



# Оптический и рентгеновский контроль печатных плат при помощи одной системы

**На современном этапе развития электроники становится очень трудно сделать выбор между двумя методами инспекции печатных плат: автоматическим оптическим и автоматическим рентгеновским контролем. Принятие решения о приобретении инспекционного оборудования осложняется тем, что очень часто потребителям необходимы обе системы инспекции, а затраты на их приобретение и на обучение персонала могут быть очень высокими. Но есть решение, позволяющее потребителям больше не ломать голову, выбирая между оптическим и рентгеновским контролем. Таким решением можно по праву считать использование комбинированных систем. Главной отличительной особенностью таких систем является сочетание двух методов контроля печатных плат, интегрированных в одну машину. О выгоде применения подобных систем и о том, насколько рентабельно их использование, пойдет речь в этой статье.**

**Александр Левданский**

alev@dialectrolux.ru

Говоря о преимуществах подобных систем, сразу хочется отметить не только выигрыш в затратах на приобретение одной системы вместо двух, но и экономию затрат на содержание комбинированной системы. Под затратами на содержание понимаются пуско-наладочные, ремонтные и регламентные работы, эксплуатационные расходы, затраты на расходные материалы и обучение персонала. При этом обслуживать комбинированную систему проще и быстрее.

И наконец, самое главное — эффективность комбинированных систем полностью сопоставима, если использовать две отдельные системы оптического и рентгеновского контроля.

Тогда встает резонный вопрос: в чем минусы комбинированных систем? По моему мнению, единственный их недостаток — это массивность конструкции и относительно большие габаритные размеры. Эти факторы могут иметь важное значение для некоторых потребителей, чьи производственные помещения имеют очень ограниченную площадь.

За последнее время требования к контролю печатных плат стали заметно жестче. На платы стали устанавливаться миниатюрные чип-компоненты, компоненты с малым шагом между выводами и нестандартные по форме компоненты. Количество компонентов на плате увеличивается, а расстояние между ними уменьшается. Двусторонние платы уже давно стали нормальным явлением. В такой ситуации потребители вынуждены искать наиболее совершенные системы инспекции, позволяющие производить контроль любых технологических процессов и всего спектра компонентов.

Автоматические оптические системы контроля печатных плат (AOI — Automatic Optical Inspection) обычно используются для инспекции качества нанесения паяльной пасты, установленных компонентов и паяных соединений. Для контроля качества пайки компонентов BGA,  $\mu$ BGA, CSP, Flip Chip, выводы которых не видны, используют автоматические системы рентгеновского контроля (AXI — Automatic X-ray Inspection). Комбинированные системы позволяют распознавать как все визуальные, так и все невидимые дефекты, скрытые под корпусами компонентов. Другими словами, такое сочетание позволяет осуществлять одновременный контроль SMD и выводных компонентов, а также инспектировать качество нанесения паяльной пасты, установки компонентов, паяных соединений закрытых областей на печатных платах, например под BGA.

Одной из первых компаний, разработавшей комбинированные системы инспекции печатных плат, была немецкая компания VISCOM. Компания VISCOM была создана в 1984 году. Все эти годы исследования и разработки велись в тесном сотрудничестве с потребителями, что позволило отслеживать самые последние тенденции и мгновенно реагировать на любые изменения в промышленности. Накопленный опыт дает возможность инженерам и конструкторам компании постоянно вести разработки новой продукции и совершенствовать старые системы.

На данный момент на рынке лишь несколько фирм производят комбинированные системы для инспекции печатных плат. По объему продаж за последний год компания VISCOM уверенно лидирует в Европе и занимает второе место в мире.



Рис. 1. X7055 — сочетание оптического и рентгеновского контроля в одном устройстве

Одной из самых популярных на рынке комбинированных систем оптического и рентгеновского контроля является X7055 (рис. 1) компании VISCOM. Данная система отличается высокой скоростью работы и возможностью осуществлять инспекцию очень больших печатных плат размером до 610×510 мм.

#### Ортогональные и угловые камеры

Большинство дефектов, встречающихся в технологических процессах поверхностного монтажа, может быть быстро и точно обнаружено при помощи оптической инспекционной системы. С ее помощью контролируется положение компонентов, их полярность, наличие поднятых выводов, перемычек, определяются отсутствующие компоненты, недостаточное количество паяльной пасты даже для мелких компонентов, вплоть до размера 0201.

Комбинированная инспекционная система VISCOM X7055 оснащена ортогональными 4-мегапиксельными камерами с высоким разрешением, которые гарантируют большую глубину инспекции при максимальной производительности. Количество камер может варьироваться от 1 до 4 в зависимости от требуемой производительности системы. Максимальное поле зрения системы составляет 2752×2048 пикселей при разрешении 10 мкм.

В дополнение к ортогональным камерам оптический модуль может быть укомплектован 8-мегапиксельными угловыми камерами с разрешением 22 мкм. Угловые камеры необходимы для точного распознавания критических дефектов, таких, как поднятые выводы с очень малым шагом, которые при помощи ортогональной камеры обнаружить невозможно.

#### Микрофокусная рентгеновская трубка

Кроме визуальной инспекции печатных плат с многообразием установленных компонентов, таких, как 0201, или с шагом выводов 0,3 мм, X7055 позволяет инспектировать дефекты выводных компонентов и скрытые дефекты пайки, расположенные под корпусами, например, BGA. Такой контроль осуществляется при помощи рентгеновского излучения.

Алгоритм рентгеновской инспекции идентичен оптическому методу. Рентгеновское изображение отображается на экране в реальном времени во время перемещения платы. Для упрощения позиционирования рентгеновский модуль оснащен оптической мини-камерой с малым разрешением, изображение которой выводится в правой части экрана дисплея (рис. 2). Благодаря этому можно быстро задавать область обзора или отдельный

компонент на плате, который необходимо инспектировать.

Сердцем рентгеновского модуля является микрофокусная рентгеновская трубка, разработанная инженерами VISCOM. Существуют разные модели трубок, например на 120 или 160 кВ. Изменяя напряжение трубки, можно варьировать интенсивность рентгеновского излучения и тем самым получать более яркое или темное изображение. Точность распознавания составляет менее 2 мкм.

Для увеличения пропускной способности возможен вариант оснащения системы двойным конвейером. Размеры платы для двойного конвейера — до 200×280 мм.

Высота уровня транспортировки печатной платы на входе или выходе может варьироваться между 860 мм и 930±20 мм. X7055 может работать как отдельное устройство либо может быть интегрирован в технологическую линию поверхностного монтажа. Опционально система может комплектоваться системой центральной поддержки платы, уст-

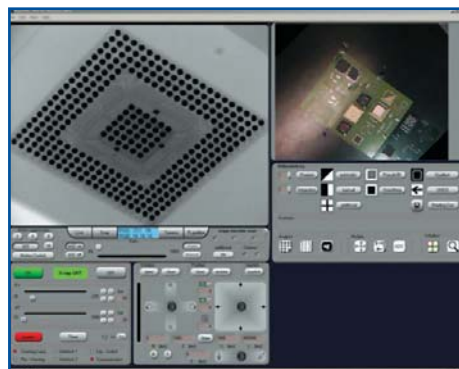


Рис. 2. Пользовательский интерфейс комбинированной системы VISCOM X7055

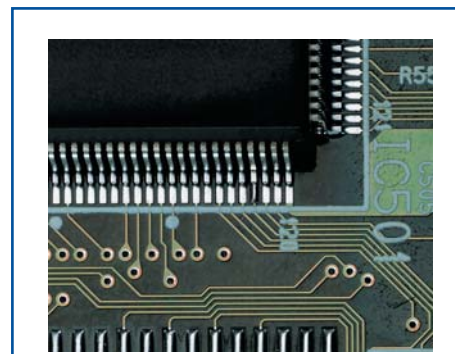
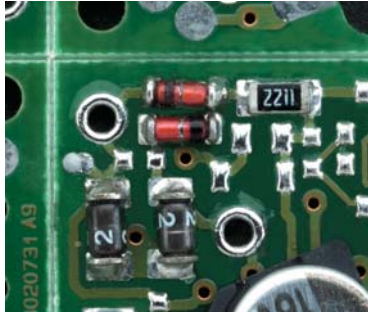


Рис. 3. Поднятые выводы



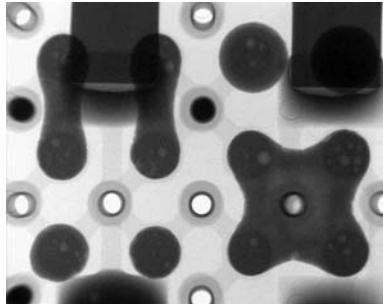
**Рис. 4.** Пропущенные компоненты



**Рис. 5.** Нарушение полярности компонентов

роystвами считывания матричных и штриховых кодов.

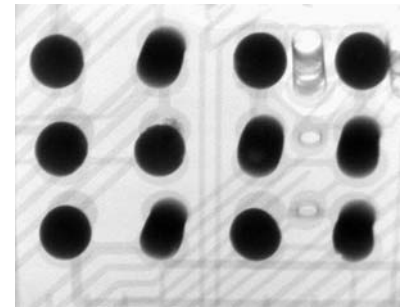
При выборе комбинированной инспекционной системы важным вопросом также является быстрая и простая смена продукции. Особенно это актуально для производства с малыми или средними объемами и с широкой номенклатурой. Инспекционная программа должна быть быстро и без труда оптимизирована под новые требования клиента. Система X7055 обладает четким и простым пользовательским интерфейсом. При помощи специального программного обеспечения можно программировать и оптимизировать производственный процесс в режиме offline на отдельном компьютере. После этого необходимо лишь загрузить данные в систему. Это особенно актуально при смене продукции на производстве, где очень важно минимизировать непроизводительное время.



**Рис. 6.** Перемычки между паяными соединениями BGA-компонента

При помощи системы X7055 возможно распознать следующие дефекты:

- SMD-компоненты:
  - перемычки между компонентами или между выводами компонентов;
  - непропаянные контакты;
  - непропаянные контакты PLCC-компонентов;
  - поднятые выводы SO- или QFP-компонентов (рис. 3);
  - дефекты скрытых паяных соединений;
  - непропаянные или недостаточно пропаянные чип-компоненты;
  - пропущенные компоненты (рис. 4);
  - сдвинутые компоненты;
  - перевернутые компоненты;
  - нарушение полярности компонентов (рис. 5).
- BGA:
  - отсутствие паяного соединения;
  - отклонения от заданного диаметра (рис. 7);
  - определение необходимого контура паяного соединения;
  - качество паяного соединения;
  - перемычки и смещения (рис. 6).
- Выводные компоненты:
  - непропаянные выводы;



**Рис. 7.** Отклонение паяного соединения BGA-компонента от точного диаметра

– незакрепленные выводы.

В заключение хочется отметить, что однозначно выбрать тот или иной метод контроля может только потребитель со стабильным и отлаженным процессом, отработанным в течение многих лет, с установившейся номенклатурой продукции.

Комбинированные системы представляют интерес для двух типов российских потребителей. Во-первых, для тех, кому по производственной необходимости нужен оптический и рентгеновский контроль одновременно. В этом случае выбор комбинированной системы является экономически очень выгодным.

Во-вторых, для тех, кто ставит перед собой цель увеличивать номенклатуру выпускаемой продукции и наращивать производственную мощь. Например, сегодня в продукции используются только чип-компоненты, и для их контроля достаточно оптической инспекции. Однако, возможно, уже завтра на плате будут присутствовать BGA-компоненты, и без рентгеновского контроля не обойтись. В таком случае при выборе комбинированной системы потребитель значительно экономит на затратах на приобретение нового оборудования, а также на затратах на переналадку в будущем.