репутация производителя здесь стоит очень дорого. И мы горды, что наши успехи оценены даже на правительственном уровне — в сентябре 2014 года Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан присвоило нашему предприятию звание «Лучшее малое предприятие-партнер».

О качестве нашей работы говорит и тот факт, что в 2013 году КАМАЗ присвоил нам статус поставщика категории А — «отличный». У КАМАЗа есть три категории поставщиков — «отличный», «надежный» и «удовлетворительный». Мы всегда имели статус надежного поставщика, поскольку ни разу не подвели КАМАЗ по срокам, ни разу не поставили бракованную продукцию. Но при оценке поставщика КАМАЗ учитывает целый ряд критериев: логистику, качество продукции, степень технологического взаимодействия, ценообразование и т.п. Если говорить о технологическом взаимодействии, мы очень тесно сотрудничаем с Научно-техническим центром (НТЦ) КАМАЗ. Порой вклад наших конструкторов и технологов в разработку кабельной инфраструктуры очень весом. И КАМАЗ это учитывает. Мы достаточно гибки в области ценообразования. Причем именно

за счет оптимизации производства, уменьшения затрат, но не снижения зарплаты рабочим. Скажем, в 2014 году мы снизили цену на 5 %, в последующие годы обещаем снижение по 1 %. И в то же время мы ежегодно повышаем зарплату рабочим, в среднем на 10 % в год. Начинаем доплачивать за стаж работы — от 3, от 5 лет. Оплата у нас сдельная. И это отлично стимулирует людей.

А. Пухненков: Конечно, создание нового направления потребовало серьезного развития. В 2009 году в компании было около 30 человек, включая инженерно-технических работников. Сейчас на предприятии работает свыше 200 человек, из них около 40 инженерно-технических работников (ИТР). Все развитие происходит за счет собственных средств — закупка нового оборудования, создание всей необходимой инфраструктуры, строительство и оснащение новых корпусов. Сейчас под кабельное производство задействовано два корпуса, планируем построить третий.

РАБОТА С ЗАКАЗЧИКАМИ

Сейчас ваш основной заказчик — КАМАЗ. Есть ли планы по расширению номенклатуры заказчиков?

Н. Сайфуллина: Это уже не планы, а реализованные проекты. В области жгутового производства мы развиваемся в нескольких стратегических направлениях. Прежде всего, это участие в проектах по локализации производства всех глобальных брендов в России. Причем не только в автомобильной промышленности. У нас есть контакты с производителями «белой» бытовой техники, например, с Bosh или Siemens. Однако основной приоритет для нас — автопром.

Особенность «Икар Плюс» в том, что мы предпочитаем участвовать в новых проектах, которые еще только планируются к запуску. Нам неинтересно конкурировать с другими поставщиками в рамках уже запущенных серийных производств. Напротив, участие в новых проектах позволяет нам в полной мере реализовать свой инженерный потенциал. Кроме того, благодаря новым проектам мы ясно видим, куда движется отрасль и понимаем, что будет завтра, какие технологии и продукты будут востребованы. Это важно и потому, что и наш основной заказчик — КАМАЗ — будет развиваться в том же направлении, и нам нужно быть готовыми соответствовать его новым требованиям.

Можно привести примеры успешных проектов, не связанных с КАМАЗом?

Например, мы производим полные комплекты электрических жгутов для компании, выпускающей спецтехни-

ку в Набережных Челнах. Жгуты были для этой компании большим местом, они никак не могли наладить их эффективное и качественное производство и искали решение. Мы показали, что лучший выход — вообще отказаться от собственного производства жгутов, отдав его на аутсорсинг. Была проведена большая инженерная работа, она длилась около полугода. Наши специалисты изучили систему проводки, адаптировали ее под нашу технологию, одновременно обновили номенклатуру комплектующих, предложили новые разъемы, современные светотехнические решения. В итоге были разработаны современные жгуты, которые уже запущены в серийное производство. Проект успешно развивает, что взаимовыгодно для двух наших компаний.

Другой пример — мы приступили к серии поставок для производителя микроавтобусов на базе грузовых фургонов. Когда мы начинали участвовать в проекте, там уже были другие поставщики жгутов. Наши инженеры около полугода прорабатывали документацию, и в итоге смогли предложить решение, которое оказалось наиболее предпочтительным и по цене, и по качеству.

Третий проект — жгуты для сельскохозяйственной техники. В этом направлении мы сегодня делаем комплекты жгутов для опытных машин, которые будут проходить испытания и пойдут в серию через два-три года. Однако когда дело дойдет до серии, уже не мы будем конкурировать с текущими поставщиками, а другие поставщики будут вынуждены конкурировать с нами.

Эти примеры показывают, что мы готовы начать работу на уровне опытных образцов. Инженеры «Икар Плюс» могут взять кустарные чертежи и превратить их в конструкторско-технологическую документацию для современного производства. Конструктор, который рисовал жгуты 20 лет назад и с тех пор не расширял свой кругозор, нарисует такой же жгут и сегодня. В итоге в машину нового поколения будут заложены комплектующие и технологии 20-летней давности. Мы можем предложить более качественное, более дешевое и более технологичное решение, о котором конструкторы заказчика просто не имеют представления. И в итоге совместно с клиентом мы сформируем облик нового продукта.

Не меньшая проблема — зачастую жгуты проектируются отдельно от механических узлов. И на стадии реального монтажа возникают проблемы. У нас же есть возможность проектировать жгут в привязке к конкретной конструкции. Более того, на опытную сборку обязательно выезжает наш инженер, который смотрит, есть ли проблемы, и только после этого мы считаем, что создан серийный продукт и утверждаем документацию.

Сейчас у нас в проработке еще четыре новых проекта, и их будет становиться все больше. Но мы открыты для любых сторонних заказов.

Есть ли понятие минимального заказа, с которым к вам можно обращаться?

Пока никакого минимального порога нет. Но нам интересна долгосрочная перспектива — важно понимать, что будет с проектом через четыре-пять лет. Ведь освоение жгута в производстве — это определенные затраты, и мы можем взять их на себя, только если видим перспективу. Иначе за все должен платить заказчик. Специфика «Икар Плюс» такова: нам интересны компании, которым нужны сложные жгуты, для которых требуется инженерная проработка, при относительно небольших по мировым меркам объемах, на уровне нескольких тысяч жгутов в месяц. Поэтому наши ключевые заказчики — производители коммерческой техники (от микроавтобусов до больших военных машин), поскольку здесь сочетаются высокая сложность жгута, приемлемая для нас стоимость и объемы выпуска. Но только ими мы, повторюсь, не ограничиваемся.

ПРОИЗВОДСТВО ЖГУТОВ

Непосредственно с производством нас знакомят заместитель директора по развитию Руслан Канифович Закиров и начальник службы качества Ольга Александровна Карпова.

Р.Закиров: Сейчас предприятие выпускает порядка 25–30 тыс. жгутов в год, то есть 2–2,5 тыс. в месяц. При этом это в основном сложные панельные жгуты, порядка 350 проводов. Их номенклатура достаточно велика — не менее восьми различных типов жгутов, прорабатываемых в месяц. Плюс к этому дополнительные проекты, которые мы активно развиваем. Работает предприятие в одну смену по 12 часов (люди работают по два дня через два). При желании можно удвоить число смен — такое уже случалось при срочных крупных заказах. Конечно, это моменты напряженные, но мы с ними справлялись. Поэтому резервы есть.



Р. Закиров



Склад проводов и комплектующих (слева); принятые ОТК комплектующие в цеху (справа)

Производство начинается со склада проводов и комплектующих — контактов, уплотнителей и т.п. Номенклатура очень велика, много различных проводов, в том числе комбинированных. Мы используем принцип адресного хранения. Автоматизированный учет позволяет использовать принцип «первым вошел — первым вышел», то есть сначала расходуется более старая партия комплектации, остатки, и лишь затем — более новая.

О. Карпова: Все комплектующие, в частности, провода, проходят входной контроль. Провод должен быть валидирован КАМАЗом, есть перечень допустимых замен: что мы можем использовать, что нет. В основном мы применяем провода компании «Уралкабель». На предприятии есть регламент, где прописано, какие параметры необходимо контролировать для каждого типа комплектующих, каков объем выборки. По отношению к проводу мы проверяем сечение, число жил, диаметр меди, толщину изоляции и т.п. При приемке провода мы обязательно проверяем каждую партию — выборочно, одну или несколько катушек.

Р. Закиров: У нас в цеху три¹ параллельные автоматические линии производства компании Komaх. Две линии — Alpha 355 и Gamma 333 PC — мы приобрели в конце 2009 года у другого производителя жгутов, это не были новые установки. Третью, новую линию Komaх Alpha 355, нам поставила компания Остек в октябре 2013 года.



О. Карпова

Автомат Alpha 355 обеспечивает нарезку и зачистку проводов, обжимку наконечников, надевает уплотнители — то есть выполняет весь спектр необходимых нам операций. В состав линии входит струйный принтер ims 295 BC для маркировки проводов. Одно из достоинств новой установки — рабочий стол длиной 8 м, что позволяет обрабатывать провода длиной до 12 м. Система осна-

¹ Пока публикация готовилась, компания «Икар Плюс» приобрела и успешно ввела в эксплуатацию четвертую автоматическую линию — Gamma 333.



Автоматическая линия Alpha 355 с длинным рабочим столом

щена двумя модулями контроля качества — проверяется высота обжима и усилие на отрыв наконечника. Оператор вводит требуемые параметры провода, выполняется пробная обработка, и только после того как два контрольных прибора подтвердят соответствие заданным параметрам, машина сама запускает всю партию. В установке используются два пресса для обжима, каждый оснащен своим модулем контроля, что позволяет проверять правильность обжима каждого наконечника на каждом проводе. Если случился сбой, установка сама откидывает провод в накопитель брака. Производительность машины — 2,5–3 тыс. проводов в час. К установке подключается специальный принтер, который под ее управлением печатает маркировочные бирки. Оператор надевает их на партии в 25 проводов. На бирке указан номер жгута, сечение, провод, и на какой комплект эта партия идет.

Установка Gamma 333 выполняет аналогичные функции: мерная резка, зачистка, обжимка, надевание уплотнителя. Но на ней установлен специальный мо-

дуль, выполняющий обжим двух проводов одним контактом, — получается сочленение (спарка).

Для обжима наконечников в автоматах Komax используются специальные аппликаторы, для каждого типа наконечника — свой аппликатор. Их наладка и техническое обслуживание (ТО) выполняются на специальном участке. После технического обслуживания каждый аппликатор проверяется. Он устанавливается на пресс итальянской компании Mesal, позволяющий задавать усилие опрессовки. Выполняется тестовый обжим наконечника, после чего делается срез контакта. В лаборатории специалисты под микроскопом проверяют, насколько правильно сформирован обжим, после чего выдают заключение — соответствует аппликатор нормам или требуется переналадка. На каждый аппликатор заведен паспорт, где отмечаются все проведенные ТО, параметры наладки. Паспорт всегда хранится вместе с проверенным и настроенным аппликатором на специальном стеллаже, используется система адресного хранения.



Струйный принтер ims 295 BC для маркировки проводов в составе линии Alpha 355; маркированные провода



Печать бирок для проводов; пучки проводов, маркированные бирками

Почему вы выбрали автоматы именно компании Komax?

Р. Закиров: Изначально так сложилось. Нам удалось купить две бывшие в употреблении установки Komax, и они нам понравились. Конечно, это была не спонтанная покупка — мы проводили мониторинг оборудования, консультировались с рядом фирм-производителей, сами установки покупали у действующего производителя жгутов.

Затем мы начали сотрудничать с компанией Остек, сначала — на уровне обслуживания оборудования. До этого мы работали с другой фирмой, но не устраивало качество их сервиса. Напротив, подход к делу со стороны компании Остек нас очень порадовал. Приехали специалисты, провели ревизию машин, выполнили ТО. Мы совместно обучили сотрудников. С тех пор все вопросы обслуживания решаются быстро и четко — если нужно, наши наладчики звонят в Остек, в любое время получают нужную информацию и советы, если необходимо, приезжают технические специалисты Остека. Поэтому когда потребовалась третья автоматическая линия, вопрос о производителе практически не стоял — конечно, это Komax (мы остановились на автомате Alpha 355 с длинным рабочим столом), поскольку эта компания и ее российский партнер Группа компаний Остек положительно зарекомендовали себя со всех сторон.

Если говорить о технических особенностях, то автоматы Komax обеспечивают все необходимые нам функции. Кроме того, эти системы можно модульно наращивать, по мере необходимости расширяя возможности и производительность. Автоматы удобны в рабо-

те. Перенастройка на новый провод занимает порядка 10 мин — от перезарядки провода до запуска партии в работу. Конечно, если просто меняется длина провода, переналадка длится менее минуты. В этом отношении аналогов оборудованию Komax мы сегодня не видим и планируем приобрести еще одну автоматическую линию Komax.



Провода с обжатыми наконечниками и уплотнителями



Автоматическая линия Gamma 333. Она позволяет обжимать два провода одним контактом (справа)

Оборудование Komaх не дешево, а рынок, на котором работает «Икар Плюс», подразумевает достаточно небольшую норму прибыли. Насколько эффективным показало себя оборудование в реальном производстве?

Если говорить о целесообразности автоматизации производства — конечно, все, что делает автомат Komaх, можно выполнять вручную. Но тут встает вопрос качества и производительности. Разделка провода, опрессовка контактов — очень важные операции, при которых велика вероятность человеческой ошибки. Для нас оказалось более выгодным купить автоматы и загрузить их работой. У нас 12-часовой рабочий день, и в каждую смену оборудование загружено на 99 %. В итоге мы получили снижение себестоимости, рост качества, рост заказов, следовательно — развитие и прибыль.

Безусловно, при выборе оборудования цена была существенным фактором. Однако мы посещаем выставки оборудования, знаем этот рынок и выбрали наиболее оптимальные для нас модели как с точки зрения цены, так и их функциональных возможностей, соответствующих нашим потребностям. И практика показала, что мы не ошиблись.

Вы используете только автоматическую обработку проводов?

Не только. У нас есть участок ручного обжима наконечников, где применяются прессы компании Mecal. Эта



Готовые к использованию аппликаторы (сверху); пресс компании Mecal с контролем усилия опрессовки (снизу)



Участок полуавтоматической опрессовки, оснащенный прессами Mecal; установка ультразвуковой сварки

компания специализируется на решениях для опрессовки контактов. Она выпускает очень надежные инструменты, недаром ее прессы используются в установках компании Komaх. Ручной монтаж необходим, например, если на провод нужно надеть ПВХ-трубку. В этом случае на автомате один наконечник не монтируется, трубка надевается вручную, а затем на полуавтоматическом прессе обжимается недостающий контакт. Прессы Mecal нам также поставляет компания Остек.

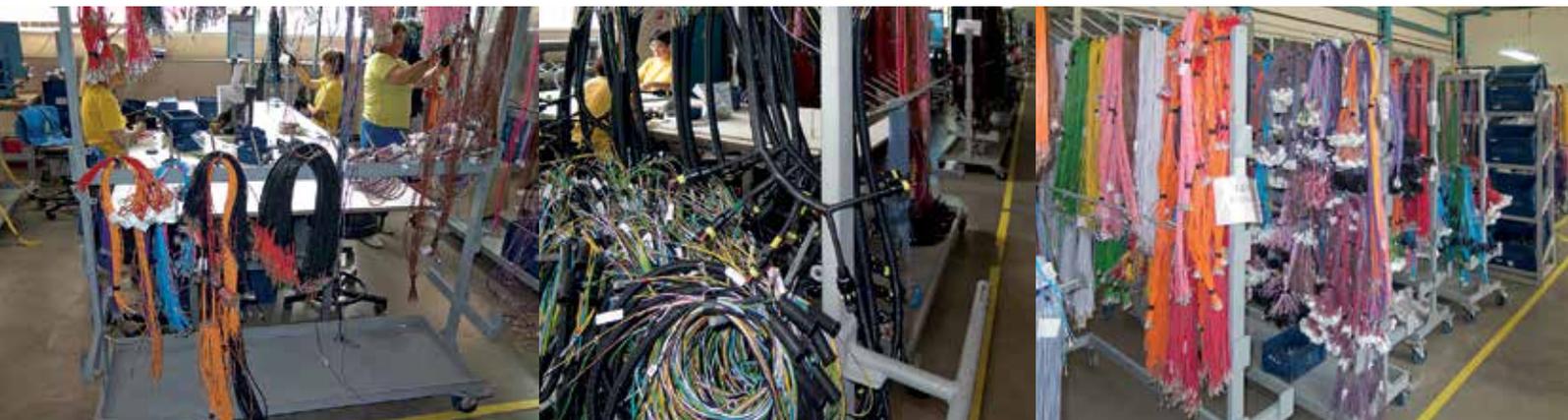
Для срочной нарезки проводов, в основном для опытного производства, мы используем станок Komaх Карра 320 — автомат начального уровня. Мы задействуем его и в серийном производстве, в основном, для нарезки ПВХ-трубок.

Ряд ответственных работ выполняется на участке полуавтоматической сварки. Она используется для соединения нескольких проводов, для монтажа резисторов и т.п. Например, с одной стороны к точке сварки может

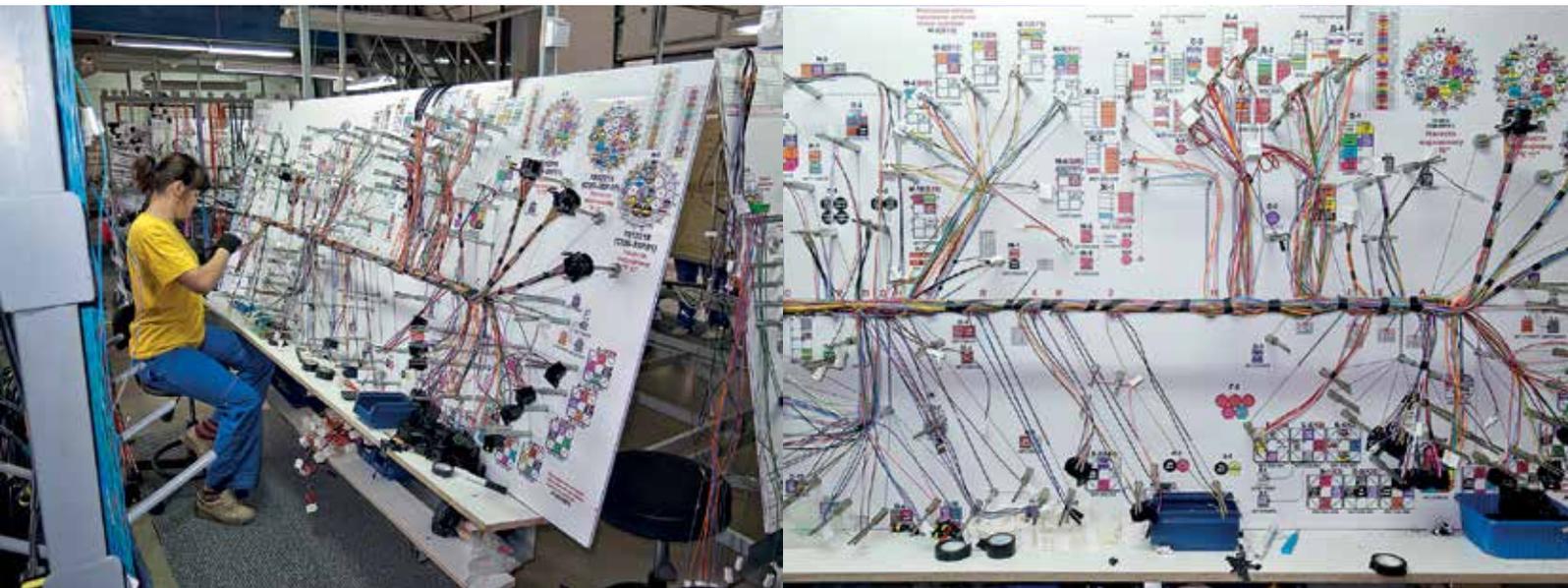
подходить семь проводов, с другой — два. Для проводов небольших сечений мы используем ультразвуковую сварку, для более крупных проводов — резистивную. Как правило, сварные соединения защищаются термоусадочной трубкой.

Обработанные провода поступают на участок комплектовки. Здесь сразу собираются отдельные узлы кабеля, усаживаются колодки, из готовых подборок формируются вязанки. В результате образуются готовые комплекты для монтажа всего жгута. Их размещают на вешала также нашей конструкции.

Вешала с подобранными узлами выкатываются в зону монтажа, и начинается сборка нового жгута. Для этого используются сборочные стенды. Сборка ручная, впрочем, как и практически везде. Одна вязальщица полностью собирает весь жгут. Однако сейчас, с ростом сложности жгутов, мы начинаем внедрять технологию типа карусельного конвейера — каждая вязальщица



Участок комплектовки



Сборочные стелды на участке монтажа жгутов

собирает свою часть узлов в жгуте. Для внедрения полноценного карусельного конвейера у нас физически не хватает площадей, но пока и нет острой необходимости. Отдельный участок предназначен для вязки дополнительных жгутов — например, рамных жгутов для системы ABS и т.д.

В отдельной зоне расположен опытно-промышленный участок. Здесь собирают опытные жгуты, единичные заказы, изделия, которые только предстоит запускать в серийное производство. В частности, здесь монтировались жгуты для автомобилей «Тайфун». На этом участке используются нестандартные стелды. Однако обработка проводов даже для таких изделий все равно в основном выполняется на автоматических линиях Комах. Это гарантирует качество и упрощает работу.

Вы выполняете электрическое тестирование жгутов?

О. Карпова: Безусловно. Каждый собранный жгут проверяется на целостность электрических цепей на специальных диагностических стелдах. Как и другая технологическая оснастка, эти стелды — полностью нашей разработки и производства. У нас есть процедура проверки тестеров, утвержденная Центром стандартизации и метрологии ТатЦСиМ Госстандарта РФ. Согласно этой процедуре перед началом производства стелд проверяется на эталонном жгуте, потом — на заведомо неисправном жгуте. И лишь затем мы приступаем к тестированию продукции. Жгут проводов подключается к стелду, включается программа тестирования. Ошибки отображаются на мониторе, указывается цепь, номер

колодки, ошибку легко локализовать и исправить.

Пока для каждого вида жгутов проводов — отдельный стелд. Проблема в том, что у КАМАЗа очень часто меняется конструкторская документация на жгуты, много различных модификаций. Поэтому мы переходим на построение диагностических стелдов по модульному принципу. Но об этом лучше расскажет разработчик и создатель стелдов Дмитрий Тютюньков.

Д. Тютюньков: Для достижения гибкости конструкции стелдов мы решили следовать модульному принципу построения стелда. Один модуль рассчитан на 64 точки соединения и содержит ячейки — ответные части контактных колодок жгутов проводов. Эти ячейки — достаточно сложный механический узел. Они оснащены специальным фиксатором, который срабатывает, только если колодка вставлена правильно.



Д. Тютюньков



Участок вязки дополнительных жгутов (справа - стол для монтажа длинных жгутов)

Изначально я строю трехмерную модель колодки в среде КОМПАС-3D, просчитываю всю кинематику узла, взаимодействие подвижных частей, например, как будут перемещаться элементы механизма защелки. Затем все эти элементы я изготавливаю здесь же, на станке с ЧПУ, и собираю механизм ячейки.

Все элементы станда рассчитаны на самое грубое обращение, сама конструкция колодок минимизирует возможные ошибки оператора. Например, если попытаться неправильно установить колодку, фиксатор не защелкнется, но ячейка не будет повреждена. Даже если попытаться оторвать жгут от станда, в самом станде ничего не сломается. У нас есть наработки в области проверки герметичности разъемных соединений — в случае утечки кнопка фиксатора не будет защелкиваться. Но пока такая задача не вставала.

Управляющая электроника тоже разрабатывается и собирается здесь же. Тестирование происходит под управлением программы в персональном компьютере. В целом, система получается достаточно гибкой. Например, для жгута из 300 проводов нужно 10 модулей. По мере необходимости модули можно добавлять или убирать.

Как происходит подготовка технологической документации для изготовления жгутов?

Р. Закиров: Это задача нашего технологического отдела. В нем трудятся 11 технологов, из них 5 инженеров. Они занимаются проработкой конструкции и технологии жгутов, а также сопровождением их производства.

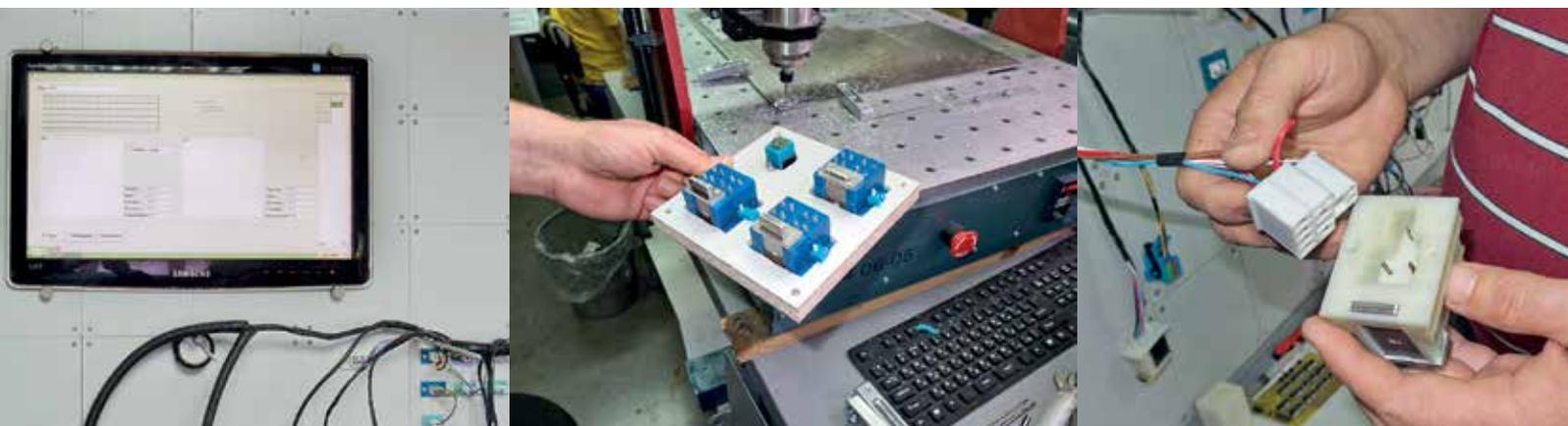
Мы работаем в единой информационной среде с основным заказчиком — КАМАЗом, используя программу проектирования E3 компании Zuken. Спецификация с КАМАЗа поступает к нам в формате E 3. В результате всю внутреннюю технологическую документацию на жгут можно подготовить за день — раньше на такую работу уходил месяц. Для каждого провода жгута в соответствии со спецификацией в автоматизированном режиме вводятся необходимые параметры — длина, сечение, цвет, нужна ли маркировка, типы наконечников и т.п. В результате время подготовки производства сократилось радикально. КАМАЗ достаточно часто меняет конструкторскую документацию на жгуты, но работая в единой среде с его разработчиками, мы можем вносить



Опытно-промышленный участок. Жгут (справа) включает порядка 900 проводов



Диагностический стенд; сообщение об ошибке; подключение жгута к стенду



Диагностический стенд модульной конструкции; модуль с ячейками (с обратной стороны); собранная ячейка

необходимые изменения в свою технологическую документацию очень оперативно.

В итоге мы формируем карту нарезки для автоматических линий Komax, спецификацию для контактов с усилиями обжима и данные для маркировки проводов. Все это операторы вводят в автоматы — пока вручную, но сейчас мы занимаемся следующим уровнем автоматизации — все эти данные будут загружаться в среду 1С, оттуда в виде задания будут распределяться по производственным линиям и выдаваться оператору. Работнику достаточно будет просто выбрать провод — вся информация будет уже в машине.

Монтажная схема жгута (плаза) печатается на обычном цветном плоттере на самоклеющуюся пленку. Пленка затем ламинируется и монтируется на сборочный стол — все очень просто и удобно.

Конечно, мы можем работать и с техническими заданиями сторонних заказчиков, в этом случае фактически сами проектируем жгут.



Сборка приборных панелей

ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Каков дальнейший маршрут готовых жгутов для приборных панелей? Вы их непосредственно передаете заказчику?

Большинство жгутов делается для наших приборных панелей и поставляется заказчику в комплекте с ними. Производство приборных панелей находится в новом корпусе, который был сдан в мае 2013 года. Здесь панели собираются из комплектующих — на каркас монтируются облицовочные пластиковые панели (их производит другое предприятие группы компаний — «Икар ЛТД»), приборные щитки, различные дверцы, другие элементы конструкции. После того как панель собрана, она проходит контроль и передается на участок электрики. Здесь монтируются электрооборудование, к приборам подключаются жгуты. Однако до этого необходимо подготовить так называемый финишный жгут.

Основной жгут, смонтированный и проверенный в предыдущем цеху, поступает на сборку. Здесь согласно сменному заданию, в зависимости от типа автомобиля и приборной панели, сборщики подключают к основному жгуту дополнительные — для системы ABS, стеклоподъемников, подогревателей и т.п. В итоге формируется жгут под конкретную спецификацию автомобиля — финишный жгут. Он содержит примерно 400 проводов, включает до 14 дополнительных жгутов, коробки предохранителей, другие необходимые элементы.

О. Карпова: Собранная панель с подключенным финишным жгутом тестируется на специальном стенде. Сейчас мы в основном используем диагностические стенды собственной разработки. Тестер полностью проверяет работу всех элементов панели, от срабатывания клавиш до правильности показаний стрелочных индикаторов — спидометра, индикатора топлива и т.д. Значения приборов, состояние контрольных лампочек на панели фиксирует видеочамера, в программу заложена система распознавания изображений. Панель проверяют два специалиста — один по карте контроля выполняет необходимые операции, другой контролирует результат. По окончании проверки стенд выдает заключение об исправности и распечатывает подтверждающий это чек, который прилагается к панели.

Проверенные приборные панели упаковываются, помещаются в специальную оборотную тару, исключающую их повреждение при транспортировке, и отправляются на КАМАЗ. В смену в среднем мы отгружаем 80 панелей. Но, к сожалению, у КАМАЗа выборка не ритмична, поэтому нам приходится непосредственно на автозаводе содержать свой склад, в объеме чуть больше суточного задела. Ведь после отгрузки наши панели проверяют контролеры входного контроля центра закупок КАМАЗ. А затем следует еще одна проверка — непосредственно на конвейере. Все это занимает время, поэтому буферный запас необходим.



Финальный жгут, подготовленный для подключения к панели

Столь многочисленные проверки панелей необходимы?

О. Карпова: Конечно. Ведь не все зависит от нас. Скажем, ряд комплектующих, например реле, мы получаем с КАМАЗа по возвратной кооперации, не всегда можем контролировать их поставщиков, поэтому с ними иногда возникают проблемы. У нас в штате есть специалист-автоэлектрик, который фактически постоянно находится на автозаводе и разбирается с подобными проблемами. Порой ему приходится показывать, что дело не в панели, а в другом узле автомобиля, но для этого нужно найти причину неисправности.

Насколько тесно вы взаимодействуете со службой качества КАМАЗа?

О. Карпова: У нас, как и у конструкторов, контакты со смежными службами очень тесные. Как основного поставщика КАМАЗ оценивает нас каждый квартал. И не случайно последние 1,5 года нам присвоена категория «отличный поставщик». Все жгуты для КАМАЗ собираются согласно их конструкторской документации и под их контролем.

Проходят как плановые инспекционные проверки производства серийных жгутов, так и контроль запуска новых изделий. По меньшей мере раз в квартал к нам приезжают специалисты НТЦ «КАМАЗ» совместно с технологами автозавода и проводят авторский надзор. Смотрят весь производственный цикл: от приемки продукции на склад до отгрузки готовых изделий. Вплоть до того, что мы можем разбандажировать собранный жгут, чтобы они проверили, как он собран, все ли внутри соответствует конструкторско-технологической



Собранная панель на проверочном стенде. Внизу: видеокamеры фиксируют работу всех индикаторов панели. Если тест успешно пройден, автоматически распечатывается чек

документации. Раз в два года мы отдаем жгуты в специализированные лаборатории, где проводятся все необходимые виды климатических и механических испытаний.

Инспекционные проверки проводятся и на самом автозаводе — как отдельно кабины, так и автомобиля в целом. В обоих случаях смотрят наши жгуты и панели. На таких проверках обязательно присутствует наш автоэлектрик. Ведь если обнаружена неисправность, нужно в течение двух часов выявить причину. Если проблема в нашей продукции, мы в соответствии с регламентом должны пересмотреть все свои заделы, причем на это даются одни сутки. Все это влияет на оценку поставщика. Поэтому отношение к качеству у нас самое серьезное.

СИСТЕМА КАЧЕСТВА

Как в целом организована система управления качеством на «Икар Плюс»?

О. Карпова: С 2008 года на предприятии действует система менеджмента качества, соответствующая требованиям ГОСТ Р 9001. Дополнительно в 2010 году было принято решение о переходе на международный автомобильностроительный стандарт ISO/TS 16949 (ГОСТ Р ИСО/ТУ 16949—2009) «Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ИСО 9001:2008 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части». Мы прошли сертификацию в системе «Русский регистр», однако уже в этом году мы будем проходить сертификацию в немецкой системе TÜV-CERT. Планируем внедрять и международные стандарты системы экологического менеджмента ISO 14000 и системы управления охраной труда ISO 18000. Большая часть ИТР уже прошла обучение на знание требований этих стандартов. Их внедрение, безусловно, позитивно скажется не только на наших сотрудниках, но и на качестве продукции.

Как организован контроль производственных операций при изготовлении жгутов?

О. Карпова: В отделе контроля качества работают 20 специалистов-контролеров. Они проверяют качество сборки панелей, целостность цепей в жгутах — как в стандартных, так и в единичных, могут проверять финишные жгуты, обучены выполнять операционный контроль. Контролеры регулярно проходят обучение, где мы рассматриваем наиболее типичные ошибки, объясняем, на что нужно обращать особое внимание, какие дефекты наиболее вероятны и т.п.

Ключевая характеристика для контроля, которую нам задает НТЦ «КАМАЗ», — усилие опрессовки контакта. Поэтому ее мы контролируем наиболее жестко. При автоматической опрессовке контактов усилие контролируют сами автоматы Котак. При монтаже на полуавтоматических прессах используем выборочный контроль с помощью динамометров. Причем проверку выполняют не только контролеры ОТК, но и те работники, которые работают в режиме самоконтроля.

Что означает самоконтроль?

По желанию сотрудника специальная комиссия может допустить его к работе в режиме самоконтроля. Работа таких специалистов выше оплачивается, но и ответственность на них большая. У них есть индивидуальное клеймо (номер), и они полностью отвечают за свою продукцию. Такие сотрудники сами занимаются проверкой своей продукции. Особенно на ручных прессах, где нет встроенных систем контроля. И если по результатам тестовых измерений они видят проблему, то зовут наладчика, который перенастраивает оборудование.

По индивидуальному номеру работника можно определить источник ошибки в жгуте на любой стадии, будь то ошибка в подборе или при опрессовке. Поэтому, в частности, для нас очень важно, что мы сами тестируем панели со жгутами — это на порядок увеличивает степень контроля.

Если ошибка обнаружена, допустивший ее работник, конечно, наказывается. Но не это главное. Предусмотрены корректирующие мероприятия, чтобы исключить подобную ошибку у других. Устраняются возможные причины, проблема обсуждается со всеми работниками.

Н. Сайфуллина: В целом, качество продукции предприятия, успех его деятельности определяют все его работники. Например, одна из сложностей работы с КАМАЗом — частая смена номенклатуры. Это, в частности, означает, что появляются новые типы комплектующих. Зачастую стандартный срок их поставки — 12 недель, а заказчику изделие нужно уже через 3–4 недели. И тут

велико значение нашего логистического центра, который обеспечивает нас нужной комплектацией, причем — и это принципиально — высокого качества. Сегодня мы можем решать самые сложные задачи, но это — следствие совместной работы всех наших отделов, высокого уровня их сотрудников.

Работа с кадрами — одна из важнейших составляющих нашего успеха. Мы ведь не только создаем новые рабочие места, но и постоянно думаем об улучшении условий труда. Мы понимаем, что если рабочий на своем месте думает только о работе, если ему комфортно, у него хорошее настроение, то и производительность будет выше. В результате всем будет хорошо — и сотрудникам, и заказчикам, и владельцам предприятия. При всей компактности производства, у нас светлые цеха, кондиционеры, продуманная система организации рабочих мест. Мы даже в кризис не задерживали зарплату. Для работников предусмотрен ряд льгот. Например, мы компенсируем питание, оплачиваем проезд на работу, из города на производственную зону и обратно людей возит собственный автобус. Как результат — у нас очень низкая текучесть кадров. Конечно, бывает, что люди уходят, но многие из них возвращаются. Возможно, это один из важнейших факторов обеспечения качества — наши сотрудники заинтересованы в том, чтобы предприятие жило и развивалось, выпуская качественную продукцию.



Жгуты производства «Икар Плюс»

Итак, мы посетили сложное комплексное производство, действующее в достаточно конкурентной среде. О качестве продукции компании «Икар Плюс» свидетельствует и высокая оценка со стороны КАМАЗа, и участие в других проектах. И мы совершенно явно увидели, что автоматические линии Komaх являются необходимым элементом этого производства, во многом обуславливая не только его эффективность, но и качество продукции.

Конечно, все достоинства автоматического оборудования могут проявиться лишь при грамотной организации всего производственного процесса. Пока мы находились на производстве «Икар Плюс», не оставляло ощущение, что здесь используют не только оборудование Komaх, но и многие принципы организации производства этой швейцарской компании. Та же ответственность работников за качество, те же продуманные технологические потоки, оснащение рабочих мест, сама заинтересованность сотрудников в конечном результате. И вероятно, это единственно возможный путь эффективно использовать современное оборудование — оно будет эффективно только в условиях современного производства. Что компания «Икар Плюс» нам наглядно продемонстрировала. ▣



Рассказать о специфике компании «Икар Плюс» с точки зрения поставщика оборудования, о том, какие особенности автоматических линий Komax наиболее ярко проявляются на этом производстве, мы попросили Романа Лыско, начальника

отдела модернизации производства кабельных изделий ООО «Остек-ЭТК».

Компания «Икар Плюс» работает в сегменте, где могут быть сильны именно российские производители, а не глобальные мировые компании. Это относительно малосерийное производство при достаточно большой и при этом, часто обновляемой номенклатуре. КАМАЗ, будучи серийным заводом, предлагает решения, адаптированные под конкретных заказчиков. Это означает множество модификаций продукции, в том числе электрических жгутов. Поэтому работающие с КАМАЗом компании должны быть очень гибкими, способными вносить изменения в конструкцию изделия и запускать в производство новые модификации в очень сжатые сроки. Соответственно, технологическое оборудование такого жгутового производства также должно быть гибким и быстро перенастраиваемым. Этим требованиям в наибольшей мере отвечает автоматическое оборудование Komax.

Немаловажно, что в области производства автомобильных жгутов высока конкуренция, поэтому добавочная стоимость минимальна, и развиваться можно только за счет внутренних ресурсов — оптимального планирования производства, автоматизации и т.п. И компания «Икар Плюс» — пример того, как за счет собственных средств можно оснащать и модернизировать производство, строить новые корпуса. «Икар Плюс» — частная компания, здесь умеют считать деньги, умеют оценить эффективность оборудования и его коммерческую отдачу. И если специалисты «Икар Плюс» находят оборудование компании Komax эффективным и планируют приобретать новые установки, значит данные решения будут интересны и другим производителям жгутов.

Мы начали взаимодействовать с «Икар Плюс» как сервисные интеграторы, то есть решение о приобретении двух автоматов Komax компания принимала без нашего участия. Однако когда мы совместно обсуждали вопросы расширения производства, разговоры в основном шли об условиях поставки — производитель был очевиден и не обсуждался. Мы приглашали специалистов «Икар Плюс» на выставку Productronica, показывали различные варианты оборудования, там можно было видеть конкурирующие решения. Наше сотрудничество расширяется, мы поставили компании еще одну автоматическую линию Komax Gamma 333 PC, продолжаем достаточно тесно взаимодействовать и в других направлениях.

Какие особенности выделяют «Икар Плюс» среди конкурентов?

Прежде всего, это изначально грамотная организация производства жгутов. Например, здесь разделены процессы заготовки проводов и сборки кабелей. Это, к сожалению, не характерно для многих отечественных предприятий. А ведь если не разделять эти процессы, бесполезно говорить об автоматизации производства жгутов и повышении их качества.

Второй немаловажный момент — в компании работают высококвалифицированные специалисты. Так, диагностические стенды обычно создают специализированные компании. Но «Икар Плюс» делает их своими силами. Наконец, очень большой плюс для производителя жгутов — наличие собственных конструкторов. Это очень сильно выделяет компанию среди конкурентов. Играет роль и такая специфика «Икар Плюс», как комплексный подход. Здесь производят не только жгуты, но и полностью приборную панель.

За минувший год в компании «Икар Плюс» произошли существенные, очень позитивные изменения, расширены производственные мощности и площади, растет число заказчиков. Надеюсь, эти изменения продолжатся, и компания Остек всегда готова их поддержать.



Новый язык управления производством

LOGOS

Цифровая
система
управления
приборным
производством

Система LOGOS разработана специально для управления приборным производством. Она дает новые возможности сбора и обработки информации, необходимой для принятия решений, от которых зависят качество, сроки и эффективность работы предприятия.

Преимущества системы

- исчерпывающая и объективная картина производства для руководителя предприятия;
- прозрачность производственных процессов на всех уровнях;
- прослеживаемость продукции по всему технологическому циклу;
- оперативное и перспективное планирование на основе точных данных;
- диагностика и предупреждение отклонений по качеству, срокам и эффективности;
- сокращение издержек за счет оптимизации ресурсов и снижения доли незавершенного производства.



будущее
создается

www.logos-system.ru
(495) 788 44 44
info@ostec-group.ru





Видеть сегодня производство будущего невозможно, **НО ПУТЬ К НЕМУ — НЕОБХОДИМО**

Чем сложнее производство, тем сложнее учесть все факторы, от которых завтра будут зависеть его эффективность, рентабельность, конкурентоспособность его продукции. Опираясь на свой опыт и сотрудничество с ведущими мировыми поставщиками оборудования и технологий, мы содействуем комплексному развитию предприятий электронной и радиоэлектронной промышленности. Наш подход основан на пяти слагаемых: исследование, планирование, проектирование, оснащение, сопровождение. Эта формула технологического роста позволяет предприятиям найти оптимальный путь к успеху.



будущее
создается

www.ostec-group.ru
(495) 788 44 44
info@ostec-group.ru

