

# Гибкость производственного процесса и конструктивные взаимоотношения с заказчиками – условия успеха контрактного производителя

Т. Шлейнова<sup>1</sup>

УДК 004.31:658.51 | ВАК 05.27.06

Контрактное производство электроники ООО «ПСБ технологии» (далее – PCB technology) относится к типу, наиболее востребованному сегодня в России: это многономенклатурное производство при умеренных объемах серий изготавливаемой продукции. Основная специализация – сборка высоконадежных электронных устройств ответственного назначения для различных сфер деятельности: медицины, науки, энергетики, транспорта, а также изделий двойного назначения. При этом в компании реализуется гибкий подход к загрузке производственных мощностей, в соответствии с которым выполняются и заказы иного рода – например, на изготовление светодиодных панелей для световых шоу.

**П**омимо сборки, производство принимает заказы на различные работы и отдельные операции, такие как ремонт, частичный монтаж/демонтаж, реболлинг, рентгеновский контроль качества пайки компонентов BGA, изготовление трафаретов, формовка выводов корпусов различных типов и размеров, запрессовка разъемов по технологии press-fit, нанесение влагозащитных покрытий, механическая сборка печатных узлов в ячейки и модули.

Имеющаяся технологическая база позволяет изготавливать изделия самого высокого уровня сложности. Монтируются компоненты в корпусах BGA: от BGA-4 с шагом выводов 0,35 мм до крупных металлических корпусов BGA Xilinx 225, а также в корпусах CCGA, PGA, LGA; возможен монтаж по методам PoP и flip-chip. Минимальный типоразмер устанавливаемых пассивных компонентов – 01005 (0,4×0,2 мм). В проектах заказчиков могут использоваться многослойные (до 32 слоев) платы с габаритами до 440×400 мм, гибко-жесткие платы сложных форм.

Главное требование большинства наших заказчиков – качество продукта, за ним обычно следуют сроки монтажа. Всё меньше становится случаев, когда человеку, приходящему к контрактному производителю, безразлично, как будет собрано его изделие – вручную или на автоматической линии. Заказчики предпочитают именно автоматизированный монтаж, включающий оптическую инспекцию, рентгеновский контроль – сегодня почти все понимают значение стабильности технологических процессов и минимизации влияния человеческого фактора, которые может гарантировать только автоматика. И, конечно, для таких заказчиков

важно, чтобы оборудование, на котором производятся операции с их изделием, было современным и обладало высокими техническими характеристиками.

Однако оборудование само по себе проблему качества не решит – не менее важна организация производственного процесса. На производстве PCB technology создана многоступенчатая система обеспечения высокого качества продукции. Начинается всё с проверки комплектации и изучения входящей документации. После передачи заказа в работу сначала монтируется одна плата из партии, и на ней инженер технологической группы, сформировавший заказ, и технолог проверяют качество монтажа в соответствии с технологическим процессом, конструкторской



Одна из автоматизированных линий сборочного производства PCB technology

<sup>1</sup> ООО «ПСБ технологии», ведущий технолог.



### Проверка качества пайки BGA на установке рентгеновского контроля

документацией и стандартами качества. Если в составе печатного узла имеются компоненты со скрытыми паяными соединениями, они всегда проверяются на установке рентген-контроля. И далее, в ходе изготовления партии, проводятся проверки, периодичность и объем которых определяет инженер-технолог на основании своего опыта.

Контролируются отдельные операции, как на этапе подготовки к запуску партии, так и в ходе монтажа. Проверяется правильность установки питателей в автомат установки компонентов. Контролируется качество нанесения паяльной пасты. Оборудование, которым располагает PCB technology, позволяет производить автоматический 2D-контроль нанесения.

После выхода из печи оплавления все печатные узлы проходят через АОИ. Результаты инспекции доступны по сети радиомонтажникам, у каждого из которых на рабочем месте установлена проверочная станция с программой «клиент – оператор»; монтажники исправляют выявленные инспекцией дефекты, а затем устанавливают выводные компоненты.

Особенный порядок применяется при сборке больших и сложных плат: сначала первая из них проходит весь цикл монтажа и полную инспекцию на установке АОИ, и лишь потом в работу запускается вся партия.

Окончательная проверка, как и на любом производстве, осуществляется отделом технического контроля.

На третьей позиции в иерархии приоритетов заказчика, после качества и сроков, стоит конструктивное взаимодействие с исполнителем заказа, быстрое и квалифицированное решение всех рабочих вопросов. Вопросы взаимодействия важны и для нас, и в первую очередь в плане соответствия проекта требованиям современного автоматизированного сборочного производства.

Примерно 10% приходящих к нам заказов требуют той или иной корректировки. Часто приходится сталкиваться

с конструкциями, в которых не учтены требования по технологичности (DfA): платы без технологических полей, тяжелые компоненты и микросхемы в корпусах BGA расположены с двух сторон, хотя есть возможность перенести их на одну, и т.д. Строго говоря, BGA с двух сторон – это не приговор, такое изделие можно собрать. А вот когда в чертеже для монтажа одной стороны печатного узла указаны разные типы припоев, с разной температурой плавления, собирать такие изделия с помощью автоматического оборудования уже нельзя. Причина проста: нам без всяких доработок принесли проект, который раньше монтировался вручную...

В части комплектации обычное явление – передача компонентов в коротких обрезках лент или россыпью, что создает понятные трудности в процессе подготовки к запуску партии. Мы стараемся работать с заказчиками в этом направлении – предлагаем замену, сами закупаем комплектацию у проверенных поставщиков.

Затронув тему комплектации, нельзя не сказать о таком важном аспекте, как качество отечественной элементной базы. Обычно ее применение не является предметом обсуждения между заказчиком и исполнителем, так как оно определяется в первую очередь двойным назначением изделий и общим курсом на импортозамещение. Однако отечественные компоненты составляют не менее половины всей комплектации, и понятно, что многое в нашей работе зависит от качества их изготовления и его стабильности.

Сегодня эти параметры оставляют желать лучшего. Российские производители компонентов освоили упаковку в ленту-носитель, но она часто бывает плохого качества. И это не самая большая беда, хуже то, что зачастую сами компоненты имеют повреждения, не обеспечивают хорошей паяемости. В целом обеспечение устойчивого качества отечественной элементной базы пока остается проблемой.

Еще одна сторона технологичности – тестопригодность (DfT). Платы должны иметь контактные площадки, размеры которых достаточны для тестирования на установке



Автоматическая оптическая инспекция

с «летающими щупами». Кроме того, если применяется паяльная паста с безотмывочным флюсом, последний должен легко прокалываться щупами; материалы, применяемые на нашем производстве, обеспечивают выполнение этого требования.

В различных проблемных ситуациях мы предлагаем свои варианты. Иногда удается прийти к соглашению, если не удастся – мы подстраиваемся под требования заказчика. Когда нет другого выхода, останавливаемся на компромиссе – договариваемся о частичной сборке изделия. Случай же, когда пришлось отказаться от работы, был только один: заказчик не принимал никаких отклонений, а мы понимали, что сделать так, как ему требуется, и при этом обеспечить заявленные критерии приемки просто невозможно.

Надо сказать, что положение понемногу меняется к лучшему. На изготовление поступают новые разработки, соответствующие современным требованиям и по конструкции изделия, и по применяемым материалам, и по форме представления конструкторской документации.

Стали появляться необычные изделия, с которыми интересно работать. Так, уже несколько лет у нас успешно выполняется качественно разработанный, технически сложный проект, потребовавший особенного подхода и в технологической реализации. На одной стороне платы установлены компоненты, чувствительные к температуре, и ее монтаж выполняется с использованием низкотемпературной припойной пасты, к тому же не содержащей свинца; другая сторона монтируется по стандартной свинцовой технологии. Первой монтируется сторона с более высокой температурой плавления, выполняются все последующие операции отмывки, проверки и, если нужно, исправления дефектов; затем производится монтаж второй стороны при более низкой температуре пайки.

Заказчик этого изделия начал работать с нами еще на этапе разработки, мы подстраивались друг под друга, отработали совместно все нюансы, включили все требования, в том числе предложенные нами материалы, в учетную документацию и тогда уже поставили изделие в серийное производство.

Еще пример – заказ из области медицинской техники, в котором плата печатного узла имела форму очков. Не самое сложное изделие, и технология несложная, но над ней пришлось поработать.

Никакое добавление к сумме имеющегося опыта не бывает бесполезным. Сегодня рынок контрактного производства, на наш взгляд, не развивается, но в близком будущем, при условии последовательной реализации стратегии развития электронной отрасли, мы ожидаем его длительный рост.

Имея в виду и сегодняшние задачи, и предстоящее увеличение объема заказов, мы принимаем меры по расширению парка технологического оборудования, увеличению

гибкости производства. Планируется организация третьей линии поверхностного монтажа, приобретен принтер компании DEK и установщик Samsung. Новый установщик оснащен опциями для захвата нестандартных крупногабаритных компонентов – раньше у нас такой возможности не было, монтировали их вручную. Он может работать как отдельно, так и в качестве дополнения к двум другим автоматам того же производителя – в одной программной среде и с единой базой компонентов. Для этого приобретен программный пакет T-OLP – качественно новый продукт, к важнейшим функциям которого относятся:

- удаленная передача программ в автоматы через сеть;
- автоматическое распределение подготовленных программ между автоматами в линии;
- контроль статуса автоматов, автообновление всех изменений параметров программ и компонентов в глобальной библиотеке и пр. при помощи компьютера, постоянно подключенного к автоматам в линии;
- внесение правок в программу вблизи линии.

Запуск новых установок и внедрение управляющих ими программ – не единственный способ повышения эффективности производства. Мы также ищем новые возможности использования уже имеющегося оборудования. Например, стали применять вакуумную сушку компонентов и печатных плат. Сушка в обычном сушильном шкафу занимает много времени, а применение вакуума вместе с нагревом значительно его сокращает. Такое использование вакуумной сушки – это в известной степени наше ноу-хау: оказалось, что в доступной документации очень мало нужной информации по режимам работы установки, и пришлось самим выстраивать, отлаживать этот процесс.

Наконец, есть еще путь повышения эффективности производства за счет его цифровизации, внедрения элементов «умной фабрики». Наш анализ показывает, что далеко не все решения в этой области подходят для многономенклатурного производства, по крайней мере, на том этапе, на котором находимся мы. Но есть и такие, которые полезны уже сейчас. Мы постоянно улучшаем свою ERP-систему, переводим в электронный вид документооборот, расширяем использование облачных сервисов. Установили адаптированный для нас вариант системы «Умная линия», разработанной компанией «Остек-СМТ», он позволяет в реальном времени отслеживать прохождение заказа через линию.

В целом наши новые приобретения и внедрения создают основу для наращивания объемов выпуска продукции и, что не менее важно, для максимального увеличения гибкости производства с возможностью быстрой перенастройки и построения оптимального процесса сборки как единичных сложных заказов, так и серийных изделий без снижения скорости их монтажа. ●



# PCBtechnology



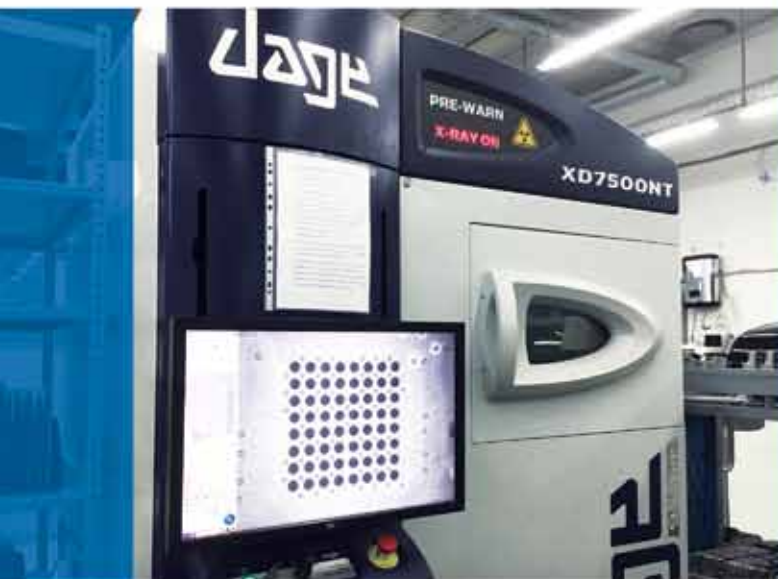
- ✓ Проектирование электроники
- ✓ Трассировка печатных плат
- ✓ Изготовление печатных плат
- ✓ Доставка СВЧ-экранов

## ТЕХНОЛОГИЯ НАДЕЖНОСТИ

Проектирование, изготовление  
и монтаж печатных плат  
любой сложности

- ✓ Контрактное производство электроники
- ✓ Изготовление электронных модулей с закупкой комплектации
- ✓ Монтаж электронных модулей с ВП

В арсенале нашего производства новейшее высокотехнологичное оборудование от мировых производителей автоматизированных линий поверхностного монтажа. **Samsung SM-485** обеспечивает качественную высокоскоростную установку компонентов любого типа.



Подробнее на сайте:  
[www.pcbtech.ru](http://www.pcbtech.ru)

Прием заказов на печатные платы и экраны:  
Контрактное производство:  
Общая почта по всем вопросам:

О нас:  
[www.pcbtech.ru/o-kompanii](http://www.pcbtech.ru/o-kompanii)

8 (499) 558-02-54  
8 (495) 988-83-24  
[pcb@pcbtech.ru](mailto:pcb@pcbtech.ru)