

Анализ факторов, влияющих на производительность автоматов установки компонентов поверхностного монтажа

Многие производители электроники не уделяют достаточного внимания обеспечению максимальной эффективности работы сборочно-монтажного оборудования, как в виде отдельных единиц, например автоматов установки компонентов, так и в составе сборочных линий. Между тем анализ работы оборудования и ряда организационных мероприятий позволяет существенно увеличить производительность и получить огромный экономический эффект. Так от чего зависит реальная производительность оборудования? Давайте на примере автоматов установки компонентов поверхностного монтажа проанализируем факторы, влияющие на производительность.

Геннадий Егоров

service@ostec-smf.ru

При эксплуатации автоматических сборочных линий пользователи зачастую сталкиваются с тем, что указанные в технической спецификации значения производительности автоматов, предназначенных для установки компонентов поверхностного монтажа, на практике оказываются недостижимыми.

Так в чем здесь проблема?

В технической спецификации на автомат (в зависимости от производителя), как правило, указаны два параметра, характеризующие его производительность: максимальная производительность и производительность по IPC-9850.

Максимальная производительность определяется по методике, заданной производителем. При этом исключается влияние всех факторов, способных снизить производительность (операции транспортировки и фиксации платы, считывание реперных знаков, проверка вакуума при захвате компонентов). Сборочная программа составляется так, чтобы максимально уменьшить расстояние, преодолеваемое установочным модулем. Компоненты захватываются одновременно (если это предусмотрено конструкцией автомата). Производительность, определенную таким образом, можно рассматривать как теоретически достижимую.

Производительность по IPC-9850 подтверждается по методике стандарта IPC-9850 с использованием стандартной платы и компонентов (как правило,

S0603). Назначение этой характеристики — сравнить автоматы разных производителей. Методика предусматривает установку компонентов по стандартной программе на стандартную плату. Причем учитывается время, затраченное не только на сборку платы, но и на считывание реперных знаков, фиксацию и разблокирование платы в рабочей зоне автомата.

На **реальную производительность**, которая, как правило, составляет 50–70% от максимальной по спецификации, оказывают влияние следующие факторы:

- размеры печатной платы (далее ПП);
- расположение компонентов на ПП;
- количество компонентов на ПП;
- количество типономиналов компонентов;
- наличие компонентов, критичных с точки зрения установки (компоненты с малым шагом, компоненты крупных размеров);
- наличие специальных опций у автомата;
- технологические потери.

Рассмотрим зависимость реальной производительности от каждого фактора в отдельности, поскольку анализ совместного влияния на производительность всех вышеперечисленных факторов крайне затруднителен.

Размеры печатной платы и расположение компонентов на ПП

Влияние размеров ПП (рис. 1) на производительность состоит в следующем. При сборке ПП больших размеров время, затрачиваемое установочным модулем на перемещение от позиции захвата до позиции установки, больше, чем при сборке ПП с малыми размерами. По этой причине с увеличением размеров ПП производительность снижается.

Время движения установочных головок от позиций захвата к позициям установки также зависит от расположения компонентов на ПП. К примеру, если компоненты преимущественно расположены в той половине ПП, которая ближе к базе питателей (здесь имеются в виду автоматы, имеющие питатели только с одной стороны), то среднее время движения головок от позиции захвата к позиции установки меньше,

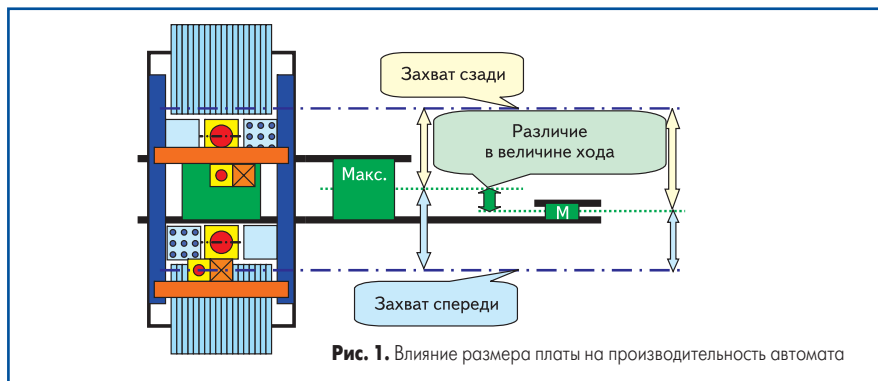
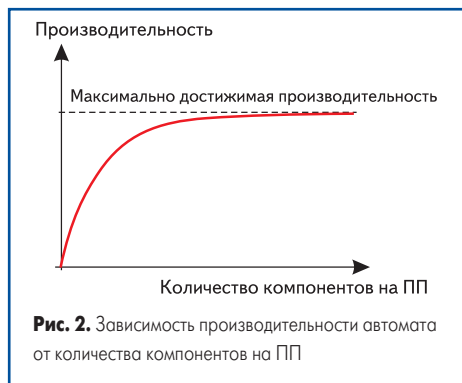


Рис. 1. Влияние размера платы на производительность автомата

нежели в случае равномерного размещения компонентов по ПП. Это тем заметнее, чем больше размеры ПП и больше количество компонентов на ПП.

Количество компонентов на ПП

При относительно малом количестве компонентов на ПП производительность автомата существенно ниже максимальной (рис. 2).



Это объясняется тем, что затраты времени на транспортировку и фиксацию ПП в рабочей зоне автомата, считывание реперных знаков, смену вакуумных захватов и другие действия, которые непосредственно не являются установкой, сопоставимы со временем установки компонентов. С ростом количества компонентов на ПП производительность повышается и стремится к максимально достижимой. Очевидно, это происходит потому, что время на непосредственную установку относительно большого количества компонентов много больше времени считывания реперных знаков и транспортировки ПП.

Если при сборке ПП производится установка большого количества типоминалов, то может потребоваться смена вакуумных захватов, которая, если не осуществляется «на лету», приводит к увеличению времени цикла установки.

Количество типоминалов компонентов

В целях максимизации производительности очень важно оптимально расположить питатели и сделать это в соответствии с числом типоминалов. Когда количество типоминалов невелико, проще подобрать расположение питателей, чтобы минимизировать перемещения установочной головки от позиции захвата к позициям установки компонентов. В свою очередь, автоматы с многозахватным установочным модулем должны выполнять одновременный захват нескольких компонентов, близко установленных на ПП. Тем самым можно повысить производительность автомата.

Наличие компонентов, критичных с точки зрения установки

Наличие компонентов, критичных с точки зрения установки, снижает реальную производительность. Установка компонентов с малым шагом выводов, как правило, требует центрирования системой технического зрения на основе ПЗС-камеры, при котором необходима остановка головки с захваченным компонентом

над камерой. Кроме того, обычно перемещение таких компонентов осуществляется на пониженной скорости и с пониженным ускорением.

Наличие специальных опций у автомата

Существуют специальные опции, позволяющие увеличить реальную производительность автомата. Например, оборудование автомата дополнительной камерой для центрирования компонентов у задней базы питателей позволит исключить необходимость перемещения компонентов, захваченных с питателей и расположенных на задней стороне автомата, к камере с передней стороны. Это, естественно, приведет к повышению производительности. Насколько? В зависимости от того, какое количество компонентов размещено на задней базе питателей.

Еще один показательный пример — применение систем перемещения питателей (тележек). Данные системы позволяют заметно снизить время переналадки автомата, так как снаряжение питателей может производиться вне автомата, что сводит переналадку лишь к замене одних тележек на другие.

Технологические потери

В процессе работы автомат может не захватывать или не распознавать компоненты. Тому есть множество причин: кончились компоненты в катушке, залипла или порвалась покровная ленточка, засорен вакуумный захват и т. д. Не распознав компонент, автомат совершает дополнительное перемещение для сброса компонента. Чем больше таких холостых перемещений выполняет автомат, тем соответственно в большей степени снижается производительность.

При работе автомат установки компонентов расходует время не только на установку, но и на считывание реперных знаков, транспортировку ПП. Кроме этого, время тратится на повторный захват компонентов, перезарядку питателей, вмешательство оператора. Коэффициент использования автомата, как правило, не превышает 0,75.

Отметим, что описанное выше влияние различных факторов на реальную производительность не претендует на полноту, а приведенные примеры лишь иллюстрируют, как может проявляться это влияние.

Реальная производительность автомата рассчитывается как произведение максимальной производительности на коэффициент понижения производительности и на коэффициент использования автомата.

При объединении в линию нескольких автоматов производительность линии не равна сумме производительностей каждого из них. Неизбежен дисбаланс, то есть один автомат будет загружен несколько больше другого.

Вообще говоря, линии поверхностного монтажа представляют собой линии «бутылочно-горлышка». Производительность линии настолько велика, насколько велика производительность самой низкопроизводительной

установки. Обычно самыми «низкопроизводительными» являются автоматы установки компонентов. В этом случае повысить эффективность работы линии можно только путем оптимизации программ и балансировки автоматов с помощью соответствующего программного обеспечения. Однако на практике возникают ситуации, когда «бутылочным горлышком» становится, например, операция нанесения пасты или пайки оплавлением. Это может произойти при сборке плат с очень малым количеством устанавливаемых компонентов или если оборудование подобрано без должного запаса по производительности. Тогда для повышения производительности должны быть исследованы соответствующие резервы (повышение скорости трафаретной печати, скорости конвейера печи пайки оплавлением), однако необходимо иметь в виду, что изменение данных факторов может отрицательно повлиять на качество выпускаемых печатных узлов.

Существенное влияние на общую производительность линии оказывают и организационные факторы:

- организация переналадок;
- организация оперативного снабжения компонентами линии сборки;
- организация работы операторов (своевременная подготовка питателей до, а не по факту остановки автомата) и т. д.

При плохой или неправильной организации производства коэффициент использования линии может не превышать 50%.

Таким образом, чтобы повысить эффективность автоматов установки компонентов и сборочных линий на их основе, необходим тщательный анализ всех причин, влияющих на производительность. Именно поэтому предприятие ОСТЕК внедрило комплексную услугу — «**Повышение эффективности использования автомата установки компонентов**». Лучшие специалисты компании готовы провести комплексный анализ эффективности работы данных автоматов и производства в целом, а также разработать соответствующую индивидуальную программу. Результат — огромный экономический эффект. Приведем лишь один пример из нашей практики:

У заказчика имеется мультиплицированная плата из восьми блоков с 36 компонентами на каждом.

Время сборки этой платы на автомате установки компонентов составляет 104,7 с.

1. Средствами AMS имеется возможность преобразовать мультиплицированную плату с блочной сборкой в не мультиплицированную и собирать ее произвольным образом. После преобразования платы в не мультиплицированную время сборки составило 99,1 с.
2. Один из компонентов на плате используется значительно чаще, чем остальные. Для повышения производительности можно увеличить количество питателей для этого компонента. В данном случае, установив два питателя для доминирующего компонента, время сборки той же платы можно сократить до 96,6 с.

В итоге общий выигрыш по времени на одну плату составил 8,1 с. В пересчете на платы выигрыш составил 24 мультиплицированных платы в день, или 5760 плат в год.