

Нужно ли использовать автоматы установки компонентов поверхностного монтажа в мелкосерийном производстве?

Время летит быстро, и все вокруг стремительно меняется. Вопросы, на которые вчера давал ответ не задумываясь, сегодня заставляют поразмыслить, и ответы на них уже звучат не очень убедительно.

Александр Разоренов

info@ostec-smf.ru

Десять лет назад на вопрос «Можно ли использовать автомат установки поверхностного монтажа в мелкосерийном производстве?» я бы не задумываясь ответил: «Нет. Вы никогда не окупите вложенные средства».

Пять лет назад, отвечая на тот же самый вопрос, я бы уточнил некоторые детали, в частности, число компонентов на плате, объем выпуска в год, количество смен, частоту переналадок. Потом взял бы калькулятор и путем нехитрых вычислений требуемой реальной производительности и коэффициента загрузки автомата нашел бы ответ. Наиболее вероятные варианты были бы следующие. Вариант № 1: «При ваших объемах выпуска будет достаточно ручного манипулятора». Вариант № 2: «Ваши объемы производства позволяют рассматривать возможность применения автомата, но для принятия окончательного решения необходимо просчитать срок окупаемости».

Однако сегодня тот же самый вопрос заставляет задуматься и порождает другие вопросы. Например, а как можно установить вручную компонент размером 1,0×0,5; 0,5×0,3 или 0,3×0,1 мм? Это то, что уже есть сегодня. А что будет завтра? А как можно установить вручную микросхемы с шагом 0,5 мм, 0,4 мм, 0,3 мм..., с количеством выводов 200, 300, 500...? А микросхемы с выводами под корпусом? Кроме того, есть ручные установки с оптическими системами, микрометрическими столами и т. д. А какова их производительность? Низкая. А какова их стоимость? До 30% от стоимости автомата с малой производительностью.

А как обеспечить точность установки при таких размерах компонентов, расстояниях между выводами и соответствующих им размерах и шагах контактных площадок? Я уж не говорю о том, что разобраться, куда поставить компонент, сложнее и сложнее в связи с высокой плотностью монтажа,



очень мелкой, а иногда и отсутствующей из-за недостатка места маркировкой. Да и с полярностью те же проблемы.

А как быстро обрабатывать заказы, когда заказчику, как всегда, нужно вчера, а отдел снабжения, как обычно, не успел скомплектовать заказ вовремя из-за того, что задержали проплату или подвел кто-то из поставщиков? Держать избыточный штат высококвалифицированных монтажников? Накладно. Да и где их взять столько? И что они будут делать после отработки заказа? А чем обернется срыв сроков выполнения заказа?

А как устранить брак, если кто-то из монтажников перепутал номиналы? Большая часть пассивных компонентов не имеет маркировки. А если и имеет, то она с трудом просматривается, да и расшифровать ее непросто. Локализация каждого дефекта длится все дольше и дольше и требует все большей квалификации. Ремонт становится подчас не решаемой задачей без дорогостоящего оборудования, оснастки и материалов. Классический пример — ремонт BGA. А какова стоимость риска повреждения компонентов, если цена некоторых микросхем исчисляется сотнями, а иногда и тысячами долларов (рис. 1)?

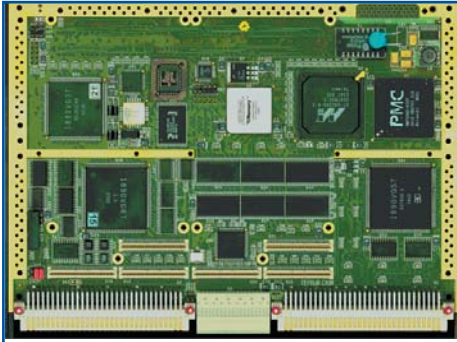


Рис. 1. Пример современного печатного узла российского производства

А как собирать вручную при переходе на бессвинцовые технологии, когда требования по точности установки повышаются, а время до пайки компонентов после вскрытия герметичной упаковки ограничено (по некоторым микросхемам) до нескольких часов? А можно ли вручную собрать печатный узел с такой скоростью, чтобы паяльная паста на плате не подсохла и не набрала влаги, что неизбежно приведет к дефектам пайки?

Да, но все это — микроминиатюрные компоненты, бессвинцовые технологии и т. д. — это у них. ...Но ведь они заставляют нас бежать за ними, да еще и с теми же темпами. Снимая с производства устаревшие компоненты или, как минимум, поднимая цены на них.

Нет, все-таки еще можно потянуть и сэкономить. Еще можно вручную! А кто сможет поставить вручную вышеперечисленные компоненты? Немногие. А сколько им лет? Много. А может, вот тот студент набьет руку? А захочет? А какую ему дать зарплату, чтоб не ушел? Стоимость жизни растет. Вокруг иностранные компании со звучными именами открывают производства и предлагают заманчивые зарплаты. А какую нужно будет платить зарплату завтра, чтобы привлечь/удержать специалиста, способного вручную устанавливать компоненты, с трудом различимые глазом?

Ловлю себя на мысли, что размышления о сроке окупаемости отходят на второй план. На горизонте всплывает извечный вопрос «Быть или не быть?» А вопрос «Нужны ли автоматы в мелкосерийном производстве?» постепенно становится риторическим. Ведь сегодня, например при изготовлении печатных плат, ни у кого не возникает желания при небольших объемах производства нарисовать плату рейсфедером и протравить ее в кювете. Возникают вопросы — иметь или не иметь? делать самим или заказывать у других? И если принимается решение делать самим, то это эквивалентно принятию решения о приобретении специального технологического оборудования. Электроника стремительно меняется, и эпоха ручной установки компонентов и пайки паяльником уходит в прошлое. Крупносерийное производство электронной аппаратуры уже невозможно без автоматического сборочного оборудования. Очевидно, что быстрыми темпами надвигается эра автоматизации мелкосерийных производств электроники, все быстрее, еще быстрее (рис. 2)...



Рис. 2. Тенденции мирового потребления различных типоразмеров пассивных компонентов

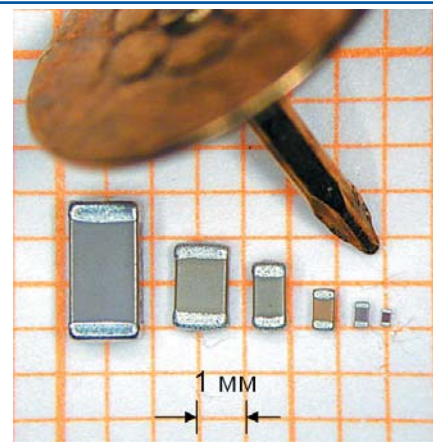


Рис. 3. Типоразмеры современных чип-конденсаторов (1206, 0805, 0603, 0402, 0201, 01005)

Ну ладно. Если все-таки автомат, то какой? Конечно же, он должен ставить весь спектр компонентов. От самых маленьких чип-компонентов до крупных микросхем, в том числе BGA.

Он должен иметь как можно больше позиций для питателей, чтобы собирать изделие

любой сложности на одном автомате и не терять времени на переналадку. Желательно иметь 200–300 позиций для ленты шириной 8 мм, чтобы одновременно установить на автомат порядка 150–200 типонаименований компонентов, часть из которых поставляется в лентах шире 8 мм (рис. 3).

Нужна высокая точность, чтобы ставить и микроминиатюрные пассивные компоненты, и микросхемы с шагом 0,3 мм. Разумеется, должна быть солидная масса и виброустойчивая станина, чтобы автомат не дрожал как осиновый лист при каждом движении головки и не реагировал на малейшие сотрясения пола и прикосновения оператора.

Нужны интеллектуальные питатели. При небольших объемах и большой номенклатуре очень легко можно установить питатель не на то место. Да и организовать учет компонентов весьма проблематично.

Питатели должны быть всех видов, в том числе из обрезков ленты, ведь покупать компоненты катушками по 5 тыс. штук при малом потреблении бывает накладно.

Необходимо специальное программное обеспечение для быстрой подготовки и отладки программ, эффективной организации про-



Рис. 4. Уникальный автомат установки компонентов для многономенклатурных мелкосерийных производств PlaceALL600

Таблица. Технические характеристики автомата установки компонентов PlaceALL600

Параметры	PLACEALL600	PLACEALL600L
Размеры ПУ	мин. 10×10 мм	
	с базами питателей с четырех сторон:	
	<ul style="list-style-type: none"> • макс. 560×360 мм без матричных под донов; • макс. 560×230 или 430×360 мм с одним матричным поддоном; • макс. 260×230 мм с тремя матричными поддонами; 	<ul style="list-style-type: none"> • макс. 720×360 мм без матричных поддонов; • макс. 720×330 мм с одним матричным поддоном; • макс. 580×330 мм с тремя матричными поддонами;
	с конвейерной системой	
	мин. 50×50 мм	
Толщина ПУ	с базами питателей с двух сторон:	
	<ul style="list-style-type: none"> • макс. 620×360 мм без матричных поддонов • макс. 620×280 мм с одним матричным поддоном; • макс. 620×210 мм с тремя матричными поддонами; 	
Количество мест под индивидуальные 8-миллиметровые питатели	108	144
Типы питателей	8, 12, 16, 24, 32, 44 мм ленточные питатели, питатели для микросхем в пеналах, матричные питатели, питатели из обрезков ленты, блоки питателей для лент шириной 8 мм	
Количество возможных типонаименований при использовании блоков питателей для лент шириной 8 мм	208	284
Диаметр катушки компонентов	381 мм/15 дюймов	
Производительность	4000 компонентов/час с двумя установочными головками: 6400 компонентов/час	
Точность установки компонентов	±0,1 мм (лазерное центрирование) ±0,03 мм (оптическое центрирование)	
Точность установки компонента по углу	±0,09°	
Минимальный угловой шаг	0,09°	
Давление установочной головки при установке компонента	От 50 до 200 г, программируется	
Компоненты	Chip 0201, SOT, PLCC84, PLCC-Sockets, BGA до QFP с шагом между выводами 0,3 мм	
Максимальная высота забираемых компонентов	Питатель 8 мм/5 мм; 12 мм/6 мм; 16 мм/24 мм; 11 мм/32 и 44 мм/13 мм Для матричных поддонов высота компонента может достигать 15 мм	
Подтверждение наличия компонента	Датчик вакуума, лазер	
Метод установки	Последовательно: забор из питателя и установка	
Поворот компонента	0–360°	
Сборка мультиплицированных плат	До 100 мультиплицированных плат на заготовке	
Система технического зрения	1 камера с источником освещения для центрирования компонентов; 2 разнесенные камеры с источниками освещения для режима обучения	
Свободное пространство под ПУ	37 мм	
Шаг перемещения приводов	Ось X/Y 0,001 мм; ось Z 0,02 мм	
Производительность дозатора	5500 доз/час	
Размер точки	Регулируется заданием времени и давления при дозировании	
Программирование	Прямой ввод данных, режим обучения, CAD конвертирование	
Управление	Встроенный Pentium PC, VGA монитор, программное обеспечение	
Пневмопитание	5,5 бар, фильтр 0,01 микрон, расход воздуха 150 литров/минута	
Электропитание	100–240 В AC/1300 Вт	
Размеры без питателей Д×Ш×В	1060×1060×1350 мм	1420×1060×1350 мм
Вес	450 кг без упаковки	550 кг без упаковки

изводства, в том числе отслеживания качества, формирования комплекточных ведомостей, статистических данных.

Еще неплохо бы иметь модульную конструкцию. Чтобы можно было на первом этапе снизить затраты, а в будущем, при необходимости — докупить дополнительные функции, которые могут понадобиться с течением времени.

И все это возможно? И бывают такие автоматы? Да. Такой автомат есть. Это автомат PlaceALL600 немецкой фирмы Fritsch GmbH (рис. 4).

PlaceALL600 устанавливает все типы компонентов от чип-компонентов 0201 до микросхем с размером 60×60 мм и шагом до 0,3 мм, в том числе микросхем в корпусе BGA и Micro-BGA.

Автомат PlaceALL600 обладает высокой точностью до ±0,03 мм, обеспечиваемой системами технического зрения высокого разрешения, прецизионной механикой с энкодерами на всех механизмах координатных перемещений, виброустойчивой станиной весом более 400 кг.

PlaceALL600 позволяет одновременно устанавливать самое большое в мире количество питателей — до 284 питателей из ленты шириной 8 мм. Спектр питателей для автомата включает ленточные питатели шириной от 8 до 44 мм, питатели из обрезков ленты, питатели для микросхем в пеналах, матричные питатели. Все ленточные питатели являются интеллектуальными с возможностью определения местоположения питателя на автомате, данных о типонаименовании и оставшемся коли-

честве компонентов в питателе, о сигнализации необходимости дозаправки.

Автомат PlaceALL600 имеет максимальную производительность до 4 тыс. компонентов в час при оснащении одной установочной головкой и до 6400 компонентов в час при оснащении двумя установочными головками.

Модульная конструкция автомата с возможностью дооснащения опциями в процессе эксплуатации позволяет не брать ничего лишнего. При этом можно сократить начальные инвестиции, а остальное докупить по мере необходимости. В число устанавливаемых в процессе эксплуатации опций входит вторая установочная головка, дозатор и конвейер для встраивания в линию.

К автомату поставляется широкий спектр очень полезного для многономенклатурных производств программного обеспечения, способствующего сокращению времени перехода на новые изделия и организации производства. Универсальный конвертер данных из систем проектирования предоставляет возможность быстро подготовить рабочую программу для автомата. Программа виртуального контроля качества позволяет отладить рабочую программу без установки компонентов и пошагово проверять заполнение платы компонентами после установки. Система контроля компонентов помогает предотвратить ошибки установки питателей при комплектации автомата, подготавливать комплекточные ведомости, заблаговременно до начала работы получать информацию, какие компоненты закончатся при сборке платы.

Программное обеспечение также предоставляет возможность:

- мониторинга в реальном времени с получением статистических данных о параметрах производства изделий, в том числе списков питателей, комплекточных ведомостей, времени производства;
- соединения рабочих программ для различных плат в одну программу для одновременной сборки платы разных типов в одной групповой заготовке;
- организации процесса контроля качества с сохранением данных об использованных при сборке комплектующих для каждой платы;
- быстрого составления рабочих программ методом обучения с виртуальной моделью компонента.

PlaceALL600 дает пользователю максимальную гибкость производства, возможность собирать изделия любой сложности на одном автомате, минимизировать потери при переналадках на новый тип изделия, использовать самые передовые технологии в организации производства. Уникальный автомат PlaceALL600 действительно отвечает самым высоким современным требованиям. Это именно то устройство, которое необходимо отечественным производителям не только сегодня, но и в обозримом будущем.

Есть практически идеальное решение для мелкосерийных многономенклатурных производств и есть его физическое воплощение с названием PlaceALL600 (таблица).