



# Предупреждение дефектов производства. Уникальные возможности при правильном подборе опций для автоматов JUKI

**Известно, что качественное изделие должно быть произведено «с первой сборки», то есть на этапе производства, а не в процессе проверки и устранения дефектов в конце производственного цикла. В результате увеличения сложности электронных изделий тестирование и последующее устранение дефектов производства становятся не только все более и более востребованными, но и все более дорогостоящими операциями. В то же время в противовес этим тенденциям приходят требования уменьшения себестоимости и сокращения сроков изготовления. В статье мы расскажем, какие дополнительные возможности дают сборочные автоматы фирмы JUKI для обеспечения качества и уменьшения затрат на устранение дефектов производства.**

**Владимир Лисов**

info@sovtest.ru

Каждый управляющий производством знаком с ситуацией, которая происходит, как правило, в 16:00, в пятницу. Сборочная конвейерная линия подготовлена к производству нового изделия и производство начато в условиях крайней нехватки времени. Под окнами цеха в ожидании готовой продукции стоит транспорт заказчика. И в этот момент перед вами появляется ваш коллега с платой в руках и с известием: контроллеры ОТК обнаружили, что все диоды на собранных платах установлены с неправильной полярностью. Ошибка, связанная с неверной ориентацией компонентов в ленте, конечно, исправлена, производство продолжено, но что делать с платами, которые уже запаяны? Кто будет устранять дефекты на 30 платах

с неправильно установленными компонентами? И это все происходит, как уже сказано в пятницу вечером... На следующем совещании вы ставите перед руководством вопрос об обязательной установке в вашу производственную линию машины АОI (автоматическая оптическая инспекция) и, более того, рентгеновской системы для контроля BGA и CGA-компонентов. Но даже имея эти машины, вы все равно время от времени сталкиваетесь с необходимостью ремонта неправильно смонтированных плат.

Для обеспечения качественного контроля необходима полная проверка после каждого шага технологического процесса. Реальность показывает, что более четверти всех приобретенных систем АОI размещается после этапа установки компонентов, до пайки плат. С увеличением плотности монтажа и уменьшением размеров компонентов тестовые системы становятся все более сложными и дорогими. С другой стороны, и это известный факт, системы АОI не могут распознать все ошибки установки компонентов (например номиналы пассивных компонентов, скрытые контактные площадки BGA-компонентов и т.д.). Быстрый взгляд на проблему говорит о том, что улучшение качества установки компонентов в любом случае даст преимущества.

Мы не хотим принизить важность применения тестовых систем, а лишь подчеркнуть, что настоящее качественное изделие должно быть произведено сразу, «с первой сборки», без переделки, дефект должен не исправляться, а предотвращаться.

На схеме (рис. 1) представлен анализ ошибок при установке компонентов, которых можно избежать путем правильного подбора опций для автоматов-установщиков. В статье мы не рассматриваем аспекты ошибок программирования и подготовки производства и как их избежать, хотя компания JUKI имеет очень интересные решения и в этой области.

В нижней части схемы (неправильное расположение компонентов, отсутствие компонентов

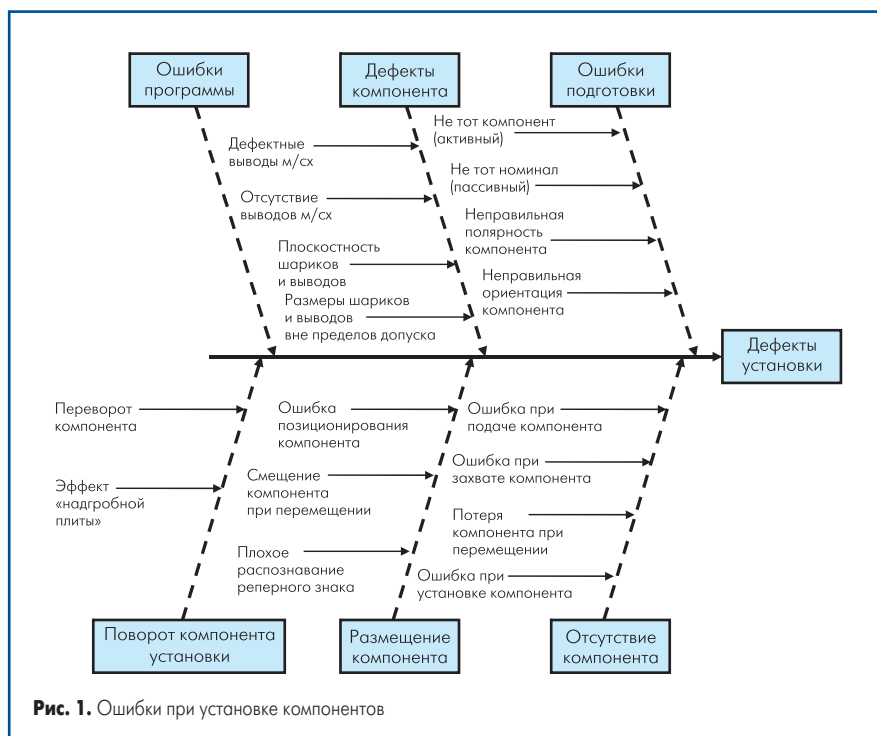


Рис. 1. Ошибки при установке компонентов

и т. д.) указаны дефекты, которые могут быть внесены самой сборочной машиной. Появление этих дефектов определяется техническими возможностями сборочных машин. Верхняя половина схемы указывает внешние дефекты, то есть те, которые не зависят от технических возможностей машин, но которые могут быть распознаны самой машиной при правильном подборе опций. И такие опции будут доступны заказчику, если в его технологической линии установлены автоматы JUKI.

### Технологии при конструировании сборочных автоматов и их технические возможности

Точность размещения любого сборочного автомата можно узнать из спецификации на этот автомат. Но прояснение следующих ключевых вопросов даст большее представление о возможностях машин.

- Как изменяется точность установки в процессе жизненного цикла машины?  
В качестве примера: JUKI разработала уникальную цельнолитую термостабилизированную жесткую станину (рис. 2), которая позволяет не только обеспечить максимальную виброустойчивость и точность при больших уровнях ускорений на маленьких дистанциях, но и сохранять заявленную точность и повторяемость в течение всей жизни автомата.

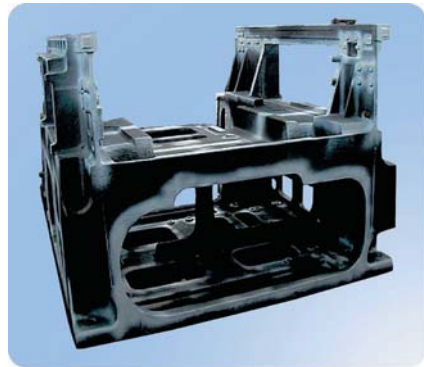


Рис. 2. Термостабилизированная станина автоматов JUKI

- Как изменяется точность установки маленьких компонентов, таких как 0402 и 0201, с увеличением плотности монтажа? Помимо точности установки по осям X-Y, в условиях очень плотного монтажа важен непрерывный контроль позиционирования и последовательность установки (чтобы исключить сдувание компонентов при установке). Применяемый в автоматах JUKI контролируемый вакуум полностью исключает эффект «сдувания» компонентов в условиях сверхплотного монтажа (рис. 3).
- Как показывает практика, одним из важнейших элементов при автоматической установке компонентов является точное и корректное распознавание реперных знаков. Возможности автомата по их распознаванию особенно важны в случае применения фольгированной или керамичес-

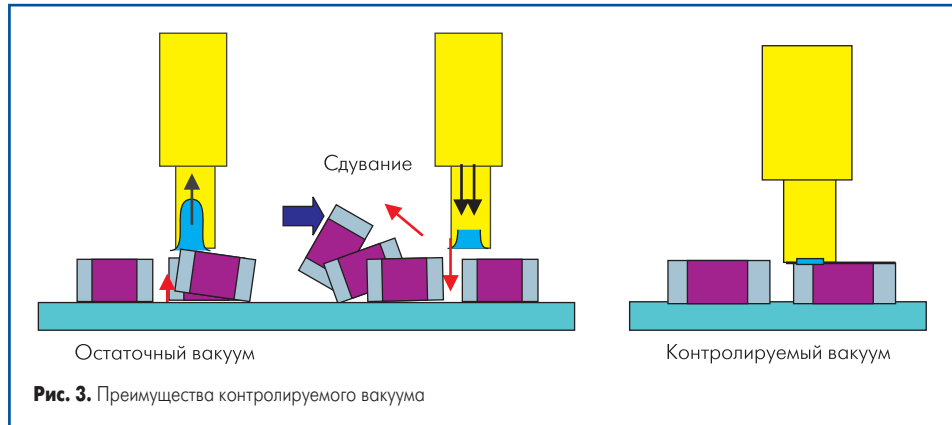


Рис. 3. Преимущества контролируемого вакуума

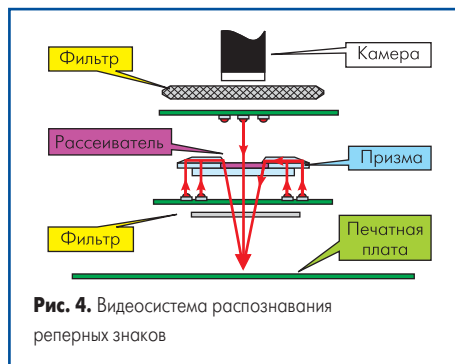


Рис. 4. Видеосистема распознавания реперных знаков

кой подложек, либо при плохом качестве реперных знаков. Применяемая в автоматах JUKI система распознавания реперных точек специально предназначена для таких случаев и представляет собой высокоточную камеру с подсветкой под разными углами и с разной интенсивностью (рис. 4).

- С точки зрения точности важен также контроль позиционирования компонентов, который будет описан несколько ниже. Применяемое в машинах JUKI лазерное центрирование (рис. 5) предоставляет огромные преимущества при измерении внешних размеров компонентов. Современные лазерные системы центрирования имеют разрешающую способность, значительно превышающую разрешающую способность любой CCD-камеры. Компоненты могут быть измерены по всем трем координатам. Еще одно преимущество лазерных систем в том, что они не подвержены влиянию световых бликов. Кроме того, поскольку лазер закреплен на установочной головке, все измерения производятся действи-

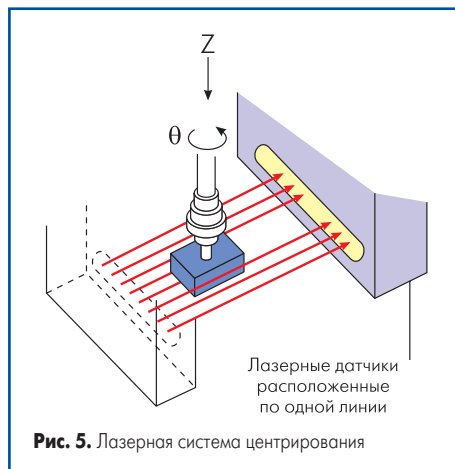


Рис. 5. Лазерная система центрирования

тельно «на лету», без уменьшения производительности, а контроль положения компонента ведется непрерывно, от момента захвата до момента установки.

### Распознавание неправильных и дефектных компонентов

- При помощи системы измерения электрических параметров компонентов (CVS), применяемой на автоматах JUKI (рис. 6), можно избежать ошибок подготовки производства. Эта система позволяет измерить номинал резисторов, емкостей и диодов и тем самым проконтролировать заправку ленты с нужным компонентом в соответ-

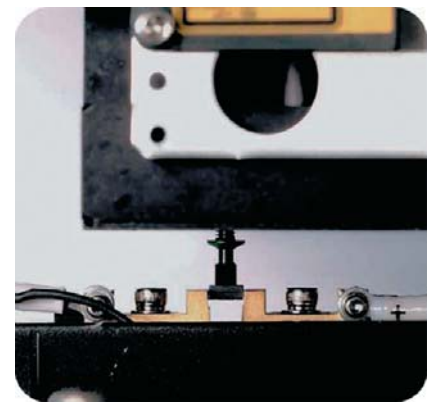


Рис. 6. Система измерения электрических параметров компонентов

ствующий питатель. Незначительная стоимость и простота использования делают эту опцию привлекательной, так как ее наличие позволяет избежать дефектов, вызванных неправильным номиналом, еще до появления их в готовом изделии, то есть предотвратить дефект.

- Гораздо более сложно определение дефектов компонентов при помощи видеосистем. Как правило, видеосистема состоит из камеры, оптической системы (линзы), источника света (подсветки) и программного обеспечения. Для производителей автоматов камера и линзы являются покупным изделием и заказываются из стандартного ряда у одного из многих поставщиков в соответствии с требуемыми параметрами. В противоположность этому, система подсветки и программное обеспечение разрабатываются специально под требования

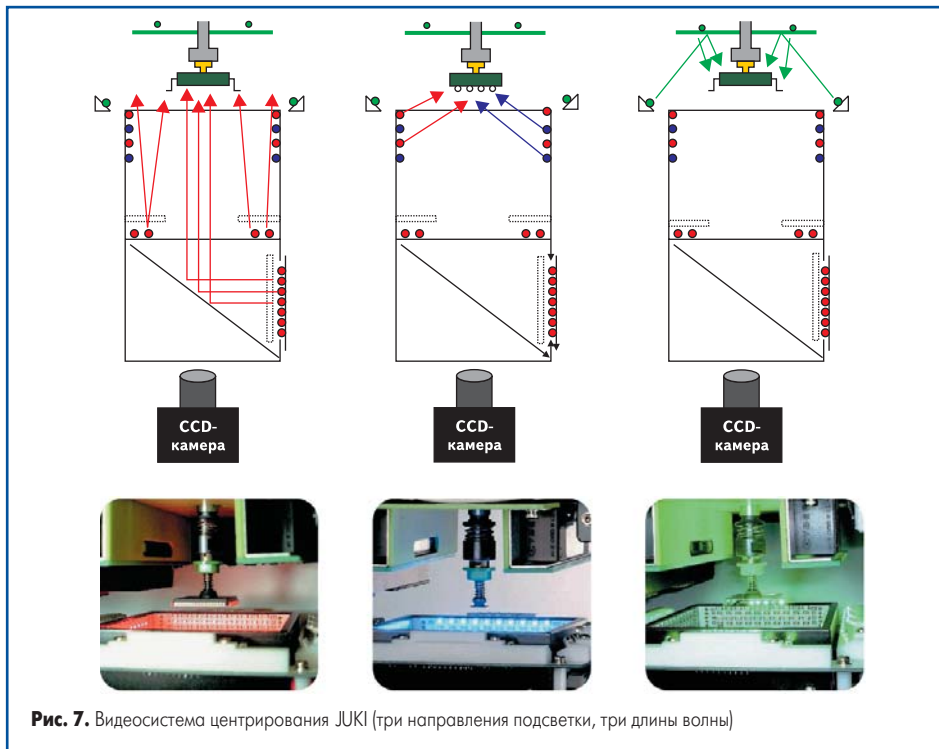


Рис. 7. Видеосистема центрирования JUKI (три направления подсветки, три длины волны)

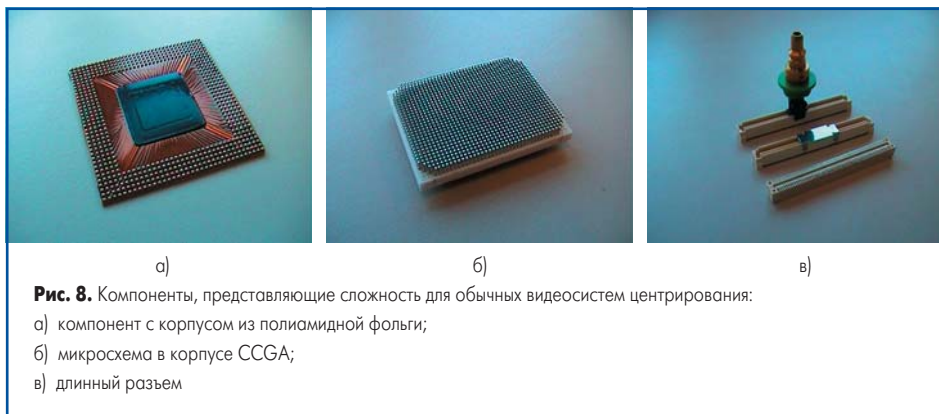


Рис. 8. Компоненты, представляющие сложность для обычных видеосистем центрирования:  
 а) компонент с корпусом из полиамидной фольги;  
 б) микросхема в корпусе CCGA;  
 в) длинный разъем

автомата-установщика и, в конечном итоге, именно они определяют большую разницу между видеосистемами у разных производителей автоматов. Система подсветки, от которой зависит отражение, тени и контраст изображения, представляет собой краеугольный камень любой оптической системы.

Разработанная JUKI гибкая система подсветки позволяет осуществлять монтаж зависимых от направления и типа подсветки компонентов (рис. 8) (например компонентов из полиамидной фольги с высокой отражающей способностью; CCGA-компонентов, высокие выводы которых дают тень; длинных разъемов и т. д.). На рис. 7 указаны различные варианты направления и цвета подсветки, применяемые в видеосистемах автоматов JUKI KE-2060 и KE-2055.

- Для полного трехмерного измерения компонента в дополнение к стандартной видеосистеме в автоматах JUKI может применяться опциональная система проверки копланарности выводов микросхем. Для больших QFP-, BGA- и CGA-микросхем проверка копланарности имеет высокую важность именно на данном этапе производства. Для определения этого дефекта на уже спа-

янном изделии применяются не только дорогостоящие системы AOI, но и еще более дорогие рентгеновские системы. Стоимость опции проверки копланарности для автомата высока, но неизмеримо ниже, чем стоимость систем AOI и AXI. Кроме этого, выявление дефекта еще до установки компонента позволяет избежать дорогостоящих ремонтных работ.

Датчик копланарности JUKI (рис. 9) использует лазерную технологию. Измерения и вычисления проводятся по трем методам:

- копланарность (рис. 10);
- копланарность QFP и SOP в соответствии с методом «трех точек» по стандартам EIAJED 7401-4 и EIAJED 7304-1 (рис. 11);
- проверка BGA по стандарту EIAJED-7304 (рис. 12).

#### Выводы

Принимая решение о приобретении автомата для установки SMD-компонентов, необходимо тщательно изучить его характеристики, а особенно точность установки компонентов. Некоторые очень важные технические детали не отражаются в общих характеристиках машин, их необходимо уточнять у по-

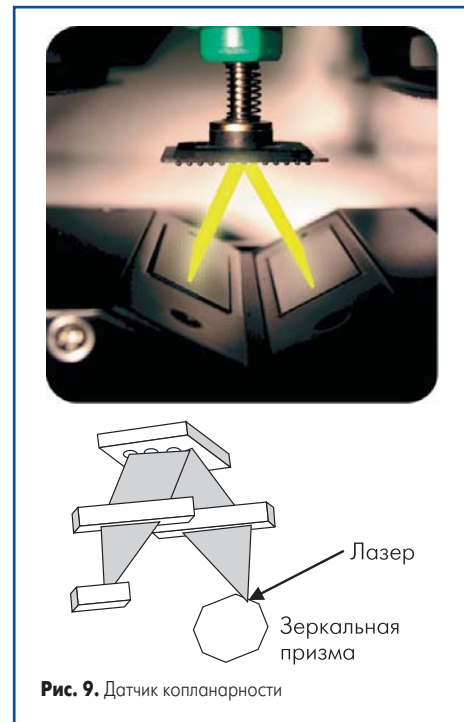


Рис. 9. Датчик копланарности

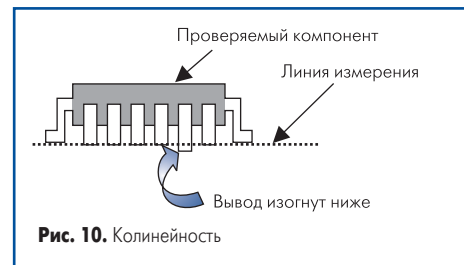


Рис. 10. Колинейность

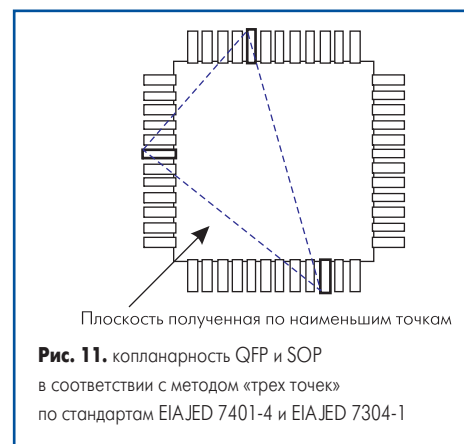


Рис. 11. копланарность QFP и SOP в соответствии с методом «трех точек» по стандартам EIAJED 7401-4 и EIAJED 7304-1



Рис. 12. Проверка BGA по стандарту EIAJED-7304

ставщика. Более того, приобретение автомата со слабой технологией определения дефектов установки часто приводит к увеличению сто-



Рис. 13. Автомат JUKI FX-1 (две головки по четыре наконечника на каждой, линейный двигатель)

имости контроля качества. А это означает, что параметр «самая низкая стоимость владения» (Lowest Cost of Ownership) должен применяться не только к каждой отдельной единице оборудования в линии, но и ко всей линии в целом, а решающее значение для «стоимости владения» линией имеет автомат для установки компонентов. Автоматы JUKI, имеющие репутацию самых надежных в отрасли машин, со стандартным 3-летним гарантийным сроком, имеют самую низкую «стоимость владения».

В настоящий момент фирма JUKI предлагает четыре модели автоматов для обеспечения гибкости при построении производственных линий.

#### FX-1R — автомат для установки чип-компонентов

Две головки по четыре наконечника на каждой. Независимое перемещение по оси X с помощью линейного двигателя. Одновременное

лазерное центрирование «на лету» (MnLA — Multi-Nozzle Laser Align).

- Устанавливаемые компоненты: 0201 — 26,5×11 мм (20×20 мм).
- Производительность: 25 000 комп./час (по IPC 9850).
- Питатели: 80×8 мм (макс.).
- Точность установки: 50 мкм (лазерное центрирование).

#### KE-2050R — автомат для установки чип-компонентов

Одна головка с четырьмя наконечниками. Одновременное лазерное центрирование «на лету» (MnLA — Multi-Nozzle Laser Align).

- Устанавливаемые компоненты: 0201 — 26,5×11 мм (20×20 мм).
- Производительность: 13 200 комп./час (по IPC 9850).
- Питатели: 80×8 мм (макс.).
- Точность установки: 50 мкм (лазерное центрирование).

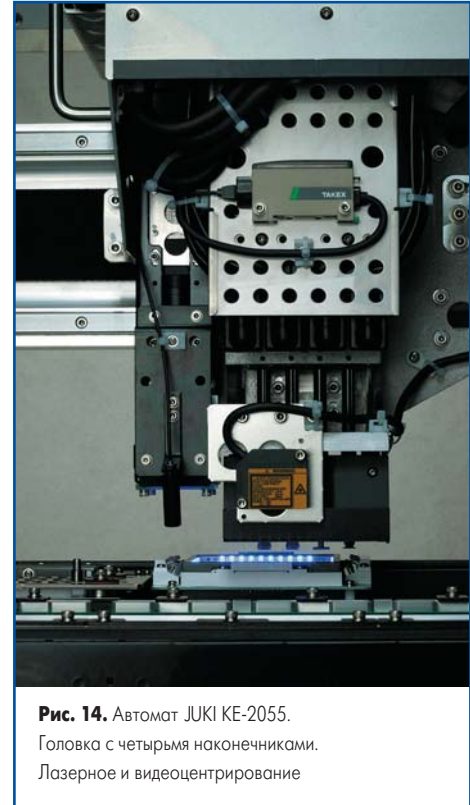


Рис. 14. Автомат JUKI KE-2055. Головка с четырьмя наконечниками. Лазерное и видеоцентрирование

#### KE-2055R — автомат для установки чип-компонентов и микросхем с мелким шагом

Одна головка с четырьмя наконечниками. Одновременное лазерное центрирование «на лету» (MnLA — Multi-Nozzle Laser Align). Видеоцентрирование микросхем с мелким шагом.

- Устанавливаемые компоненты: 0201 — 26,5×11 мм (20×20 мм).
- Производительность: 13 200 комп./час (по IPC 9850).
- Питатели: 80×8 мм (макс.).
- Точность установки: 50 мкм (лазерное центрирование).

#### KE-2060R — высокоточный автомат

Одна головка с четырьмя наконечниками. Одновременное лазерное центрирование «на лету» (MnLA — Multi-Nozzle Laser Align).

Одна головка с одним наконечником для FinePitch-компонентов (FMLA Focus Modular Laser Alignment). Лазерное и видеоцентрирование.

MnVC — одновременное видеоцентрирование всеми наконечниками Multi-Nozzle Vision Centering (опция).

- Устанавливаемые компоненты: 0201 — 50×150 мм (74×74 мм).
- Производительность: 12 500 комп./час (по IPC 9850).
- 3400 комп./час MnVC (FinePitch-компоненты).
- Установка микросхем с шагом выводов до 0,4 мм стандартно (до 0,2 мм — опция).
- Питатели: 80×8 мм (макс.).
- Точность установки: 50 мкм (лазерное центрирование); 30 мкм (видеоцентрирование).



Рис. 15. Автоматы JUKI KE-2050 и KE-2060