

FuzionOF – перестраиваемая сборочная платформа с расширенным функционалом

А. Калмыков¹, В. Мейлицев

УДК 621.396.6:621.7.09 | ВАК 05.27.06

Подробное знакомство со сборочными машинами производства компании Universal Instruments Corporation мы начали с установщиков компонентов поверхностного монтажа, описав устройство платформы Fuzion – SMD-автоматов высокого класса производительности премиального уровня [1, 2]. Однако компания не ограничивается только этим этапом технологического процесса. В ее активе имеются линейки сборочных автоматов для выполнения дальнейших операций, от доустановки штыревых компонентов до несложной механической сборки (Light Mechanical Assembly – LMA) электронных узлов, которая, впрочем, для некоторых изделий может являться и финишной. В цикле материалов, открываемом данной статьей, мы собираемся рассказать обо всех линейках этого оборудования, предлагаемых сегодня компанией Universal.

ДОСБОРОЧНЫЕ ПЛАТФОРМЫ КОМПАНИИ UNIVERSAL INSTRUMENTS

Место в технологическом процессе, занимаемое оборудованием, о котором пойдет речь в этом цикле статей, проще всего определить таким образом: досборка печатного узла после установки SMD-компонентов. Для выполнения этих задач Universal предлагает четыре платформы: Radial-88HT, FuzionOF, Uflex и Polaris (рис. 1).

Radial-88HT – платформа для высокоскоростной установки радиальных компонентов с заданным шагом, точнее говоря, любых компонентов, упакованных в радиальную ленту. Реализует функцию обрезки и подгибки выводов; может работать с компонентами высотой до 25 мм.

FuzionOF – перестраиваемая платформа, способная выполнять SMD-установку, установку выводных компонентов с произвольным шагом, упакованных в радиальную ленту, а также компонентов сложной формы, в том числе неэлектронных элементов конструкции печатного узла – функцию, именуемую в англоязычной литературе OFA (Odd-Form Assembly). Выполняет операцию так называемой пассивной подгибки штыревых выводов. В дополнение к этому, платформа FuzionOF способна в определенном объеме решать задачи микроэлектронной сборки.

Uflex – платформа, легко перестраиваемая под различные технологические процессы, возможный перечень которых выходит далеко за рамки установки электронных



Рис. 1. Платформы для досборки печатных узлов после SMD-монтажа: а – Radial-88HT; б – FuzionOF; в – Uflex; г – Polaris

* ГК «Клевер Электроникс», директор по продажам и сервисной поддержке, akalmykov@clever.ru.

компонентов. Обеспечивает высокую скорость установки нестандартных компонентов, работает с широким спектром безвыводных и выводных компонентов, способна выполнять как пассивную, так и активную подгибку штыревых выводов.

Polaris – гибкая сборочная платформа. Так же, как Uflex, устанавливает разнообразные безвыводные и выводные элементы, превосходя возможности последней в части позиционирования особо крупных и сложных компонентов. Так же осуществляет активную и пассивную подгибку выводов. В отличие от Uflex, главной эксплуатационной особенностью Polaris является не столько возможность аппаратно-программной реконфигурации под различные операции сборки, сколько их доступность уже в рамках фиксированной комплектации машины, установленной на площади заказчика.

Если вспомнить о классических SMD-установщиках семейств Fuzion, нескольких поколениях машин Advantis, добавить к ним недавно представленную платформу FuzionSC и учесть четыре линейки машин, перечисленные выше, то можно уверенно говорить об уникальности компании Universal. Такого охвата операций цикла сборки электронных узлов и микросборок нет ни у одной из прочих фирм – производителей аналогичного оборудования. Некоторые из них предлагают машины для досборки, но их выбор не столь широк, как модельный ряд Universal; большинство же ограничивается одними лишь автоматами установки компонентов поверхностного монтажа.

Подробное рассмотрение устройства и возможностей четырех досборочных платформ Universal мы начнем с машины, функционал которой перекрывает границу между SMD-монтажом и остальными этапами установки компонентов и деталей – с новой платформы FuzionOF (рис. 2).



Рис. 2. Перестраиваемая многофункциональная сборочная платформа FuzionOF

FuzionOF – ДЕВЯТАЯ МОДЕЛЬ СЕМЕЙСТВА Fuzion

Эта машина принадлежит к известному семейству SMD-установщиков Fuzion. Доработав программное обеспечение и значительно увеличив количество приспособлений в составе комплекта оснастки, специалисты Universal радикально расширили ее функционал по сравнению с остальными представителями семейства.

Но вот вопрос: зачем они это сделали? Почему они вообще решили, что надо в одной единице оборудования выходить за пределы круга задач, определяемого общепринятым, устоявшимся распределением функций между станками традиционной линейки монтажа электронных устройств?

Опыт компании Universal, которая поставила свой первый станок для сборки электронных устройств фирме IBM еще в 1956 году, не позволяет предположить, что такой шаг был сделан просто потому, что уровень развития техники и квалификация инженеров позволяли его сделать. И действительно, у компании есть хорошо проработанные взгляды на наиболее эффективную в современных условиях модель автоматизации сборки электронных устройств, базирующиеся на анализе современного состояния этой индустрии и рынка потребления производимой ею продукции. На основе этих взглядов было сформировано задание, определившее облик платформы FuzionOF; перед тем, как перейти к ее описанию, будет полезно вкратце познакомиться с ними.




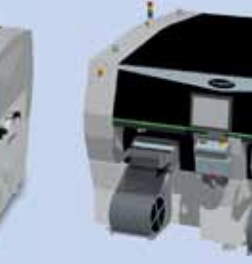









РЫНОК И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Любое усовершенствование производства, по крайней мере, в сегменте электроники гражданского назначения, должно приносить рыночный эффект. Поэтому изложение концепции автоматизации сборки, приведшей компанию Universal к пониманию необходимости разработки такой сборочной платформы, как FuzionOF, целесообразно построить в виде двух последовательных этапов:

- какие проблемы ставит сегодня рынок перед производителем и как их помогает решить автоматизация как таковая;
- какие преимущества дает автоматизированному производству сборочная платформа, способная выполнять ряд операций, обычно возлагаемых на разные станки.

В целом, особенности рынка продукции электронной промышленности гражданского назначения хорошо известны. Одна из них, достаточно неприятная, – снижение маржинальности производства. Оно обусловлено, в частности, увеличением операционных и производственных издержек. Такое положение дел объясняется целым рядом причин. Это и различная в разных юрисдикциях, но в среднем растущая налоговая нагрузка, и неуклонное ужесточение ограничений, связанных с экологией – как по отношению к производству, так и применительно

Таблица 1. Модели семейства Fuzion

			
1 балка	2 балки	2 балки с расширенной базой	4 балки
			
Fuzion 1-11 ¹ 16 500 комп/ч 508×813 мм	Fuzion 2-14 30 750 комп/ч 508×813 мм	Fuzion XC2-37 43 000 комп/ч 610×1 300 мм	Fuzion 4-120 140 000 комп/ч 500×700 мм
			
Fuzion 1-30 35 000 комп/ч 508×1 016 мм	Fuzion 2-37 48 000 комп/ч 508×1 016 мм	Fuzion XC2-60 65 500 комп/ч 610×1 300 мм	
			
FuzionOF 1-11 16 500 комп/ч 508×813 мм	Fuzion 2-60 66 500 комп/ч 508×1 016 мм		

¹ В обозначении моделей первое число – количество балок, второе – количество шпинделей, индекс XC – обозначение расширенной базы.

к изделиям. Очевидный пример последнего – бессвинцовая технология пайки, использующая более дорогие, по сравнению с пайкой свинецсодержащими припоями, материалы и оборудование, которое к тому же отличается повышенным энергопотреблением.

Другие причины уменьшения маржинальности – повсеместный рост оплаты труда персонала, а также усложнение продукции и связанный с этим рост невозвратного брака и /или объемов допродажного ремонта.

Понятно, что автоматизация приводит к уменьшению влияния человеческого фактора на качество продукции. Правильно настроенное оборудование, как монтажное, так и инспекционное, обеспечивает стабильный повторяемый процесс сборки при оптимальной величине процента брака. Именно оптимальной, поскольку для каждого процесса можно определить уровень выхода годных, по достижении которого дальнейшие попытки уменьшения брака приводят к издержкам, превышающим потери от списания негодных изделий или затраты на их ремонт.

Продолжая тему качества, надо отметить еще один важный плюс комплексно автоматизированного производства: оно позволяет организовать полноценную прослеживаемость процесса изготовления изделия. Это значит, что происхождение дефекта можно анализировать в любом мыслимом аспекте – по станку, компоненту, партии печатных плат и расходных материалов, по персональному составу рабочей смены и т. д. Кроме того, прослеживаемость обеспечивает возможность внесения изменений для улучшения характеристик изделия без опасения, что на каком-то этапе изменение «потеряется».

Сокращение численности персонала, непосредственно связанное с автоматизацией, помимо уменьшения расходов на оплату труда, дает еще такое важное преимущество, как предсказуемость этих расходов. Действительно, при колебаниях объемов выпуска, изменениях номенклатуры изделий приходится то увольнять сотрудников, то вновь их нанимать, или, может быть, заменять работников по признаку их специальности или квалификации. Производственная линия, обслуживаемая несколькими операторами и автоматизирующая максимальное число операций технологического цикла, избавляет от такой необходимости.

Можно еще добавить, что автоматизация снижает моральные и материальные потери, связанные с производственным травматизмом, и не только за счет уменьшения численности персонала, но и вследствие передачи автоматам травмоопасных операций – загрузки рабочих зон, контакта с высокими температурами и т. п.

Высокоавтоматизированное производство позволяет реализовать стратегию, которой в последние годы все чаще придерживаются крупные производители электроники: не надо искать регионы с дешевой рабочей силой;

правильный путь – строить завод под конкретные продукты, востребованные в регионе его расположения.

Еще одна фундаментальная тенденция рынка потребительской электроники, взрывным образом развившаяся буквально на глазах одного поколения людей, – сокращение времени жизни изделий, в которых так или иначе используются электронные устройства. Это заставляет производителей выдавать требуемые объемы продукции как можно быстрее. Неважно, идет ли речь о десятках тысяч пылесосов или десятках миллионов смартфонов – их надо изготовить за год-два, снять с производства и запустить новую модель. На предприятии или даже группе предприятий, опирающихся преимущественно на ручной и механизированный – но не автоматизированный – труд, это просто невозможно сделать при числе работающих, остающемся в разумных пределах. Без автоматизации как таковой обойтись невозможно, но в этом вопросе уже начинает играть свою роль и облик каждой единицы оборудования, а конкретно – уровень ее способности к быстрой адаптации под новое изделие – новое по конструкции, применяемым материалам, компонентам и т. п. Значит, наступает время перейти к обсуждению преимуществ, которые может получить сборочное производство, включившее в состав своего станочного парка многофункциональную платформу FuzionOF.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ПЛАТФОРМА FuzionOF

Одной из проблем, порождаемых сокращением срока жизни продукции, является необходимость обеспечения минимального времени от разработки продукта до его выхода на рынок. В автоматизированном производстве это реализуется за счет организации единого компьютеризированного процесса, начинающегося в комнате разработчиков электрических схем и заканчивающегося на складе готовой продукции. Но если выясняется, что новый продукт не может быть изготовлен на имеющемся оборудовании, то всё останавливается, и надо тратить время и средства на приобретение новых машин, их установку и отладку обновленной линии.

Во многих случаях этого можно избежать, имея многофункциональную платформу – для нее придется лишь закупить дополнительную оснастку и, возможно, установить несколько модулей программного обеспечения. Здесь же заключен потенциал для постоянного повышения выпуска продукции. Каждый производитель стремится к этому; когда на рынке уменьшается запрос на текущее изделие, он ищет новое, чтобы загрузить свои мощности, – а новое изделие обычно как минимум требует несколько другого распределения нагрузки между технологическими установками. Преимущество, которое в такой ситуации дает гибкая перестраиваемая платформа, очевидно.

Такая платформа выигрывает по сравнению с группой узкоспециализированных станков и по ряду других

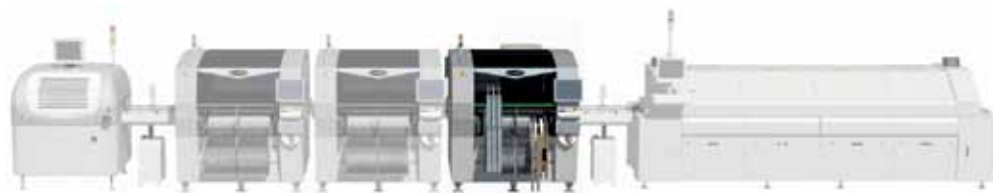


Рис. 3. Линия средней производительности с использованием технологии PiP. Слева направо: автомат трафаретной печати; два SMD-установщика; FuzionOF; конвекционная печь

критериев. Она позволяет повысить общую эффективность эксплуатации оборудования – показатель OEE (Overall Equipment Effectiveness). Потребляя меньше энергии, занимая меньшую площадь, чем несколько машин, управляемая одним оператором, она способствует снижению целого ряда статей расходов. Наконец, во многих случаях с ее помощью облегчается воплощение одного из принципов рационального ведения бизнеса, подразумевающего расчетный рост производства изделий при пошаговом и контролируемом увеличении стоимости эксплуатации сборочного комплекса.

ГДЕ FuzionOF МОЖЕТ ДАТЬ НАИБОЛЬШИЙ ЭФФЕКТ?

Специалисты компании Universal Instruments, рассматривая глобальный рынок с целью выявления потенциальных покупателей FuzionOF, выделяют в нем несколько сегментов, показывающих сегодня уверенный рост. При этом они имеют в виду в первую очередь те возможности платформы, которые лежат вне пределов SMD-монтажа, то есть установку компонентов со штыревыми выводами, коннекторов, реле, трансформаторов и других изделий нестандартной и сложной формы, с крупными габаритами.

Конечно, приведенные ниже группы технических устройств не охватывают всё многообразие продукции, которую можно собирать с помощью платформы FuzionOF. Но они, во-первых, демонстрируют ее возможности применительно к производствам различной специализации и масштаба и, во-вторых, интересны сами по себе – именно по той причине, что на их перспективность указывает такая серьезная компания, как Universal Instruments.

Одна из таких групп – изделия средней серийности, в составе элементной базы которых присутствует некоторое

число радиальных компонентов либо компонентов сложной формы. К таким изделиям, пользующимся устойчивым спросом, в Universal относят:

- беспроводные счетчики электроэнергии, воды, газа;
- детекторы дыма;
- архитектурную подсветку;
- блоки питания;
- измерительные и другие приборы;
- «белую» технику – холодильники, пылесосы и т. п.

Примерный состав технологической линии для производства таких изделий показан на рис. 3. Платформа FuzionOF выполняет свои операции после установки SMD-компонентов, непосредственно перед пайкой оплавлением, то есть процесс подразумевает использование технологии PiP (Pin-in-Paste).

Вторая группа – изделия, выпускаемые массово или большими сериями, с большим объемом сложного высокоплотного поверхностного монтажа и малым (1–3) числом компонентов, которые не ставятся SMD-автоматами. Имеется в виду такая техника, как:

- приставки для ТВ (кабель, спутник);
- автомобильные электронные блоки управления (ECU/PCM);
- системы помощи управлению ТС (ADAS);
- смартфоны и планшеты;
- светодиодные лампы и светильники;
- средства связи.

Примерный состав линии показан на рис. 4. Также используется технология PiP, позиция FuzionOF – перед печью оплавления.

К третьей группе относятся изделия, в которых штыревые компоненты, упакованные в радиальные ленты, а также коннекторы большой длины и другие детали



Рис. 4. Высокопроизводительная линия с использованием технологии PiP. Слева направо: автомат трафаретной печати; четыре высокопроизводительных SMD-установщика; FuzionOF; конвекционная печь



Рис. 5. Варианты линеек для досборки электронных узлов после поверхностного монтажа: а) слева направо: FuzionOF, установщик радиальных компонентов Radial-88HT, две универсальные сборочные платформы Polaris, рабочее место для ручной доустановки компонентов; б) слева направо: установщик радиальных компонентов Radial-88HT, два сборочных автомата FuzionOF

сложной формы, устанавливаются после пайки оплавлением. В этой группе:

- блоки питания;
- преобразователи напряжения;
- усилители;
- фильтры;
- материнские платы;
- игровые приставки и принадлежности.

FuzionOF на производстве таких изделий размещается вне основной линии поверхностного монтажа, в составе отдельной линейки, с которой изделия поступают на установку пайки волной или селективной пайки. Такие линейки могут выглядеть так, как показано на рис. 5.

* * *

Мы обсудили общие вопросы, связанные с платформой FuzionOF: функционал, обоснование эффективности, варианты применения для конкретных задач. В следующей статье будет рассмотрено устройство и основные технические характеристики этой платформы.

Продолжение следует.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Калмыков А., Мейлицев В.** Платформа Fuzion: функциональность, производительность, качество // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2015. № 3. С. 180–186.
2. **Калмыков А., Мейлицев В.** Платформа Fuzion: функциональность, производительность, качество // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2015. № 4. С. 186–196.