

СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО – КАКОЕ ОНО?

ВИЗИТ В КОРПОРАЦИЮ "ДЖЕНЕРАЛ САТЕЛАЙТ"



Мы достаточно много рассказываем о технологическом оборудовании для монтажа электронных узлов. В основном вся эта информация – от производителей этого оборудования или их официальных представителей. Но 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. Поэтому мы открываем новую рубрику – "репортаж с производства", в рамках которой предполагаем поговорить с представителями ведущих российских производственных компаний. И начинаем мы с одного из лидеров среди отечественных производителей – корпорации "Дженерал Сателайт".

Корпорация эта многопрофильная, но мы сосредоточимся на одной из ее производственных структур – НПО "ЦТС". Эта компания входит в кластер "Технополис GS" (частный инвестиционный проект, в котором "Дженерал Сателайт" – генеральный инвестор) и занимается выпуском спутниковых телевизионных приставок – массовой бытовой продукции. Необходимо помнить, что кластер "Технополис GS" вместе с НПО "ЦТС" расположен в городе Гусеве Калининградской области, в свободной экономической зоне, что существенно упрощает многие проблемы, которые испытывают отечественные производители.

Итак, мы в Гусеве, на сборочном производстве НПО "ЦТС". 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. 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 (рис.1). 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 (рис.2). 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 (рис.3).

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 (рис.4). 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 перепакетирования. В программаторе



Станислав Лишик, главный технолог НПО "ЦТС"



Богдан Дыван, технический директор НПО "ЦТС"



Рис.1. Установщик компонентов Fuji NXT II



Рис.2. Модуль M6 с питателями из паллет

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 просто нет таких компонентов. 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 (рис.5), 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



Рис.3. Тележки с платами со смонтированными SMD-компонентами

Корпорация "Дженерал Сателайт" – российская научно-производственная компания, с 1991 года представляющая на российском и международном рынках системные решения и высокотехнологичное радиоэлектронное оборудование. Это ведущий российский разработчик и производитель приемного оборудования для телевидения.

Продукция и технологические решения корпорации "Дженерал Сателайт" используются в таких спутниковых вещательных проектах, как "НТВ+", "Триколор ТВ", а также во всех зонах эфирного цифрового вещания на территории России. Только в РФ более 11 млн. абонентов используют приемное оборудование "Дженерал Сателайт". С 2007 года корпорация является генеральным инвестором комплексного инвестиционного проекта "Территория научно-технического развития – Технополис GS", реализуемого в Гусеве Калининградской области.

теста в привязке к коду платы заносятся в базу данных.

Далее платы поступают на участок финальной сборки (рис.6). Здесь они устанавливаются в корпуса и передаются на финальное тестирование, где проверяется весь функционал продукта – с помощью оператора, в полуавтоматическом режиме (рис.7). 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



Рис.4. Автоматический программатор компании BPM Microsystems



Рис.5. Установка пайки волной Vitronics Soltec Delta 3

что запасы по производительности у нас велики.

Как реализован контроль качества?

Б.Дыван. У нас реализовано отслеживание плат в нескольких контрольных точках производства – сканируется штрих-код, 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 (рис.8). 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 (рис.9), в основном мы проверяем качество монтажа VGA-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



Почему для оснащения производства "Дженерал Сателайт" было выбрано именно такое оборудование?

С этим вопросом мы обратились к Евгению Липкину, директору направления производств радиоэлектронной аппаратуры Предприятия Остек, который руководил этим проектом со стороны Остека.

Евгений, 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. Начинаясь 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



Рис.6. Участок финальной сборки

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



Рис.7. Финальное полуавтоматическое тестирование

Остек. Теперь же мы готовим операторов своими силами.

Как часто технологическое оборудование выходит из строя?

Б.Д. Все наше оборудование достаточно надежно. 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,

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 внутри-производственные 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

высокопроизводительное 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 оборудования, 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 ►►



Рис.8. Система контроля за сбросом компонентов при установке

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 поставщик – Предприятие Остек. Специалисты

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 Fujii, поскольку с точки зрения таких показателей, как энергоэффективность, масштабируемость, производительность на единицу площади, альтернативы Fujii просто нет. Этот вариант был не самым дешевым с точки зрения цены единицы оборудования. Однако с точки зрения комплексной



Рис.9. Установка рентгеновского контроля Phoenix|x-ray

этой компании проводили и регулярное техническое обслуживание. На одной из линий такие работы проходят прямо сейчас (рис.10). 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.

стоимости владения он оказался наиболее выигрышным, что во многом и предопределило выбор.

Кроме того, немаловажную роль при выборе сыграл и сервис, который предоставляла компания 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.

Вы используете только бессвинцовые припои?

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. Распределением 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) (рис.11). 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. Тем самым существенно сохраняется время перехода на новые компоненты. Это не дешевая



Рис.10. Специалисты Остека проводят регулярное техническое обслуживание линии поверхностного монтажа



Рис.11. Эмулятор модуля SMT-автомата Fuji MPA4010

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.

С.Б.Дываном, С.Лишиком и Е.Липкиным беседовал И.Шахнович

