

# Монтаж печатных узлов на «умном» заводе

Рассказывают генеральный директор ООО «Совтест АТЕ» И. В. Марков и начальник участка поверхностного монтажа А. Г. Лихошерст



Игорь Марков



Андрей Лихошерст

Предприятие «Совтест АТЕ», отметившее в прошлом году 30-летний юбилей, известно в России не только как поставщик, но и как разработчик и изготовитель оборудования для производства и тестирования электронных изделий. Одной из самых сложных разработок «Совтест АТЕ» является тестер микросхем FT17, в котором плата измерительного модуля состоит из 6 тыс. компонентов. Для сборки такой платы требуется оборудование, выполняющее прецизионный поверхностный монтаж электронных компонентов. Каким оборудованием оснащено сборочно-монтажное производство предприятия и каковы особенности выполняемых на нем технологических операций, рассказали генеральный директор ООО «Совтест АТЕ» Игорь Владимирович Марков и начальник участка поверхностного монтажа Андрей Григорьевич Лихошерст.

## С чего начинается процесс изготовления таких сложных изделий, как измерительный модуль тестера микросхем FT17?

**И. Марков.** Работа с любым заказом, поступающим на участок поверхностного монтажа, начинается с предварительной подготовки производства. Мы проверяем, соответствуют ли исходные данные изделия стандартам и техническим характеристикам технологической линии, анализируем топологию платы, конструкцию

изделия и перечень компонентов. Затем выполняем входной контроль печатных плат и электронных компонентов на соответствие установленным требованиям.

## Какое оборудование применяется для входного контроля?

**А. Лихошерст.** Наиболее эффективной технологией входного контроля печатных плат, гарантирующей

качество изделий, мы считаем электрический контроль тестером с подвижными пробниками. Мы используем тестовые системы японской фирмы MicroCraft, на которых проверяем 100% плат на отсутствие обрывов и коротких замыканий. При входном контроле плат также измеряется сопротивление изоляции и толщина металлизации переходных отверстий.

Входной контроль электронных компонентов производим на разработанном нами оборудовании – системе машинного зрения FT-Vision и тестере микросхем FT-17DT.

**Компоненты, прошедшие входной контроль, не сразу отправляются на сборочную линию. Как организовано их хранение?**

**А. Лихошерст.** Собственно производству предшествует хранение компонентов с организованным должным образом учетом. Влагочувствительные компоненты поставляются в герметичной антистатической упаковке, и их не требуется хранить в среде с ограниченной влажностью. Однако такие компоненты после извлечения из упаковки надо содержать при определенных уровнях температуры и влажности. Для поддержания таких специальных условий мы используем шкафы сухого хранения серии SDB – это тоже наша разработка.

Остальные компоненты хранятся в автоматизированных складах карусельного типа серии СХКТ (тоже продукция «Совтест АТЕ») и лифтового типа ISM JUKI UltraFlex, куда загружаются ленты, поддоны и пеналы с SMD-компонентами.

Автоматизированный склад, выдающий по запросу необходимый комплект компонентов на линию SMD-монтажа, связан с ERP-системой предприятия (1С), с которой обменивается данными о наличии компонентов.

**Сейчас одним из требований заказчиков является обеспечение прослеживаемости при производстве изделия. Как вы решаете эту задачу?**

**А. Лихошерст.** Да, действительно, согласно стандарту ИСО 9001-2000 в системе менеджмента качества предприятия важнейшая часть – система идентификации и прослеживаемости продукции (СИП). У нас есть собственная разработка, которая идентифицирует поступающие на предприятие материалы и комплектующие и обеспечивает их адресное хранение и прослеживаемость. Также ведется мониторинг самого производства: отображение оперативной производственной информации, формирование отчетов, формирование электронного паспорта изделия и т. д.

Чтобы проследить за прохождением каждой печатной платы по технологическому маршруту сборки, ее маркируют штрих-кодом. Установку маркировки можно внедрить в линию поверхностного монтажа. Однако на нашем предприятии две линии SMD-монтажа – поэтому мы создали отдельный пост маркировки, который обслуживает обе линии. В состав поста входят автоматический загрузчик плат из стопы, установка лазерной маркировки и автоматический разгрузчик плат в магазины.



Шкаф сухого хранения Sovtest серии SDB



Автоматизированная система хранения ISM JUKI UltraFlex



Установка лазерной маркировки KuboMark фирмы Mancini Enterprise (Италия)

Мы используем конвейерную установку маркировки KuboMark фирмы Mancini Enterprise, оснащенную CO<sub>2</sub>-лазером Keyence. Он обеспечивает необходимую точность при высокой скорости нанесения маркировки (за 2–3 с). Программирование установки с помощью ПК занимает лишь несколько минут.

**Какое оборудование входит в состав сборочно-монтажных линий на вашем предприятии?**

**А. Лихошерст.** В состав каждой линии поверхностного монтажа входят загрузчик печатных плат в линию из магазинов, автоматический трафаретный принтер, инспекционное рабочее место, установщики компонентов, конвекционная печь оплавления припоя и разгрузчик печатных плат из линии в магазины.



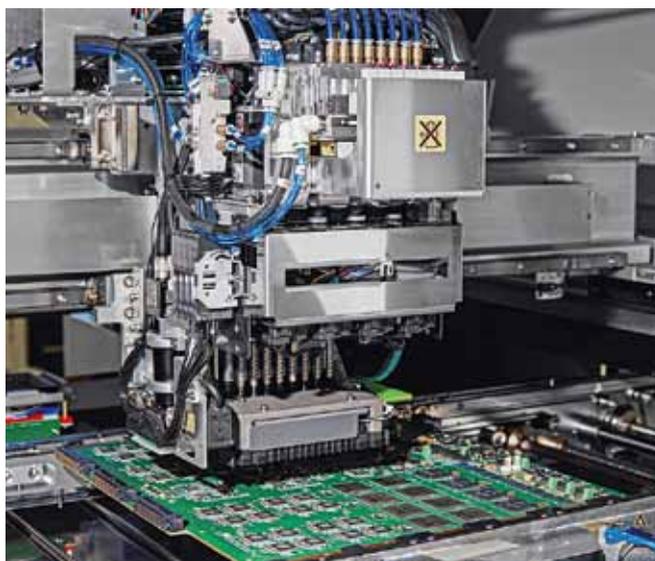
Установщики компонентов JUKI RS-1R в составе линии поверхностного монтажа

Нашу новую линию, введенную в эксплуатацию летом 2021 года, мы укомплектовали двумя установщиками RS-1R фирмы JUKI, характеризующимися высокой точностью монтажа.

Одна из тенденций развития электроники – уменьшение габаритов электронных компонентов и шага их выводов. Поэтому мы выбрали установщик, революционная концепция и параметры которого не только соответствуют нашим нынешним запросам, но и позволят успешно решать производственные задачи в будущем. Мы посчитали, что автомат JUKI RS-1R, в котором реализованы передовые технические решения, благодаря своим широким возможностям идеально подходит как для крупносерийного производства, так и для изготовления небольших партий плат со сложным монтажом.



Общий вид платы Channel



Установочная головка автомата JUKI RS-1R

Именно такую плату мы собираем для измерительного модуля тестера FT17 (плата Channel), содержащего 6 тыс. компонентов, среди которых одних только микросхем в корпусе BGA – 45 шт.

**При выборе установщика какие его параметры были для вас определяющими?**

**А. Лихошерст.** Установщик должен производить поверхностный монтаж с высокой точностью и повторяемостью, не допускать совершения ошибок оператором и исключать появление брака в процессе монтажа.

Хотя производительность установщика для нас не является основным параметром, мы все же обращали внимание на факторы, способствующие ее повышению.

У автомата RS-1R одна установочная головка Takumi с восемью вакуумными захватами. Ее не надо менять на другие специализированные головки, и, как следствие, отсутствует необходимость трудоемкой перекалибровки установщика после смены головки.

Установочная головка автоматически изменяет высоту положения в соответствии с высотой компонентов и может перемещаться по высоте в пределах 1–25 мм от поверхности платы, подстраиваясь под габариты устанавливаемых элементов и минимизируя потери времени при перемещении по вертикальной оси.

**Чем обусловлена высокая точность этого автомата?**

**А. Лихошерст.** Высокая точность, большая производительность и максимальная гибкость установщика RS-1R достигаются благодаря использованию двух технологий центрирования – лазерной и видео. Расположенный на установочной головке блок лазерного центрирования выполняет в движении мгновенные 3D-измерения компонентов. Эта технология, с более высоким разрешением позиционирования, чем у видеосистем, и без задержек перемещающая компоненты к их

местам на плате, оптимально подходит для установки чип-компонентов. У лазерного блока, не имеющего движущихся частей, высокая надежность, и он практически не нуждается в каком-либо техобслуживании.

В видеоцентрировании задействованы прецизионные видеокамеры с тремя цветами подсветки с трех сторон. С их помощью производится установка компонентов в корпусах из разных материалов. Сочетание технологий лазерного и видеоцентрирования дает возможность производить монтаж SMD-корпусов любых типов – от самых миниатюрных чип-компонентов до микросхем с малым шагом выводов.

Компоненты подаются интеллектуальными питателями, в которых можно производить горячую замену ленты без остановки автомата. Питатели автоматически настраиваются на шаг ленты, могут работать с небольшими фрагментами лент, не имеющих заплавочных концов, и без потерь захватывают компоненты в ленте, начиная с первого.

**Было упомянуто, что у установщика RS-1R широкие возможности. Какие его опции повышают качество монтажа?**

**А. Лихошерст.** Установщик оснащен системой верификации компонентов CVS (component verification system), которая, измеряя основные параметры заплавленных в ленту резисторов, емкостей и диодов, проверяет, та ли катушка установлена в питатель. Таким образом, система CVS исключает ошибочный монтаж компонентов неверного номинала.



Наконечник установочной головки автомата JUKI RS-1R



Конвекционная конвейерная печь Centurion CT-1040



Установка струйной отмычки CL500 фирмы SYSTRONIC (Германия)

Еще одна полезная опция заключается в автоматической компенсации смещения отпечатка паяльной пасты относительно контактной площадки. Система измеряет смещение и корректирует координаты установки компонентов, чтобы не допустить образования дефектов пайки.

В установщике есть лазерный датчик контроля компланарности выводов компонентов в корпусах QFP, SOP и BGA, который исключает появление дефектов поверхностного монтажа типа «непропай» и «поднятый вывод».

Чтобы не повредить хрупкие компоненты при монтаже на плату, сила давления каждого наконечника контролируется встроенным датчиком нагрузки и настраивается индивидуально для каждого компонента.

Надо отметить, что каждый наконечник можно оснастить RFID-меткой, и тогда установщик будет непрерывно передавать в систему управления производством информацию о количестве компонентов, установленных на печатную плату, общем количестве захватов компонентов, ошибках захвата и т. д.

### Какие требования вы предъявляете к конвекционным печам?

**А. Лихошерст.** Требования к конвекционным печам в целом стандартные: зоны нагрева должны обеспечивать создание требуемого термопрофиля и быстрое и эффективное охлаждение платы после оплавления припоя. Большинство печей известных марок соответствуют этим требованиям. Однако есть одно «но»: печь является самым энергозатратным оборудованием в линии. Возникает вопрос: как, сохраняя необходимые рабочие характеристики, снизить эксплуатационные расходы?

Решение нашлось у компании Vitronics Soltec, которая производит системы пайки уже более века. Разработав эффективную систему передачи тепла, они уменьшили энергопотребление конвекционных печей Centurion, сделав его на 20–30% меньше, чем у аналогичных печей других фирм. Именно такая модель, Centurion CT-1040 с десятью зонами нагрева, установлена в нашей новой линии.

Привлекательный бонус, подтверждающий высокую репутацию марки, заключается в том, что производитель гарантирует работу нагревательных элементов и вентиляторов в течение всего срока службы печи.

### Какую технологию вы используете для отмычки печатных плат после поверхностного монтажа?

**А. Лихошерст.** Мы применяем струйную отмычку. В отличие от ультразвуковой, она не повреждает смонтированные компоненты и при этом отлично очищает платы.

В установке струйной отмычки CL500 производства немецкой фирмы SYSTRONIC три камеры, которые последовательно проходит плата. Сначала она подвергается обработке раствором промывочной жидкости, затем ополаскивается в деионизированной воде с контролем проводимости и наконец сушится горячим воздухом. При отмычке плат в CL500 теневые зоны на них отсутствуют, что гарантирует качественную отмычку модулей с плотным монтажом.

После отмычки платы отправляются на финишные испытания.

### Как ваше сборочно-монтажное производство и предприятие в целом планирует работать в условиях сложной геополитической обстановки и жестких санкций в отношении России?

**И. Марков.** Наше производство полностью оснащено самым современным и надежным оборудованием, позволяющим устанавливать любые выпускаемые в настоящее время SMD- и THT-компоненты. На предприятии есть достаточный объем необходимых комплектующих, расходных материалов и запасных частей. У инженеров предприятия накоплен большой опыт сервисной поддержки нашего производства и оборудования наших заказчиков. К тому же мы создали новые каналы поставки оборудования и комплектующих из лояльных к России стран. Поэтому уверенно продолжаем работать, принимаем заказы на контрактное производство и выполняем все обязательства по обслуживанию нашей продукции у заказчиков.

### Спасибо за интересный рассказ.

С И. В. Марковым и А. Г. Лихошерстом  
беседовал В. В. Миронюк



**SOVTEST**

ВАШ ПАРТНЕР ПО КАЧЕСТВУ

**СОБСТВЕННОЕ  
ПРОИЗВОДСТВО  
«SOVTEST ATE»**

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



**КОНВЕЙЕРНЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА СБК-3, СБК-6**



Конвейерные рабочие места СБК-3 и СБК-6 на три и шесть рабочих мест предназначены для организации последовательной работы монтажников в одной сборочной линии. Рабочие места располагаются в шахматном порядке, платы последовательно перемещаются от одного рабочего места к другому. Могут использоваться как на мелко-, так и на крупносерийном производстве.

### ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ:

- жёсткая рама из алюминиевого профиля;
- роликовый конвейер с регулировкой по ширине;
- эргономичная форма столешниц;
- освещенные рабочие места;
- держатель тары для компонентов над каждым рабочим местом;
- антистатическое покрытие. Возможна интеграция с установками селективной пайки или системами пайки двойной волной.

*Возможна интеграция с установками селективной пайки или системами пайки двойной волной.*



**ШКАФЫ СУХОГО ХРАНЕНИЯ SDB**



Шкафы сухого хранения SDB предназначены для хранения и защиты от влаги материалов, радиоэлементов, печатных плат, электронных блоков и других изделий радиоэлектронной техники. Обеспечивают сохранность паяемости компонентов и электрические характеристики диэлектриков в условиях осушения внутренней среды шкафа. Также незаменимы в лёгкой, пищевой, химической, тяжёлой промышленности, в медицине, архивах и музеях.

### ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ:

- рациональное потребление энергии и низкий уровень шума;
- осушение внутренней атмосферы шкафа от 1 до 50 % относительной влажности;
- индикатор температуры и влажности;
- функция сигнала открытой двери;
- класс защиты IP65 от внешних воздействий;
- защита пыленепроницаемости;
- антистатическое исполнение;
- защита от поражения статическим электричеством.

*Качество и безопасность шкафов сухого хранения подтверждены европейским сертификатом соответствия CE.*

