

Малые системы DIMA SMT Systems

для монтажа на поверхность

Статья для тех, кто сочтет благоразумным освоить технологию поверхностного монтажа (SMT) опытным путем на несложной системе, прежде чем заказывать полную автоматизацию за сотни тысяч долларов. А главное — для тех, кому крупные серии не грозят по определению и большие системы не понадобятся никогда. Таких (нас) большинство, не правда ли?

**Виктор Новоселов,
к. т. н.**

www.w.ersa.ru

Где большинство покупателей, там и обилие продавцов: универсальная закономерность в полной мере относится к поставщикам технологического оборудования. На российском рынке малых систем поверхностного монтажа представлены практически все европейские имена, имеющие солидный вес в данном секторе рынка. Несоразмерно мало информации в прессе, пожалуй, лишь о голландской компании DIMA SMT Systems — вероятно, потому, что и сама фирма доселе не баловала вниманием малые системы и развивающиеся рынки, концентрируя ресурсы на более мощных системах для емкого западного рынка. Тем не менее, благодаря удачным моделям манипуляторов-укладчиков, полуавтоматических дозаторов и конвейерных печей, марка DIMA SMT Systems (далее сокращенно — DIMA) известна крупным российским потребителям не первый год. Особенность текущего момента заключается в том, что совокупный бизнес DIMA достиг размеров, потребовавших большей структуризации и автономности работы на рынках больших и малых систем SMT. Как следствие, весной 2002 года DIMA начинает отсчет своего нового времени с представлением на российском рынке серий Fineline и DoubleD для ручного монтажа на поверхность.

Прежде чем обратиться к техническим аспектам, стоит отметить, что компания DIMA расположена на юге Голландии, в пригороде Эйнховена (известного еще как «Philips City» в связи с тем, что именно в этом городе Фритц Филип основал дело, и теперь здесь находится всемирная штаб-квартира Philips). Географическая близость DIMA к Philips имеет отражение в техническом взаимодействии и отголоски в кадровом плане. А на вопрос, имя какого Димы носит голландская компания, ответ таков: аббревиатура DIMA образована первыми буквами от Dinter Machines, где Dinter есть фамилия супругов-основателей, а машины — они и есть машины. Энергичный Ad van Dinter и очаровательная Jacky дали старт компании в 1983 году. Сегодня DIMA — одна из престижных голландских компаний в сфере высоких технологий, имеющая обширные земельные угодья (при их хроническом дефиците в Голландии), современные здания, передовую инфраструктуру,

современную технику и высококвалифицированный персонал — вот такой предстает она перед гостями и деловыми партнерами.

Нельзя объять необъятное, и потому у каких-то производителей более сильной стороной являются трафаретные принтеры, у других — дозаторы, манипуляторы или печи. В отношении DIMA можно сказать, что устройства трафаретной печати едва ли заслуживают специального рассмотрения (они просто есть, и ими можно нормально пользоваться), тогда как остальные высокотехнологичные слагаемые линеек SMT являются предметом постоянного совершенствования и составляют основу рыночного позиционирования DIMA. Поскольку статья посвящена системам для мелкосерийного производства, то мы оставим за ее рамками печи DIMA: многозонные конвейерные — в силу того, что они принадлежат к более высокому классу производительности, а инфракрасные камерные — потому, что они имеют ограниченное лабораторное применение. Таким образом, для производства малых серий методом поверхностного монтажа из арсенала DIMA наиболее выгодно использовать манипуляторы-укладчики компонентов и дозаторы паяльных материалов. В этом плане фирма придает особое значение новой серии Fineline.

Серия Fineline включает как завершенные типовые системы (FP500, FP600, FP700), готовые к применению, так и базовые модули (FP100, FP200), конструкционно совместимые с разнообразными аксессуарами для комплектования технологических линеек по выбору заказчика. Производительность укладки стандартных SMT-компонентов (чип-корпусов размером от 0402 и микросхем с шагом выводов не менее 0,5 мм) составляет несколько сотен штук в час. Обозначать точное или «среднее» значение (например, 800 компонентов в час) было бы не совсем корректно, ибо оно существенно зависит от видов компонентов, степени их повторяемости и удобства размещения на плате, а также от навыков оператора: не будем забывать, что речь идет о ручных системах. В этом плане особое значение имеет эргономический фактор — удобство эксплуатации и продуманность конструкции систем вплоть до

формы и цвета ее элементов. Взгляните на фотографии Fineline, и вы поймете себя на ощущении легкости, элегантности и комфортабельности унифицированных систем Fineline, хотя их металлический антивибрационный корпус запросто выдерживает вес человека.

Базовая модель Fineline FP500 — это настольный агрегат для ручной укладки компонентов SMT (кроме BGA и fine pitch), готовый к использованию при подключении к сети 220 В и внешнему источнику сжатого воздуха. Начальная (расширяемая дополнительными аксессуарами) конфигурация содержит следующие элементы:

- **Вакуумный манипулятор** фирменной конструкции EasyGlide с головкой SensaTip служит для автозахвата компонента при касании с последующей точной укладкой его на печатную плату. Захваченный компонент можно на весу вращать до 360 градусов в горизонтальной плоскости для обеспечения требуемой угловой ориентации перед «приземлением» на контактные площадки платы. Диапазон скользящего перемещения манипулятора в горизонтальной плоскости достаточен для извлечения компонентов как из видимого сегмента карусельного питателя, так и из расположенных слева в ряд ленточных питателей. Вертикальное перемещение головки манипулятора осуществляется до захвата компонента, и далее — до касания с печатной платой, при котором вакуум автоматически отключается. Диаметр иглы манипулятора подбирается соответственно размеру компонентов: для большинства применений годятся обычные иглы от дозатора, тогда как для надежного удержания массивных компонентов лучше использовать иглу с силиконовой присоской. Пневматическая схема вакуумного манипулятора рассчитана на применение внешнего безмасляного компрессора (1,5 л/с, 6 бар). Компрессор не входит в комплект поставки Fineline, поскольку многие промышленные потребители имеют централизованные системы поставки сжатого воздуха, а иные предпочитают выбрать компрессор по собственной инициативе, исходя из его цены, производительности, объема ресивера и уровня шума. На лицевой панели систем Fineline размещены (как минимум) манометр с большой черной рукояткой для регулировки рабочего давления на входе пневматической схемы и маленькая серая ручка для регулировки силы тяги при захвате компонентов вакуумным манипулятором. Габаритные размеры укладчика FP500 составляют 900×760×300 мм, вес нетто 25 кг (без питателей), потребляемая мощность 70 Вт от сети 220 В.
- **Карусельный питатель** предназначен для подачи компонентов из россыпи. Вращаемый рукой диск разделен на 45 секторов, каждый из которых содержит одинарную или сдвоенную пластиковую ячейку трапециевидальной формы с невысокими краями. В базовую поставку входят 45 ячеек (типично 20 одинарных и 25 сдвоенных). При опциональной замене всех ячеек на сдвоенные

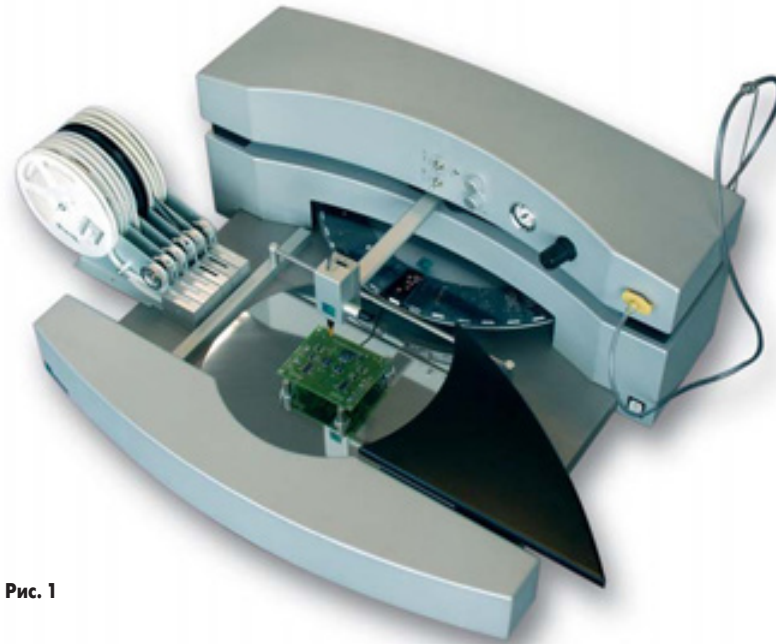


Рис. 1

число номиналов компонентов в карусельном питателе может достигать 90. Сверху карусельный питатель накрыт прозрачной антистатической крышкой с вырезом над сектором в видимой области.

- База питателей расположена в левой части агрегата и способна вмещать одновременно до 13 ленточных питателей с катушками наиболее распространенной ширины (8 или 12 мм), либо эквивалентное количество питателей большей ширины — как ленточных, так и линейных (пенальных), заряжаемых пластиковыми тубами с микросхемами. Протягивание ленты через рабочее окно ленточного питателя осуществляется вручную, как и вращение валика в пенальном питателе для продвижения микросхемы из тубы. Смена питателя на панели — дело нескольких секунд, перезарядка питателя — минутное дело. По причине разнообразия нужд и возможностей клиентов питатели никогда не включаются в базовые комплекты манипуляторов: этого правила придерживаются все производители и продавцы. Примечательно и коммерческая сторона такого подхода: без питателей начальная цена системы существенно отличается от конечной цены. При выборе поставщика манипулятора не поленитесь сравнить цены питателей (хотя бы самых распространенных, для ленты шириной 8 мм). Если вам не приходилось ранее сталкиваться с этим вопросом, то вас ожидает легкий шок: цена металлической подставки в прайс-листах порой превышает двести долларов за штуку. Умножьте ее на потребное количество питателей и сделайте выводы. К слову: в каком-то смысле ситуация напоминает термовоздушные системы для работы с BGA по цене воздушных сопел и отсутствию их в базовом комплекте.
- Держатель плат представляет собой вращаемый металлический диск с комплектом магнитных опор, между которыми зажимается печатная плата с односторонним или

двусторонним монтажом в наиболее удобной для оператора позиции. Максимально допустимая кривизна плат — 1 мм, максимальная высота компонентов на плате — до 20 мм.

- Опора для рук имеет большое значение в плане эргономики рабочего места, ибо утомляемость оператора является решающим фактором снижения производительности. В Fineline исключительно удобно опираться рабочей рукой на треугольный черный столик при вращении и перемещении головки вакуумного манипулятора. Тот же столик защищает нерабочую область печатной платы в случае, когда плата большая: иначе есть вероятность однажды смахнуть рукавом тщательно расставленные на ней компоненты. Столик перемещается по оси в горизонтальной плоскости (в том числе вместе с рукой) и откидывается при установке или извлечении платы. Опорой для левой руки служит металлический фронтальный ограничитель конструкции корпуса FP500.

Модель FP600 (именно она изображена на рис. 1) отличается от FP500 лишь тем, что в дополнение к вакуумному манипулятору имеет встроенный аналоговый дозатор для ручного капельного нанесения паяльных материалов на печатную плату. Как следствие, передняя панель FP600 содержит три дополнительные ручки: для регулировки размера капель, частоты их следования (при управлении от таймера вместо педали) и вакуумной отсечки (компенсации остаточного давления в шприце после импульса дозирования). Последнюю настраивают так, чтобы паяльная паста не сочилась из иглы в паузах между выдавливанием капель. Дополнительным штрихом к теме эргономичности является «антенна» — вертикальный держатель вакуумной трубки с адаптером. Эта полезная мелочь обеспечивает руке больший комфорт при дозировании из шприца. Шприц можно прикрепить и к рабочей головке манипулятора



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

под заданным углом. Главное преимущество такого варианта состоит в том, что дозирующая игла отнимается от выдавленной капли вязкого материала строго вертикально, что немаловажно для обеспечения симметричной формы капли при ручном дозировании.

Комбинированная модель FP700 дополняет конфигурацию FP600 встроенным термофеном. В левой части лицевой панели добавлены органы управления температурой и скоростью воздушной струи, а также цифровой индикатор температуры. Сочетание дозатора, манипулятора и термофена в модели FP700 делает ее более привлекательной для изготовления прототипов, чем для использования в технологической линейке. Напротив, модель FP500 ориентирована на производственные применения, где паста наносится не капельно дозатором, а матрично с помощью трафаретного принтера, а оплавление осуществляется в SMT-печке. Модель FP600 является рациональным решением в случаях, когда изготовление трафаретов для принтера оказывается неоправданно дорогим, но оплавление осуществляется в печи с термопрофилем, а не вручную с помощью термофена. Пропускную способность технологической линейки, не имеющей трафаретного принтера, можно увеличить за счет конвейерности ручных операций: дополнительно к печке и манипулятору FP500 достаточно иметь компактный цифровой дозатор DD200 (речь о нем пойдет ниже). Наконец, любую из моделей Fineline (как FP700 на рис. 2) можно оснастить CCD-видеокамерой, закрепляемой на головке манипулятора, чтобы наблюдать рабочую зону на мониторе. Впрочем, наличие видеоподдержки при ручной укладке стандартных компонентов SMT не переводит систему в более высокий класс, а при укладке чип-компонентов порой вызывает и дискомфорт, хотя со стороны смотрится внушительно. Что действительно открывает дополнительные возможности, так это компьютерная поддержка с лазерным целеуказанием. Такая функция реализована для ряда базовых модулей FP100 и FP200 в комплексе со специальным столиком-держателем плат FL200.

Принцип модульности систем Fineline состоит в том, что основной функциональный блок FP100 (манипулятор с карусельным питателем) или FP200 (манипулятор с дозатором и карусельным питателем) можно дооснастить вспомогательными блоками по выбору. Столик-держатель печатных плат доступен в нескольких размерах, но с одинаковой конструкцией. Его подвижная откидная опорная плоскость выполняет ту же роль, что в завершенных системах Fineline, однако плата (или сразу линейка плат, что является плюсом) зажимается не в магнитных держателях, а в направляющих линейках (что является минусом, ибо вращать плату, не вынимая из столика-держателя, невозможно, да и форма платы должна быть «достаточно прямоугольной» для надежного ее крепления в параллельных направляющих линейках). Требуемое количество ленточных и пенальных питателей (до 20 штук) закрепляется на отдельном каркасе. Для подачи компонентов

из россыпи можно использовать ячейки трапециевидальной формы, как в карусельном питателе — по 13 одинарных или двоянных ячеек в линейку на металлической подставке. Нет противопоказаний и на то, чтобы в уместных случаях укомплектовать столик-держатель карусельным питателем и блоком ленточных питателей (рис. 3), а для укладки компонентов воспользоваться компактным вакуумным манипулятором ERSA VP100 со встроенным компрессором. И все же наибольший смысл модульные системы FP100 и FP200 обретают в комплексе со столиком-держателем с интегрированной системой лазерного целеуказания FL200 (рис. 4). Для укладки каждого компонента компьютер, предварительно настроенный на заданную печатную плату, указывает светодиодом ячейку питателя, откуда следует извлечь компонент, и подсвечивает лазерным лучом зону на плате, куда следует его поместить. На экране компьютера при этом содержится детальная информация. Оснащение карусельного дозатора электроприводом позволяет управлять вращением диска от компьютера. В целом подобная автоматизация ручной укладки стандартных компонентов SMT позволяет не столько ускорить процесс укладки, сколько минимизировать вероятность ошибок оператора, влетающих в кофеечку.

Задача укладки микросхем в корпусах типа керамических BGA, CSP или fine pitch с шагом менее 0,5 мм находится за пределами штатных возможностей систем Fineline. В мелкосерийном производстве и ремонте для этого используются автономные видеоустановщики (как ERSA PL500A), оснащенные соответствующей оптикой и раздельной подсветкой выводов микросхемы и контактных площадок платы для совмещения их на экране монитора с последующим автоматическим опусканием микросхемы на плату. Возвращаясь к обзору малых систем DIMA для поверхностного монтажа стандартных компонентов, обратим внимание на новую серию компактных дозаторов под аббревиатурой DD (DIMA Dispensers). Наиболее популярная модель этого ряда — DD200 представляет собой прецизионный микропроцессорный дозатор с миллисекундным диапазоном. Дозатор имеет также функции автоматического повтора, «обучения» (задания интервалов нажатием педали) и хранения установок. Подобно серии Fineline, дозатор DD200 нуждается во внешнем источнике сжатого воздуха 6 бар. Габаритные размеры прибора — 260×370×90 мм, вес 5,4 кг, потребляемая мощность 50 Вт от сети 220 В. Модель DD210 аналогична DD200, но имеет четыре программируемых канала, что довольно удобно при

поочередном дозировании различных материалов. Модель DD300 является производной от DD200 с дополнением ее вакуумным манипулятором. В отличие от Fineline с механизмом скольжения и позиционирования головки манипулятора, DD300 оснащен лишь ручной вращаемой пипеткой, подключенной к общей пневматической схеме прибора, а активизация вакуума осуществляется от педали. Полный комбайн DD400 содержит дозатор, манипулятор и термофен в общем конструктиве 450×260×90 мм весом 7 кг с потребляемой мощностью 120 Вт от сети 220 В. Ценность комбайна очевидна для изготовления единичных прототипов, тогда как для применения в мелкосерийном производстве предпочтение отдается базовой модели DD200. Во всех случаях комплект поставки включает педаль, держатель и адаптер (трубку с разъемом) для шприца объемом 10 мл, а также ассортимент дозирующих игл. Всевозможные переходники и иглы доступны в виде опций. Унифицированный дизайн дозаторов DD копирует в миниатюре лицевую панель систем Fineline, поэтому в отдельной фотографии нет необходимости. Сэкономленное место журнальной полосы отдадим практическому совету, как отличить прецизионный дозатор от «обычного». Очевидно, размер капли (дозы) определяется вязкостью материала, силой и продолжительностью импульса, а также диаметром дозирующей иглы. Практика показывает, что достаточно вязкие материалы (паяльные пасты) удается дозировать аналоговым и цифровым дозатором приблизительно с одинаковым успехом. Другое дело — жидкости. Попробуйте обеспечить устойчивую повторяемость при дозировании мельчайших капелек воды — и вы получите ответ на вопрос о качестве своего дозатора. Разумеется, в эксперименте нужно использовать иглу с малым диаметром и упругую гермозаглушку-толкатель в чистом шприце.

Подытожим знакомство с малыми системами DIMA конкретными рекомендациями по рациональному расходованию средств на построение компактной технологической линии для монтажа на поверхность.

- Для конвейерной линейки «трафаретный принтер + манипулятор + печь» при работе со стандартными SMT-компонентами гармонична комбинация SP0200 + FP500 + TT500A (здесь и далее упоминается конвекционная камерная печь ERSA TT500A, поскольку производительность многозонных печей DIMA превышает необходимую для сформулированной задачи).
- При необходимости пайки микросхем с малым шагом, а также керамических и микроминиатюрных BGA обычный трафаретный

принтер в предыдущей формуле стоит заменить на прецизионный Uniprint, а манипулятор FP500 дополнить видеоустановщиком ERSA PL500A.

- Если частое изготовление трафаретов оказывается слишком расточительно, а капельное дозирование технически допустимо, то для конвейерной линейки «дозатор + манипулятор + печь» при работе со стандартными SMT-компонентами предпочтительна комбинация DD200 + FP500 + TT500A.
 - Если требования к производительности еще менее высоки, то предыдущую формулу (а значит, и финансовые затраты) можно сократить до комбинации FP500 + TT500A.
 - Для изготовления прототипов (кроме тех, что содержат BGA) с использованием паяльной пасты достаточен комбайн DD400, хотя сама необходимость в использовании паяльной пасты для опытных работ зачастую преувеличена (эта дискуссионная тема лежит за пределами статьи).
 - Для изготовления прототипов с любыми типами компонентов, а также соответствующих по сложности ремонтных работ перспективна комбинация дозаторов и манипуляторов фирмы DIMA с новейшими установками ERSA PL550A и IR550A. Рассказ о последних — тема отдельной публикации, тогда как материал данной статьи свидетельствует о преимуществах сбалансированного сочетания взаимодополняющих предложений двух известных фирм на благо потребителя. Поскольку это благо имеет ощутимое стоимостное выражение, то очень важно, что фирмы ERSA и DIMA придерживаются схожей политики ценового позиционирования своей продукции на рынках инструмента и малых систем для поверхностного монтажа.
- В качестве эпилога позволю себе поддержать практику гастрономических отчетов со ссылкой на спонсора, начатую с легкой руки А. Медведева в статье «Productronica-2001: первые впечатления» (КиТ, № 1'2002). Будучи радушно встреченным фирмой DIMA в стране ветряных мельниц, автор этих строк протестировал Heineken (бочковое, неэкспортное) и пришел к выводу: баварское пиво вкусом богаче в Мюнхене, но голландское — в Амстердаме. Чем не мотивация к потреблению продукции обоих производителей — как пивных, так и по профилю SMT!