

Комплексное решение для сборки печатных узлов передовой вычислительной техники

Визит на производство компании «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС»

Ю. Ковалевский



Мало кто в нашей стране не слышал такое словосочетание, как «отверточная сборка». Оно обычно носит пренебрежительный характер и часто ассоциируется с отечественным производством многих видов техники, в том числе персональных компьютеров. К сожалению, причины для этого действительно существуют: был период, когда подобная техника преимущественно собиралась из импортных комплектующих, подчас кустарно, без серьезной организации техпроцесса. Однако за последнее время многими российскими компаниями были достигнуты значительные результаты в области локализации производства, повышения его качества и организационного уровня.

Компания «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС», которая одной из первых в России начала производить персональные компьютеры под собственной маркой, уже давно вышла на уровень полноценной и профессиональной серийной сборки вычислительной техники, а в 2013 году внедрила на своем производстве первую линию для сборки печатных узлов. Новым этапом развития компании стал запуск обновленной автоматизированной линии монтажа компонентов, который позволил предприятию существенно увеличить производительность и повысить качество продукции. Это произошло в прошлом году. Поставщиком ключевого оборудования и программного обеспечения линии выступила компания Остек-СМТ.

Мы побывали на производстве «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС» в г. Обнинск, где директор по производству компании Илья Николаевич Подлипаев и руководитель управления развития производства Сергей Владимирович Ковалёв рассказали о новой линии, особенностях и возможностях ее оборудования, а также об организации других техпроцессов в маршруте изготовления вычислительной техники на предприятии.

ПРИЧИНЫ И ПРЕДПОСЫЛКИ ОБНОВЛЕНИЯ ЛИНИИ СБОРКИ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

Как уже отмечалось, первая линия монтажа компонентов появилась на предприятии в 2013 году, но с тех пор многое изменилось: у компании выросли объемы, а требования к качеству продукции и ее сложность становились всё выше. На определенном этапе это потребовало модернизации оборудования для сборки печатных узлов.

Кроме того, у компании росли компетенции в данной технологии и в определенный момент появилось понимание, что можно переходить на новый уровень. «В 2013 году мы не знали практически ничего о технологии сборки печатных узлов. Сейчас мы знаем о ней почти всё, – отметил Илья Подлипаев. – Набирая опыт, мы делали всё больше продукции и делали ее всё лучше. Могу сказать, что сейчас наше вычислительное оборудование по крайней мере не хуже импортного, а по многим параметрам мы уже превосходим иностранные компании. И для того чтобы и дальше быть в тренде, нам понадобилось новое оборудование. Это оборудование – самое лучшее, которое есть на рынке, и выбрали мы его для того, чтобы делать самые лучшие изделия».

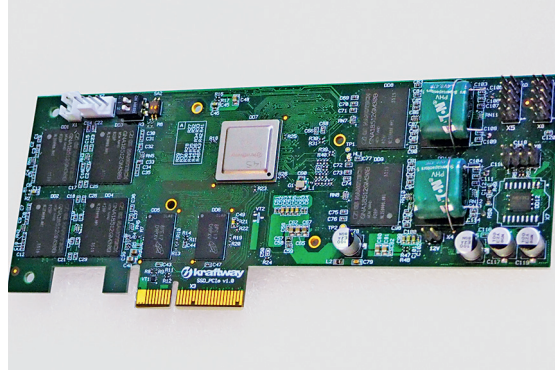
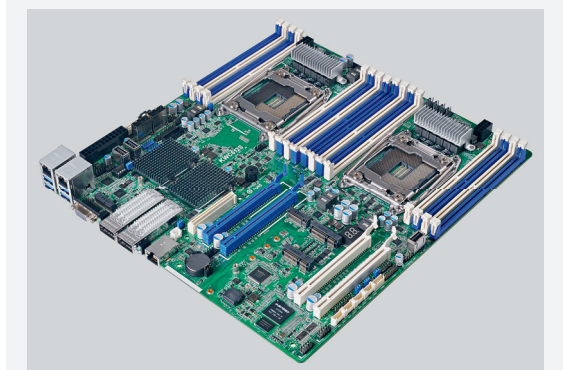
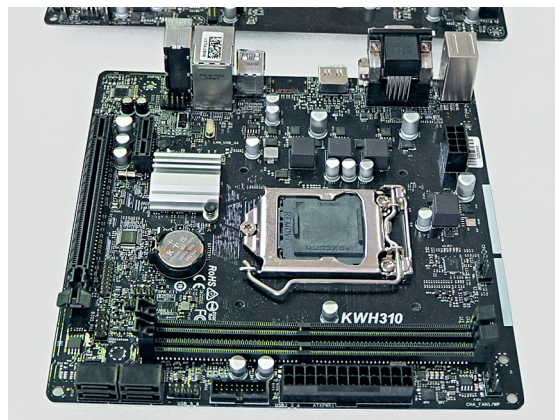
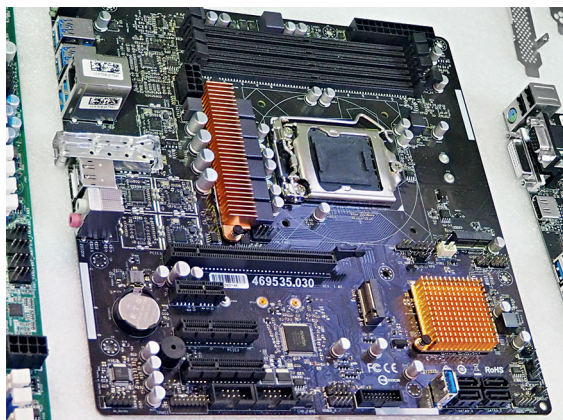
Предприятие выпускает серийную продукцию и вместе с тем изготавливает опытные образцы в единичных количествах для отработки и испытания новых изделий собственной разработки. Поэтому задачи, которые ставятся перед оборудованием, весьма разнообразны, и его



Илья Подлипаев

выбор продиктован комплексом факторов, обеспечивающих наилучшее соответствие этим задачам.

В качестве одного из наиболее важных критериев выбора оборудования Илья Подлипаев назвал возможность установки всех типов компонентов, которые могут применяться в вычислительных устройствах, производимых компанией, с учетом перспектив развития. Иными словами, это универсальность и гибкость производства. На данный момент на линии устанавливаются как крупные VGA-корпуса, специфические разъемы и слоты и прочие сложные и габаритные компоненты, так



Примеры изделий, изготавливаемых на линии сборки печатных узлов компании «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС»



Новая линия сборки печатных узлов предприятия

и чип-компоненты размером 0201 в серийных изделиях и 01005 в опытных образцах.

Также важным параметром является скорость монтажа. Новая линия достаточно производительная и позволяет оперативно собирать сравнительно большие партии. «Сейчас мы делаем партии по 10–20 тыс. изделий, но если надо будет сделать 50 или 100 тыс., это данная техника может», – сказал Илья Подлипаев.

СКЛАД – С ЧЕГО ВСЁ НАЧИНАЕТСЯ И ЧЕМ ЗАКАНЧИВАЕТСЯ

Наше знакомство с производством компании началось со склада – помещения площадью 10 тыс. м² с уходящими под потолок стеллажами, которое производит впечатление скорее логистического центра, нежели одного из помещений электронного производства. Мы спросили у Ильи Подлипаева, в чем особенности данного склада, чем он отличается, например, от склада сети продуктовых магазинов. «Здесь много специфики, – ответил он. – Прежде всего, склады магазинов построены по так называемой широкопроходной технологии: расстояние между стеллажами там порядка 4 м, чтобы обеспечить удобный доступ к ним погрузочно-разгрузочной техники. Здесь расстояние существенно меньше, что делает склад более компактным, на той же площади можно хранить больше изделий. Но это требует применения специализированной техники».

Склад совмещает две функции: на нем хранятся как комплектующие и материалы, необходимые для

производства, так и готовая продукция. Для управления складом в компании применяется информационно-управляющая система, включенная в общую информационную систему предприятия. «Поскольку предприятий, специализирующихся на производстве вычислительной техники, в России не так много, никто не разрабатывал для них комплексные информационные системы. Поэтому нам пришлось такую систему собирать самим из нескольких компонентов. На складе у нас работает система WMS, на производстве – своя система, в финансовом подразделении – своя, и при этом они все объединены в единую информационную инфраструктуру», – пояснил Илья Подлипаев.

Комплекующие, хранящиеся на данном складе, – это механические изделия (от корпусов до крепежа), различные блоки, узлы, карты, кабели, упаковочные материалы и т. п., то есть всё, кроме электронных компонентов, монтируемых на платы, которые хранятся на другом складе, что учитывает специфику сборочного производства печатных узлов. А печатные узлы, собранные на этом производстве, поступают уже на данный склад и хранятся вместе с остальными комплектующими. Также здесь находится комплектация, которая собирается компанией для внешних заказчиков. «С точки зрения склада, разницы между сторонним заказчиком и нашим собственным производством нет. Для него наше производство – такой же клиент, как и другие», – заметил Илья Подлипаев.

Перед поступлением на производство комплектующие распаковываются, поскольку их упаковочные материалы не должны попадать на производственную площадку. Все эти материалы собираются и вывозятся на переработку непосредственно из складского помещения.



Склад комплектующих и готовой продукции

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

Производство компании расположено в соседнем со складом помещении – буквально за стенкой. Оно разделено на ряд зон в зависимости от выполняемых процессов. В основном это разделение условное, но для двух зон внутри общего помещения выстроены собственные комнаты. Это участок сборки печатных узлов и зона специальных проверок, в которой проводится тестирование аппаратуры на соответствие требованиям информационной безопасности.

Участок сборки печатных узлов на фоне других производственных и особенно складских зон предприятия выглядит небольшим. При этом в данном помещении реализован полный цикл сборки, включая поверхностный монтаж, монтаж в отверстия и даже отмывку.

Монтаж производится на единственной, но достаточно производительной и гибкой линии, которая состоит из двух частей: поверхностного монтажа и монтажа в отверстия. Часть, отвечающая за поверхностный монтаж, помимо классического набора оборудования – принтера, трех автоматов установки компонентов и печи, а также вспомогательных установок, таких как загрузчик и инспекционный конвейер, содержит также системы автоматической инспекции нанесения паяльной пасты (АИП) и АОИ после печи оплавления.

«Основываясь на своем более чем 20-летнем опыте работы с технологиями сборки печатных узлов, могу сказать, что данная линия позволяет выполнять сборку на высоком уровне с низким количеством дефектов. При этом благодаря программному обеспечению и аппаратной реализации оборудования удастся минимизировать время простоя и объем брака, в результате чего коэффициент использования линии у нас достигает 92%, тогда как для подобных линий обычно он не превышает 60–70%», – так охарактеризовал оборудование предприятия Сергей Ковалёв.



Сергей Ковалёв

Оценивать эффективность технологических процессов и оптимизировать работу оборудования предприятия помогает и внедренный на производстве программно-аппаратный комплекс «Умная линия», разработанный компанией Остек-СМТ.

Установленная после принтера машина АИП S3088 SPI компании Viscom выполняет не только разбраковку заготовок с нанесенной пастой, но и анализ возникающих несоответствий, по результатам которого выполняется корректировка совмещения трафарета с платой посредством обратной связи.

«Новое оборудование позволяет ставить с первого раза даже те компоненты, которые мы раньше не использовали. Но исключения бывают. Например, недавно мы запускали в производство одно изделие с достаточно сложным современным процессором. У него есть такая особенность: изначально он немного выгнут, но при нагревании становится плоским. При достижении температуры пайки, он выгибается в противоположную сторону.



Участок сборки печатных узлов





Установка трафаретной печати Ekra Serio 4000 Compact в линии

Видимо, у производителя были причины сделать именно так. С этим компонентом нам пришлось повозиться: поработать и с параметрами печати, и с установщиком, и с термопрофилем пайки. В результате мы смогли обеспечить его качественный монтаж, хотя подобранные нами режимы не совпали с рекомендуемыми», – рассказал Илья Подлипаев.

Сергей Ковалёв добавил, что информационная связь имеется не только между принтером и системой АИП, но и между АИП и АОИ после печи оплавления, что позволяет проследивать формирование паяных соединений и выявлять, с каким этапом связана причина дефекта.

Все трафареты, используемые на предприятии, отечественные. «В 2013 году, когда мы начали работать с поверхностным монтажом, компетенции по работе с трафаретами в России оставляли желать лучшего, – пояснил Илья Подлипаев. – Сейчас же у отечественных производителей реализованы практически все технологии

изготовления трафаретов. Поэтому на данный момент у нас нет проблем с производством трафаретов в России под наши изделия».

Про саму установку трафаретной печати – Ekra Serio 4000 Compact – Сергей Ковалёв рассказал, что с ее появлением на производстве количество плат, с которых приходится удалять пасту из-за неправильного ее нанесения, снизилось на порядок и сейчас составляет не более 0,1%. Такой результат связан с высокой повторяемостью процесса, которая обеспечивается контролем параметров нанесения пасты: давления ракеля, его угла, скорости перемещения, а также влажности воздуха в зоне печати, которая контролируется датчиками в составе установки.

В линии три автомата установки компонентов поверхностного монтажа: первые два – чип-шутеры, третий – универсальный установщик. Производитель машин обоих типов – японская компания Fuji, известная на нашем рынке своими высокопроизводительными модульными установщиками NXT. Здесь же применены автоматы другой серии Fuji – AIMEX III. Это оборудование предназначено для производств с меньшей серийностью, чем NXT, оно более гибкое и компактное. Но при этом данные машины относятся к высокопроизводительному оборудованию, хотя и уступают по производительности серии NXT.

Максимальная производительность линии составляет 110 тыс. комп./ч, а максимальная емкость питателей – 350 позиций под 8-мм ленты.

Первые два автомата имеют по две установочные головы револьверного типа и предназначены для быстрой установки простых и легких компонентов. Третий, универсальный, автомат – менее скоростной, но позволяет



Автоматы установки компонентов AIMEX III компании Fuji

монтировать в том числе массивные компоненты, такие как процессоры, и корпуса сложной формы, например слоты под модули памяти. В нем могут применяться питатели из поддонов; в этом случае количество позиций под питатели из лент уменьшается в зависимости от размеров поддона.

Несмотря на высокую производительность оборудования, по словам представителей предприятия, оно позволяет достаточно быстро выполнять переналадку – обычно в пределах получаса. Само собой, речь идет о том времени, которое необходимо, чтобы загрузить в него новые рабочие программы, пристыковать к автоматам уже подготовленные подкатные тележки с питателями, заменить трафарет на принтере и, собственно, запустить сборку. Подготовка программ и зарядка питателей осуществляется вне линии без ее остановки. Управляющие программы для автоматов готовятся в ПО Nexim. По словам представителей предприятия, данное ПО имеет широчайшие возможности по импорту всевозможных исходных данных, описанию всех типов устанавливаемых компонентов, автоматическому распределению питателей по машинам и обеспечивает наилучшую оптимизацию процесса сборки изделий по скорости. Кроме того, оно включает инструменты для анализа сборочного процесса, что позволяет своевременно его корректировать, минимизировать процент брака и снижать количество и время простоев.

«Машины заранее предупреждают о том, что компоненты в том или ином питателе скоро подойдут к концу. При этом запрограммированный питатель может быть заранее установлен в свободный слот, и когда в текущем питателе закончится лента с компонентами, машина начнет



Рабочие места подготовки производства

использовать новый. Это одна из тех полезных функций, которая позволяет сократить время простоя», – сказал Сергей Ковалёв.

В линии после автоматов нет системы АОИ, а есть лишь рабочее место, на котором может выполняться ручная доустановка компонентов либо визуальный контроль. «В инспекции перед оплавлением мы не видим необходимости», – пояснил Илья Подлипаев. – Если после пайки будет обнаружен дефект, мы его можем легко устранить вручную и быстро скорректировать параметры нанесения пасты и установки компонентов, если в этом будет необходимость. За время прохождения изделия через печь не так много изделий будет собрано с нескорректированными параметрами. В то же время исправление вручную еще неспаянной платы создает риск привнесения новых дефектов, ведь компоненты на ней держатся только за счет клейкости пасты».

Далее в линии расположена конвекционная печь TSM с девятью зонами нагрева и тремя – охлаждения. Пайка осуществляется в азотной среде, что, по словам представителей предприятия, продиктовано тем, что это позволяет достигать более высокого качества пайки плат с миниатюрными компонентами и высокой плотностью их расположения.



Печь конвекционного оплавления в линии



Система АОИ S3088 Ultra Chrome компании Viscom

Инертный газ вырабатывается азотными генераторами, которых в компании два – из соображений резервирования на случай выхода из строя одного из них.

На линии выполняется монтаж как по бессвинцовой, так и по свинецсодержащей технологии. Последняя используется тогда, когда этого требует область применения конечного изделия.

Некоторые аспекты влияния термопрофиля на качество пайки уже упоминались ранее. К этому следует добавить, что платы современной вычислительной техники имеют достаточно много слоев: у типичного изделия компании их 12–14. Такие платы обладают большой теплоемкостью и подчас нагреваются медленнее сложных компонентов, которые очень критичны к тепловым воздействиям, несмотря на то, что такие компоненты часто сами по себе достаточно массивные. Поэтому термопрофилированию на предприятии уделяется большое внимание. Подбор термопрофиля выполняется для каждого типа изделий с помощью термопрофайлера. Первые несколько плат, изготовленные с помощью нового термопрофиля, в обязательном порядке проходят контроль на установке рентгеновской инспекции, для последующих плат рентгеновский контроль осуществляется выборочно.

Мы поинтересовались, насколько часто встречаются дефекты, связанные с конструкторскими ошибками.

«Не могу даже вспомнить такие случаи, – ответил Илья Подлипаев. – Большинство плат, которые мы собираем, разработаны в нашей же компании. У нас было лишь несколько сторонних изделий, и те были уже отработаны с точки зрения технологичности ранее. Наши конструкторы работают здесь же, на нашей обнинской площадке, и если даже мы видим на опытном образце какую-либо ошибку, она оперативно исправляется. Так что изделие с ошибкой такого рода просто не доходит до серийного производства».

Автоматическая инспекция выполняется в линии после печи. Для этих целей служит установка S3088 Ultra Chrome. Мы поинтересовались, насколько сложно создавать программы для АОИ под новые изделия. «Это не сложно, – ответил Илья Подлипаев. – Машина знает, какие бывают дефекты, и способна их выявлять без существенных специальных настроек под конкретное изделие».

Сергей Ковалёв также отметил, что особенностью установленной в линии АОИ является возможность полноценного программирования алгоритма контроля с заданием параметров обработки освещенности, градаций серого, геометрических размеров и т. п. «В некоторых системах обработка изображений – это „черный ящик“ для оператора. А системы Viscom позволяют производить глубокую настройку инспекции. Такое программирование выводит инспекцию на совершенно другой уровень», – сказал он.

Также было отмечено, что одним из главных преимуществ применения АОИ является возможность выявлять систематические ошибки. Система позволяет собирать статистику дефектов, анализировать такие данные за большой промежуток времени и на основе этого корректировать процесс сборки.

МОНТАЖ В ОТВЕРСТИЯ

Монтаж в отверстия на предприятии выполняется методом селективной пайки, при этом оборудование для данной операции установлено в ту же линию, что и установки для поверхностного монтажа. Это позволяет сократить время сборки и исключить дополнительные операции. Для удобства работы с длинной линией применяется конвейер-ворота.

Как рассказал Илья Подлипаев, современная вычислительная техника еще далека от того, чтобы полностью избавиться от монтажа в отверстия. «Если мы говорим о планшете или ноутбуке, то в таких изделиях действительно практически все компоненты монтируются на поверхность плат. Но когда речь идет о настольных ПК или серверных решениях, там достаточно много различных интерфейсов, соединений между платами, и они преимущественно выполняются с помощью штыревых компонентов. У нас встречаются изделия, в которых таких компонентов настолько много,



Конвейер-ворота между частями линии, где выполняется поверхностный монтаж и монтаж в отверстия

что наша установка селективной пайки работает практически на пределе возможностей, несмотря на то, что это очень производительная машина».

Перед установкой селективной пайки в линии расположены шесть рабочих мест установки штыревых компонентов. Данное количество было рассчитано, исходя из цикла поверхностного монтажа для самого сложного изделия, таким образом, чтобы аналогичный цикл обеспечивался при монтаже в отверстия. Это позволило для большинства изделий соблюсти баланс загрузки поверхностного и штыревого монтажа. Однако бывают случаи, когда плата содержит не так много поверхностно-монтируемых компонентов и значительное количество компонентов, монтируемых в отверстия. В этом случае конвейер размыкается, и эти процессы выполняются отдельно: после поверхностного монтажа платы накапливаются и постепенно поступают на штыревой монтаж.

«У нас очень большой опыт организации конвейерной работы – в области конечной сборки, и некоторые „хитрости“ мы использовали здесь с тем, чтобы повысить производительность и минимизировать вероятность ошибок монтажников. Некоторые думают, что конвейер – это очень просто, но на самом деле самые сложные операции – это те, где работает человек.

Полностью исключить человеческий фактор на таких операциях невозможно, поэтому на шестом рабочем месте конвейера у нас, как правило, работает контролер», – рассказал Илья Поддипаев.

Селективная пайка выполняется установкой Versaflow 3/66 компании Ergsa. Модуль флюсования установки позволяет выполнять нанесение флюса как по всей поверхности платы, так и селективным методом. Далее расположены два модуля пайки, каждому из которых предшествует модуль предварительного нагрева, поскольку после первой пайки плата остывает и для получения высокого качества соединений необходим второй подогрев.

Каждый модуль пайки снабжен двумя ваннами с припоем, для которых могут применяться разные насадки, что повышает производительность.

Как отметили представители предприятия, данная система была выбрана как наиболее оптимальная для решения текущих задач компании, однако пайка штыревых компонентов, как и другие операции, сильно зависит от конкретного изделия, и если задачи поменяются, может потребоваться дополнительное оборудование.



Рабочие места установки штыревых компонентов в линии перед селективной пайкой



компонентами, где требуется сильный прогрев изделия для получения качественных паяных соединений.

СКЛАД КОМПОНЕНТОВ

После участка сборки печатных узлов представители предприятия показали нам склад компонентов. Данный склад был полностью спроектирован специалистами компании. Большая часть компонентов хранится в ячейках, устроенных подобно стеллажам склада комплектующих и готовой продукции, но меньших по размеру.

Склад роботизированный, и выдача комплектации осуществляется автоматически в соответствии с программой – перечнем компонентов, который может включать (и обычно включает) несколько сотен позиций

Установка селективной пайки Versaflo 3/66 компании Ersaflo

Рабочие места монтажников расположены в этом же помещении, но на них производятся в основном ремонтные операции и доработка, если она необходима, поскольку в компании стараются по возможности уходить от ручных операций в серийном производстве для устранения влияния человеческого фактора.

УЧАСТОК ОТМЫВКИ

Участок отмывки на предприятии организован в отдельной комнате, смежной помещению, где установлена сборочная линия. При сборке всех изделий компании используется паста, не требующая отмывки, но с тех плат, которые предназначены для работы в жестких условиях и на которые наносится влагозащитное покрытие, остатки флюса удаляются.

Данная операция выполняется в системе SuperSwash компании PBT Works с загрузкой на раме. «Эта компания, пожалуй, является лидером в области оборудования отмывки, – сказал Сергей Ковалёв. – В данной системе реализован принцип, которого нет больше ни у одного производителя. Платы располагаются в одной плоскости, а распылители движутся вдоль них. Это обеспечивает отсутствие теневых зон и позволяет получать практически идеальное качество отмывки».

Отмывка выполняется жидкостью Vigon A 201 компании Zestron. В компании пробовали и другие жидкости, но ими не удавалось отмыть сильно запекшиеся остатки флюса, которые возникают на платах с теплоемкими



Установка отмывки SuperSwash компании PBT Works



Склад компонентов. На переднем плане справа – шкаф сухого хранения

для одного изделия. Последовательность выдачи соответствует порядку компонентов в перечне. Это немаловажный момент, поскольку при составлении программы учитывается, насколько долго заряжается компонент в питатель, и те компоненты, которые требуют больше времени, вносятся в начало перечня. На данный момент порядок компонентов задается оператором, но, как нам рассказал Илья Подлипаев, ведутся работы, чтобы автоматизировать и этот процесс. «У нас над совершенствованием данной складской системы постоянно работает программист, который специально выделен для этой задачи в общей команде программистов предприятия, насчитывающей 34 человека», – сказал он.

В то же время система позволяет выдавать частичную комплектацию, когда, например, при сборке большой партии в установщиках подходят к концу лишь несколько типоминалов. Это также выполняется автоматически на основании данных, поступающих со сборочной линии.

Кроме того, на складе присутствует два шкафа сухого хранения. Данного количества достаточно, поскольку критичные к влажности компоненты не хранятся «про запас»: они практически сразу поступают в производство.

КОНЕЧНАЯ СБОРКА

Хотя главной целью нашего визита в компанию «Крафт-вэй корпорэйшн ПЛС» было знакомство с организацией сборки печатных узлов, мы не могли обойти вниманием площадку, на которой выполняется конечная сборка изделий: это одно из первых и самых крупных конвейерных производств вычислительной техники в России. «Начиналось всё с „отверточной“ сборки в 1991 году, – рассказал Илья Подлипаев. – А сейчас у нас на производстве уже четвертое поколение конечной сборки. Здесь собираются практически все виды вычислительной техники – как нашей собственной, так и сторонних заказчиков. Но основной акцент мы делаем на собственные изделия».

В момент нашего посещения на конвейере собирались ноутбуки. В этих изделиях большое количество миниатюрных комплектующих, разъемов, винтов и т. п. Для заворачивания винтов с определенным моментом затяжки используются отвертки, по размеру сравнимые с авторучкой, – это лишь один из видов специализированного оборудования, установленного на конвейере. «Бытует ошибочное мнение, что конечная сборка – это просто. На самом деле, если вы собираете не одно изделие для себя,



Конвейеры конечной сборки



RFID-метка на палете конвейера для идентификации изделий

если у вас серийное производство, то это уже достаточно сложная технология, требующая особой организации процесса и специализированного оборудования», – сказал Илья Подлипаев.

На производстве установлено четыре сборочных конвейера, но в обычных условиях используются только три из них. Все четыре конвейера работают, когда необходимо выполнить срочную работу или на предприятие поступил большой объем заказов.

Один из конвейеров – первый на предприятии – устроен так, что его лента движется подобно гусенице трактора. При этом обеспечивается доступ к обеим сторонам изделия (с двух сторон от ленты), но использоваться может только та сторона ленты, которая находится сверху.

Ленты новых конвейеров движутся по кругу, что позволяет использовать для работы всю его поверхность, но при такой конфигурации доступ к изделию имеется только с одной стороны, что может быть неудобно, поскольку некоторые изделия достаточно массивны, и повернуть их, если это необходимо, может быть сложно. Чтобы устранить этот недостаток, на конвейерах

предусмотрены перегрузочные лифты – угловые секции, которые позволяют разворачивать изделие на 180° при прохождении ими половины длины конвейера. Также применяются ротационные механизмы, которые позволяют развернуть собираемое изделие нужной стороной к оператору. Они обеспечивают поворот на 360° с шагом 90°.

Каждая палета, перемещающаяся по конвейеру, снабжена RFID-меткой. При установке изделия на конвейер его серийный номер привязывается к палете путем сканирования штрихкода, и когда оно поступит на определенное рабочее место, к которому привязана конкретная операция, RFID-метка палеты считывается и в системе сохраняются данные о том, когда, кем и с каким изделием выполнялась данная операция. Идентификация оператора осуществляется путем его регистрации с привязкой к рабочему месту перед началом смены. Таким образом обеспечивается полная прослеживаемость процесса сборки без каких-либо дополнительных действий оператора.

Все данные прослеживаемости от поступления комплектующих на склад и до финального тестирования хранятся в системе в течение всего гарантийного срока изделия.

Помимо конвейеров, на предприятии есть и участок стапельной сборки, где собираются изделия в единичных количествах, а также та продукция, сборка которой на конвейере не допускается по причинам, связанным с конфиденциальностью.

Также на данной площадке организованы финальное тестирование и рабочие места для ремонта. «Раньше у нас было 16 рабочих мест ремонтников, сейчас их



Рабочие места ремонтников

всего восемь, – рассказал Илья Подлипаев. – Благодаря тому, что у нас организована полная прослеживаемость производства и ведется статистика брака по каждому типу изделий и каждой комплектующей, мы уже на этапе комплектации можем предугадать, сколько изделий в партии потребует ремонта. Рядом с местами ремонтников находится склад предварительного брака, куда поступают комплектующие в том количестве, в котором они, вероятнее всего, потребуются для замены. Таким образом, работа ремонтника, которая обычно бывает не лишена творчества и потому трудно предсказуема, превращается в просчитываемую, почти конвейерную. Благодаря внедрению такого подхода нам и удалось сократить вдвое количество ремонтных рабочих мест».

Также Илья отметил, что если ремонтники «скупают», это говорит о хорошем качестве сборки, и потому в таких случаях сборщики получают премии.

На участке тестирования представители предприятия обратили наше внимание на то, что некоторые изделия тестируются в полном комплекте с периферийными устройствами и даже с упаковкой. Это происходит в том случае, если заказчику передается весь комплект целиком.



Ноутбуки в процессе финального тестирования

Тестирование проходят 100% изделий предприятия. При этом набор тестов для каждого из них индивидуальный.

В завершении экскурсии нам показали участок упаковки, оборудованный двумя установками. Одна из них работает полностью автоматически, другая – требует ручной настройки размера упаковки, но при этом является более универсальной. Вместе эти установки обеспечивают достаточно высокую производительность и возможность работы с упаковкой всех необходимых размеров. Здесь же выполняется распечатка и брошюровка сопроводительной документации.

После упаковки готовые изделия поступают на склад, с которого началась наша экскурсия по производству компании.

Производство компании «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС» наглядно показывает, каких успехов можно достичь, делая ставку на организацию процессов и качество, и насколько важно расширять свои технологические возможности, чтобы создавать передовую вычислительную технику. Надеемся, что предприятие с успехом продолжит движение по пути развития своей продукции, предлагая рынку отечественные высокотехнологичные решения.



Участок упаковки