

FuzionOF – перестраиваемая сборочная платформа с расширенным функционалом*

А. Калмыков¹, В. Мейлицев

УДК 621.396.6:621.7.09 | ВАК 05.27.06

В первой части статьи [1] мы рассказали, какие сегменты современного рынка электроники компания Universal Instruments считает наиболее перспективными в плане применения своей новой разработки – многофункциональной сборочной платформы FuzionOF, а также о функционале этой установки и ее месте в автоматизированных линиях предприятий. Было отмечено, что FuzionOF является развитием известной линейки автоматов поверхностного монтажа Fuzion и в своей аппаратной части сходна с одним из представителей этой линейки – однобалочным SMD-установщиком Fuzion. Поэтому в этой части статьи мы лишь напомним о техническом облике и характеристиках основных агрегатов платформы; более подробно о них можно прочитать в статьях [2, 3]. Здесь же основное внимание будет обращено на отличия, обеспечивающие FuzionOF то расширение функционала, которое превращает ее в многофункциональную перестраиваемую SMD/OFA-сборочную платформу**.

СТАНИНА, СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ, ПОДДЕРЖКА ПЛАТ

Основой конструкции всех установок линейки Fuzion является массивная, жесткая и потому тяжелая (станки Fuzion – самые тяжелые в своем классе) станина. Базовая рама, на которой монтируются балки с монтажными головами и рабочий стол с системой поддержки платы, обработана с точностью 1 мкм на полной, от угла до угла, длине. В качестве приводов монтажных голов применены запатентованные компанией линейные шаговые двигатели с переменным магнитным сопротивлением (VRM) – немагнитные, термостабильные, практически не подверженные износу.

Этими решениями обеспечивается почти неограниченная во времени повторяемость сборочного процесса и его высокая точность, которая придает машине способность работать с самым высокоплотным монтажом и даже в некоторых случаях выполнять операции по монтажу микроэлектронных устройств.

Платформа имеет одну балку, которая может быть оснащена одной либо двумя монтажными головами (рис.2).

Система поддержки плат типична для всей линейки Fuzion – размер платы до 508×813 мм, ручная и автоматическая расстановка пинов, мягкие пенопластовые «пальцы» для работы со светодиодами и т.д. Разница состоит в том, что вес платы может достигать до 10–12 кг против 5 кг

у предшественника – однобалочного SMD-установщика Fuzion. Такое усиление неслучайно: указанный максимальный размер характерен, например, для материнских плат серверов. Как известно, такие платы могут иметь значительный вес, и при этом на них монтируется множество коннекторов для модулей оперативной памяти форм-фактора DIMM – это как раз те самые компоненты больших размеров и сложной формы, на работу с которыми специально ориентирована модель FuzionOF.

МОНТАЖНЫЕ ГОЛОВЫ

Платформа FuzionOF комплектуется двумя монтажными головами – 7-шпindelной FZ7 и 4-шпindelной FZ4. Первая – рядный агрегат, обычный для машин семейства



Рис. 1. Перестраиваемая многофункциональная сборочная платформа FuzionOF

¹ ГК «Клевер Электроникс», директор по продажам, akalmykov@clever.ru.

* Окончание. Начало см.: «ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес», 2018. № 3. С. 94–99.

** OFA, Odd-form Assembly – монтаж нестандартных компонентов.



Рис. 2. Основные функциональные узлы платформы FuzionOF

Fuzion; она устанавливается на фронтальной стороне балки станка. Работает с компонентами от типоразмера 0201 до 150 мм длиной, высотой до 40 мм, точность установки 27 мкм для $Cpk > 1,0$, по углу вращения компонента (ось θ) – $0,2^\circ$; каждый ее шпindelь может развивать прижимную силу до 5 кг.

Для установки компонентов большой длины может быть одновременно задействовано несколько шпинделей. Например, при монтаже тех же DIMM-коннекторов центральный шпindelь осуществляет захват коннектора, его извлечение из питателя и разворот в нужную позицию, а в момент заглублиения выводов коннектора в заполненные паяльной пастой отверстия на помощь ему синхронно выдвигаются



Рис. 3. Установка DIMM-коннектора. По сторонам от шпинделя, удерживающего коннектор механическим захватом, можно видеть два соседних, передающих усилие на тот же захват

два соседних – справа и слева – шпинделя, обеспечивающие симметричное приложение усилия вдавливания (рис. 3).

Наличие 4-шпиндельной головы FZ4 – особенность платформы FuzionOF, отличающая ее от других моделей семейства. Она ставится на тыльной стороне балки, также имеет линейное расположение шпинделей, работает с компонентами тех же габаритов в горизонтальной плоскости, что FZ7, обеспечивает те же усилие прижима и точность поворота компонента. При немного меньшей, чем у FZ7, точности – 30 мкм для $Cpk > 1,0$ – каждый шпindelь FZ4 способен оперировать с высокими компонентами горизонтальными размерами более 40×40 мм и особо тяжелыми – до 35 г (рис. 4).

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Установка FuzionOF оборудована двумя камерами Magellan собственной разработки компании Universal Instruments. Одна из них, стандартная для всего семейства, установлена в передней, обращенной к оператору части платформы. Вторая, стоящая в тыльной части, модифицирована в соответствии с расширенным функционалом FuzionOF и является одной из ее особенностей. Стандартная камера используется для инспекции SMD-компонентов, модифицированная – для компонентов сложной формы и большого размера. Доступ к любой из камер имеют обе монтажные головы установки.

Модификация аппаратной части камеры состоит главным образом в изменении системы подсветки и установке крышки-диафрагмы, особым образом формирующей световой поток (рис. 5). Вместе со специальными алгоритмами системы технического зрения такая доработка дает возможность производить полную инспекцию компонентов неправильной формы. Полная инспекция в данном случае означает, что модифицированная камера Magellan распознает все детали: шарики, штыри, выступы корпуса, пропущенные выводы, максимально достоверно определяет ориентацию



Рис. 4. Плата шасси LED-телевизора. Разъем RJ-45, два USB- и два HDMI-разъема и другие крупные компоненты нестандартной формы установлены платформой FuzionOF

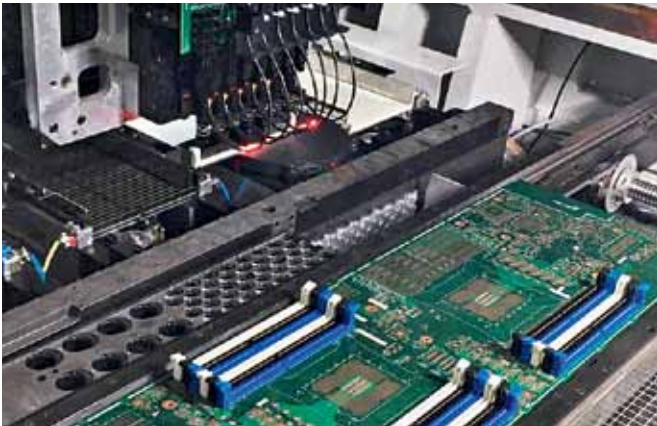


Рис. 5. Инспекция коннектора при помощи модифицированной камеры Magellan. Поскольку длина коннектора превышает 55 мм, он фиксируется над камерой в нескольких положениях, и в моменты фиксации включается подсветка, поток которой формируется крышкой-диафрагмой

компонента на захвате – в отличие от подавляющего большинства подобных систем в установщиках других производителей, определяющих лишь границы компонента,

Поле зрения обеих камер размером 55×55 мм позволяет сканировать большинство компонентов «на лету» в один проход, компоненты длиной от 55 до 150 мм сканируются



Рис. 6. Оснастка, применяемая с платформой FuzionOF, слева направо: два ленточных питателя для SMD-компонентов; питатель с лентой для радиальных компонентов; вертикальный питатель для пеналов; питатель с лентой GRAH

в несколько приемов в режиме мультиплицированного поля зрения.

ОСНАСТКА – ПИТАТЕЛИ

В составе обычной для подавляющего большинства случаев оснастки SMD-установщиков семейства Fuzion можно найти питатели для лент шириной от 8 до 56 мм. С платформой FuzionOF, работающей со значительно более широким кругом компонентов, часто используются питатели для более широких, от 72 до 120 мм, лент с глубиной кармана до 25,4 мм. Не останавливаясь на питателях для компонентов поверхностного монтажа, достаточно подробно описанных в [3], приведем несколько примеров оснастки, характерных именно для машин FuzionOF (рис. 6).

ПИТАТЕЛИ С РАДИАЛЬНОЙ ЛЕНТОЙ

В основном в радиальных лентах поставляются штыревые компоненты с соответствующим типом выводов (рис. 7, слева), но в них также могут быть упакованы и изделия других типов. Существует несколько различных способов извлечения компонента из такой ленты. В питателях компании Universal Instruments извлечение происходит при помощи узла обрезки выводов (рис. 7, справа), который удерживает отделенный от ленты компонент до момента захвата его шпинделем монтажной головы.

ПИТАТЕЛИ ДЛЯ ПЕНАЛОВ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКОЙ

Из таких питателей могут подаваться как компоненты поверхностного монтажа (рис. 8), так и изделия с радиальными выводами (компоненты с аксиальными выводами здесь обсуждаться не будут, поскольку FuzionOF с ними не работает). В горизонтальном питателе пеналы укладываются

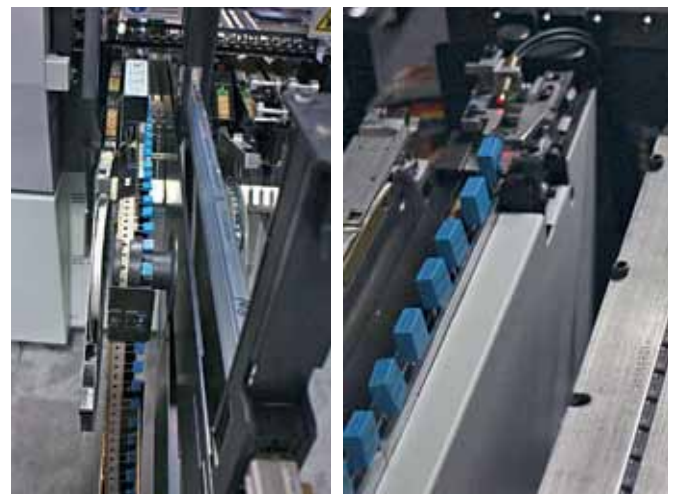


Рис. 7. Питатель для радиальной ленты: слева – общий вид, справа (в верхней части) – позиция захвата с узлом обрезки

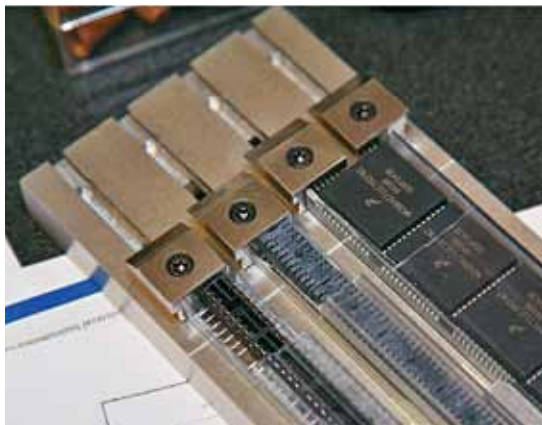
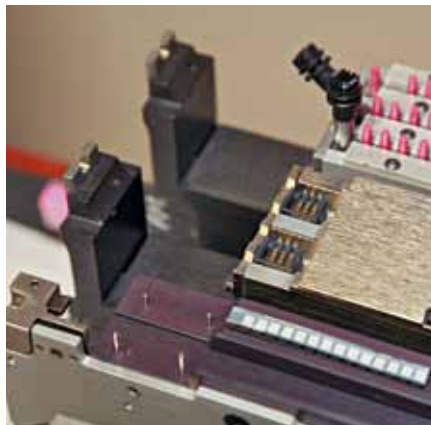


Рис. 8. Выходная (примыкающая к позиции захвата) часть вибротрека горизонтального питателя с четырьмя дорожками. В питатель заряжены три пенала с разными типонаминами компонентов, один из которых по ширине отличается от двух других



Рис. 9. Радиальные компоненты в горизонтальных питателях: слева – участки выхода компонентов из пенала на трек питателя; справа – выходная оконечность питателей. На правом питателе можно видеть два вакуумных захвата; очевидно, оператор подбирает инструмент для установки на шпиндель монтажной головы



рядом друг с другом, компоненты извлекаются из них при помощи вибрационной подачи и далее передвигаются по вибротреку к позиции захвата.

Поставка SMD-компонентов в пеналах не очень распространена – они хорошо пакуются в ленту, емкость которой многократно превосходит вместимость пенала. А вот для штыревых компонентов, в частности радиальных, пенал часто оказывается оптимальным способом упаковки.

Компания Universal Instruments производит для своих машин два типа горизонтальных пенальных питателей – обычный, открытый, в котором позиция захвата с точки зрения конструкции ничем не отличается от других, и с затвором – устройством, отсекающим компонент от потока и фиксирующим его в этой позиции. Кроме того, вся трасса компонента от пенала до финишной позиции закрыта кожухом. На обеих фотографиях рис. 9 справа – обычный горизонтальный пенальный питатель, слева – закрытый, с затвором.

Пенальные питатели с горизонтальной загрузкой плохо соответствуют потребностям скоростной сборки. Поскольку компоненты в них подаются при помощи вибрации, то контроль за их расходом питатель вести не может. Наличие компонента в выходной позиции проверяется либо при помощи отдельной операции, выполняемой камерой станка, либо прямо в ходе монтажа – по повторяющейся ошибке захвата компонента шпинделем монтажной головы. «Поняв», что питатель опустел, программа станка выдает сообщение оператору и ожидает загрузки. Естественно, это замедляет процесс.

Кроме того, именно те компоненты, возможность установки которых является отличительной особенностью платформы FuzionOF, очень часто имеют значительные размеры, и в одном пенале их много не помещается. Даже заняв

горизонтальными пенальными питателями с такими компонентами всю ширину станка, невозможно добиться непрерывности процесса сборки большой партии изделий.

Для устранения обеих этих проблем компания Universal разработала пенальные питатели с вертикальной загрузкой, в которых смена пеналов происходит автоматически.

ПИТАТЕЛИ ДЛЯ ПЕНАЛОВ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКОЙ

Преимущества таких питателей (рис. 10) очевидны. Во-первых, на той же ширине базы, которую занимает один пенал в горизонтальном питателе, здесь размещается группа пеналов – возможно, более десятка. Во-вторых, вертикальные питатели Universal убирают опустевший пенал автоматически, и на его место опускается полный.



Рис. 10. Пенальный питатель с вертикальной загрузкой



Рис. 11.
Примеры упаковок компании GMAX

Этот вид питателей не используется для работы с обычными SMD-компонентами, его специализация – крупные компоненты сложной формы, в первую очередь со штыревыми выводами.

ПИТАТЕЛИ ДЛЯ ЛЕНТЫ GMAX

Американская компания GMAX специализируется на разработке и производстве различных видов технологической упаковки по заказу производителей сборочных автоматов (рис. 11). Для этого последние выдают ей задание – тип компонента, интерфейс своего установщика – и получают не только упаковку, но и питатель для нее. Поскольку такие индивидуальные разработки стоят недешево, обращаются к GMAX обычно в тех случаях, когда речь идет о массовом производстве; соответственно, упаковка GMAX, как правило, представляет собой ленту как максимально емкий носитель сборочных единиц.

Рис. 12.
Питатель с лентой GMAX. На правом снимке – узел снятия покровной ленты с упаковки GMAX



Рис. 13. Вакуумный лоток с деталями особо сложной формы. Такие детали характерны для изделий автоэлектроники, «подгоняемым» к конфигурации тех объемов, которые дизайнеры выделяют для их размещения

Питатели GMAX сами по себе являются достаточно сложными устройствами – на левом снимке рис. 12 виден пульт управления этого питателя.

ПИТАТЕЛИ ИЗ ЛОТКОВ

Компонентам особой формы и /или размеров, на которые ориентирована платформа FusionOF, часто требуются специальные, нестандартные лотки. В России такого рода носители изготавливаются преимущественно традиционными операциями механической обработки, такими как фрезерование. За рубежом же в настоящее время получили распространение так называемые вакуумные лотки, производимые путем формовки из тонкого пластика в условиях пониженного давления. Эти лотки заказываются прямо под компонент, технология позволяет изготавливать упаковку для изделий самой сложной формы (рис. 13), способную эффективно фиксировать содержимое, но не требующую большого усилия для его извлечения и при этом имеющую приемлемую стоимость.

Лотки могут загружаться оператором непосредственно в рабочую зону сборочного автомата, в пределах досягаемости его монтажных голов. Но при значительном потреблении размещенных в них комплектующих ручная загрузка становится причиной замедления темпа выпуска продукции. В таких случаях необходимо использовать автоматические загрузчики из лотков, и компания Universal Instruments имеет такие разработки, в том числе предлагаемые и для использования с платформой FuzionOF (рис. 14).

ВИБРОБУНКЕРЫ

Вибробункер – устройство, предназначенное для автоматизации подачи комплектующих из россыпи; хорошо спроектированный бункер способен работать с компонентами почти любой сложности. В этом его плюс; но имеются и немаловажные минусы.

Один из них – сложность конструкции. Вибробункер должен не только отцентрировать компоненты и расположить их линейно перед подачей в зону захвата. Он должен еще сохранить компоненты в целости, а этого не всегда просто достичь. Очевидный пример: при тряске беспорядочно набросанных аксиальных компонентов – а это и есть россыпь – у многих из них неизбежно погнутся выводы. Значит, в конструкции бункера должно быть предусмотрено устройство для их спрямления.

Еще один недостаток: под каждый компонент требуется свой вибробункер. Значит, его создание всегда включает в себя разработку, испытания и т. д., поэтому он очень дорого стоит. И, если при освоении нового изделия в россыпи будет поступать другой компонент, хотя бы чуть-чуть измененной формы, всё надо начинать сначала, а это – новые сроки, новые затраты.

Таким образом, вибробункер для подачи комплектующих из россыпи – решение возможное, но редко оказывающееся практичным. Как бы то ни было, Universal Instruments может сделать вибробункер для компонента, если производитель не намерен создавать для него упаковку, или она должна быть такой сложной, что не стоит ее заказывать даже компании GPAX. Впрочем, и сам вибробункер может оказаться слишком дорогим – тогда опыт инженеров Universal выразится в том, что они постараются отсоветовать делать такой заказ.

* * *

Помимо большого разнообразия видов и размеров питателей, для комплектации платформы FuzionOF предлагается широчайший спектр сменных захватов, которыми могут быть «вооружены» шпиндели монтажных голов: вакуумных, называемых в профессиональной среде ноззлами, и механических, именуемых грипперами. Эти инструменты используются также в еще одной досборочной платформе компании Universal Instruments – линейке



Рис. 14. Фазы работы загрузчика из лотков, сверху вниз: извлечение блока коннекторов из вакуумного лотка; перенос блока на транспортер, который доставит его в зону захвата монтажной головы; удаление пустого лотка

машин Uflex, еще более универсальной и гибкой, чем FuzionOF, и мы расскажем о них в одной из следующих статей, посвященной этой линейке.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Калмыков А., Мейлицев В.** FuzionOF – перестраиваемая сборочная платформа с расширенным функционалом // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2018. № 3. С. 94–99.
2. **Калмыков А., Мейлицев В.** Платформа Fuzion: функциональность, производительность, качество // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2015. № 3. С. 180–186.
3. **Калмыков А., Мейлицев В.** Платформа Fuzion: функциональность, производительность, качество // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2015. № 4. С. 186–196.