

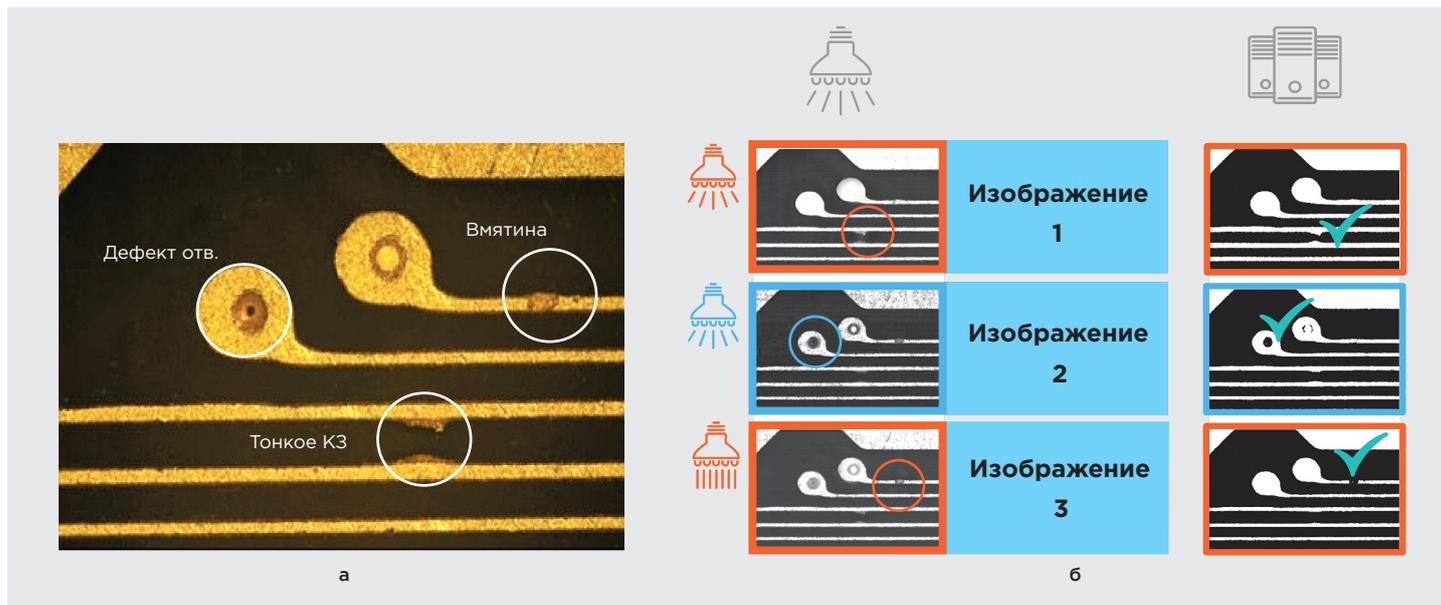
## КАЧЕСТВО

# РЕВОЛЮЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОИСКА САМЫХ КАВЕРЗНЫХ ДЕФЕКТОВ НА ЗАГОТОВКАХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Текст: Мария Шальнева  
Олеся Косарева

”

Первые установки автоматической оптической инспекции (АОИ) появились почти три десятка лет назад и за это время претерпели множество изменений. Последние тенденции рынка – миниатюризация и уменьшение веса изделий, применение новых материалов, увеличение объемов производства, сокращение времени выхода продукции на рынок – поставили перед производителями новые задачи. Поэтому использование АОИ-установок на этапе контроля обеспечило как предприятиям с высоким объемом выпуска массовой продукции, так и производителям со специализированной продукцией узкоспециализированного применения очевидное преимущество.



1 а) Изображение в микроскопе; б) Изображения, получаемые установкой

Появление новых технологий также отразилось на системах АОИ – они стали более интеллектуальными, точными и быстрыми. Например, установки автоматической оптической инспекции теперь можно интегрировать в системы автоматического объемного формирования элементов топологии для ремонта дефектов как на внутренних, так и на внешних слоях печатной платы (ПП). Но основные задачи контроля качества: улучшение процесса обнаружения реальных дефектов (их количества и типов), снижение ложных срабатываний и, как следствие, уменьшение общего времени проверки, стоимости и трудозатрат на каждую проверку — остались прежними. Данным требованиям удовлетворяют немногие системы АОИ, представленные на рынке. Компания Orbotech представила новые решения, ставшие революционными в области автоматического контроля. Это системы АОИ 4-в-1, оснащенные функциями 2D-измерения, технологиями одновременной проверки топологии и лазерных переходов и автоматизированной удаленной многоканальной верификации за один цикл проверки.

### Точность обнаружения дефектов

Точность оптической инспекции состоит из двух составляющих: качественного обнаружения реальных дефектов и уменьшения ложных результатов. В изделиях авиационной, медицинской, автомобильной и других подобных отраслей один из приоритетных факторов – это их надежность, так как наличие дефекта может привести к катастрофе.

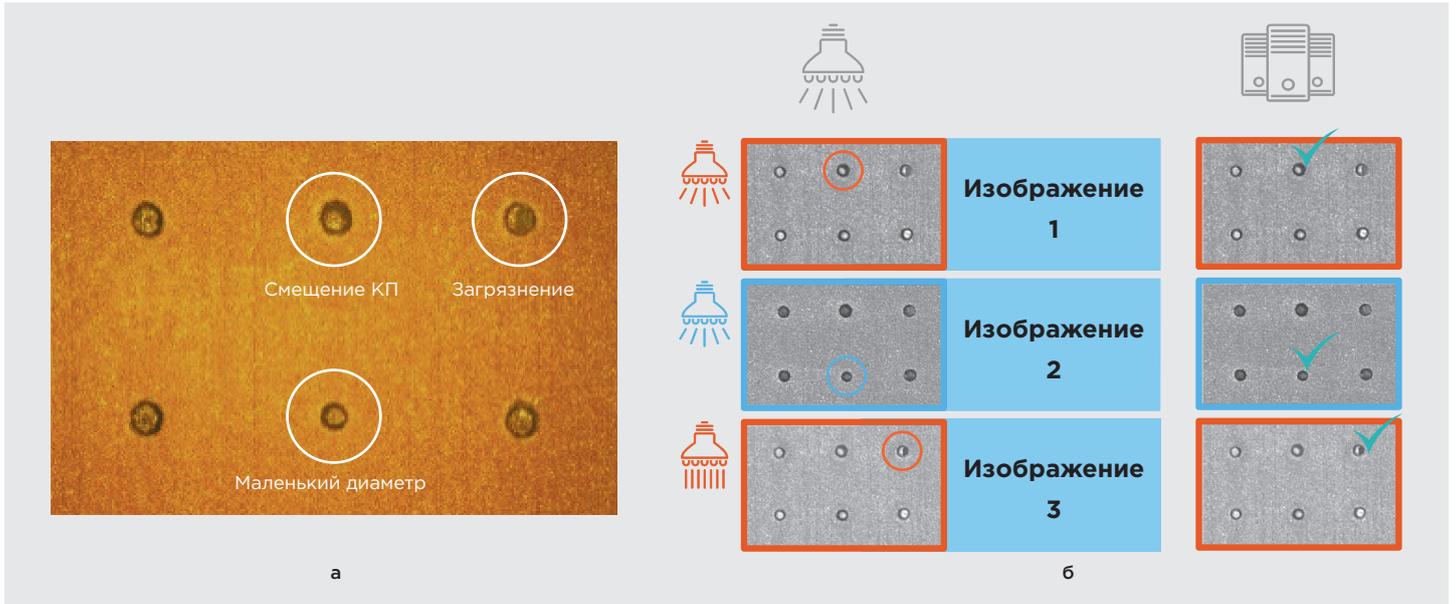
Миниатюризация изделий подразумевает увеличение количества компонентов и соединений на ПП, плотности монтажа и топологии при ширине прово-

дников и зазоров между элементами менее 50 мкм. Более того, различные типы подложек, включая высокочастотные диэлектрики, платы с большим количеством слоев, гибкие и гибко-жесткие платы, также усложняют поиск дефектов и увеличивают вероятность ложных результатов. Большое количество ложных срабатываний сказывается на стоимости изделия и времени инспекции, так как необходима повторная проверка. Поэтому в системах Orbotech Dimension™ разработана технология Triple Vision™, которая позволяет одновременно проверять и анализировать изображения трех разных типов с использованием различных настроек освещения и пороговых значений (диэлектрик-металл). Настройки освещения включают в себя разную длину волны, интенсивность и угол подсветки, а также бинаризацию изображений, когда цветное изображение переводится в черно-белое.

Такой подход позволяет с высокой точностью обнаружить и классифицировать широкий спектр дефектов, включая тонкие короткие замыкания, вмятины, перемычки между лазерными микроотверстиями, недостаток или избыток глубины сверления лазерного микроотверстия и многое другое (рис 1, 2).

### Сложные дефекты и ложные срабатывания

При появлении многослойных и гибких плат с тонкими, прозрачными или полупрозрачными слоями высокой плотности обычные АОИ-системы столкнулись с возникновением большого количества ложных дефектов. Для решения данной проблемы существующие АОИ используют множество масок (применяя только Gerber-файлы слоев), на настройку которых тратится время,



2  
а) Изображение в микроскопе; б) Изображения дефектов сверления, получаемые установкой

при этом есть большой риск пропустить реальные дефекты.

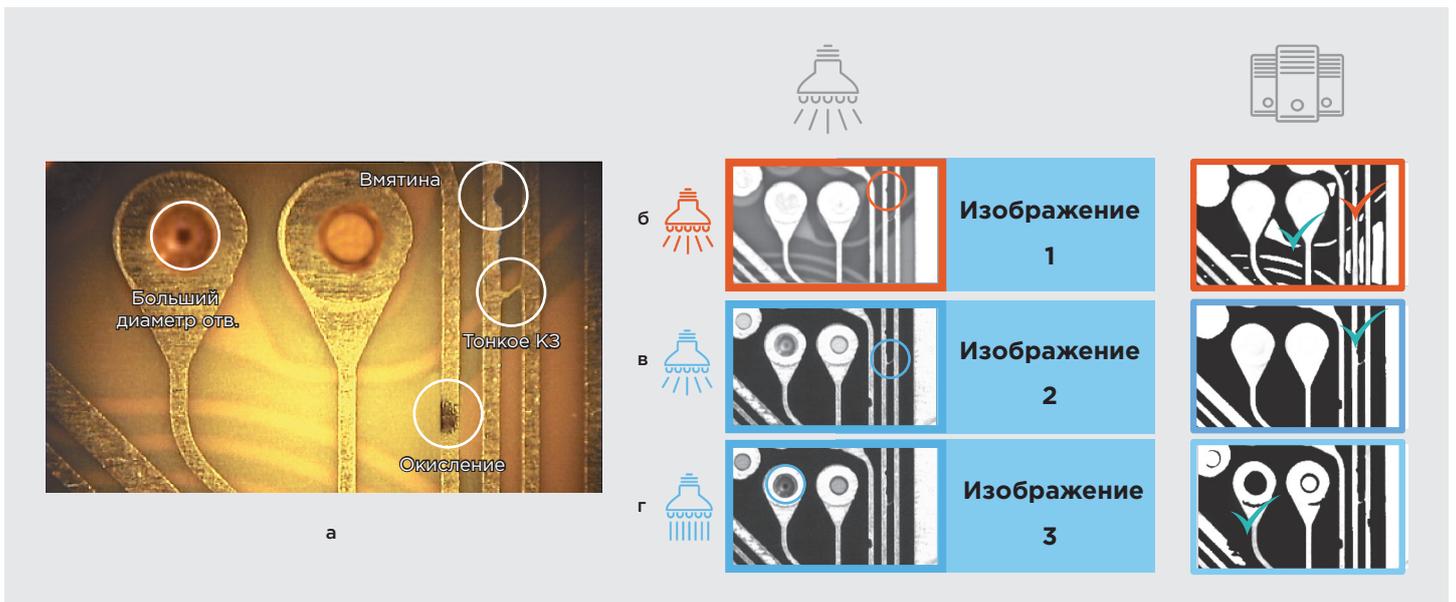
Технология Magic™ позволяет значительно уменьшить ложные срабатывания. Управляемая искусственным интеллектом, технология Magic™ от Orbotech устраняет необходимость использования контрольных масок, а значит – снижает вероятность пропуска дефектов.

В процессе инспекции установка делает несколько одновременных снимков, которые затем интегрируются в одно многоцветное изображение. Такое решение позволяет операторам точно раз-

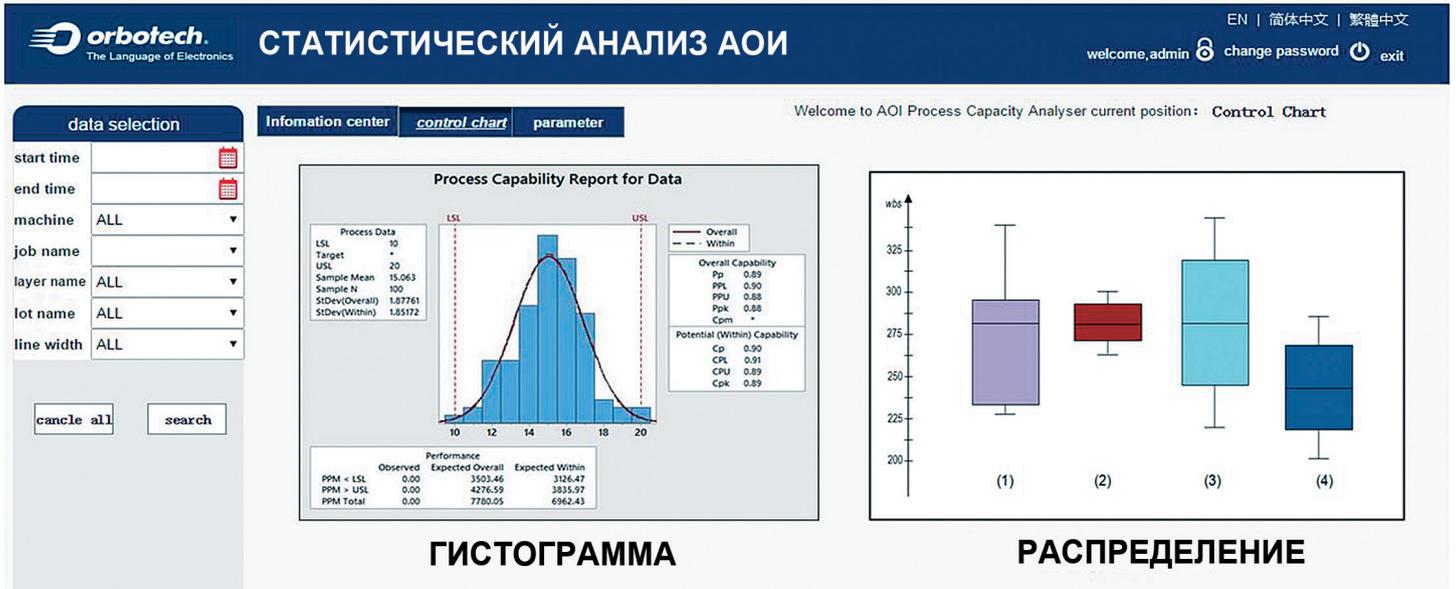
личать реальные и ложные дефекты за короткий промежуток времени. Это значительно сокращает цикл проверки и количество требуемых стадий проверки и позволяет провести более точную инспекцию без ложных дефектов от просвечивающих нижних слоев (рис 3).

Дальше полученные изображения отправляются на удаленную станцию RMIV Pro для верификации (рис 4).

Для точного поиска дефектов и решения проблемы сверхчувствительности, когда увеличение точности изображения приводит к увеличению



3  
а) Изображение под микроскопом; б) монохромный красный источник света – просвечивают нижние слои; в) дополнительный синий источник света – виден только проверяемый слой, инспекция возможна; г) дополнительный синий источник света с другими настройками



4 Анализ полученных данных

ложных срабатываний, необходимо, чтобы интерпретация САМ-данных проводилась с учетом алгоритмов оптической инспекции. Поэтому современные АОИ-системы должны быть оснащены интеллектуальными алгоритмами, анализирующими топологию ПП. Алгоритм определяет дефект, его размер и расположение и сравнивает эти данные с допусками, заранее заданными для данной области и элемента. Далее алгоритм проводит анализ и отсортировывает дефекты по типу и важности: система будет искать мелкие дефекты на важных элементах, например, узких проводниках, игнорируя дефекты в неактивных областях, например, протравы в центрах контактных площадок. Таким образом снижаются также и затраты на ручной труд – оператору больше не нужно вручную просматривать ПП на наличие ложных дефектов.

### Технология 2D-измерений

Технология 2D-измерений позволяет автоматически измерять верхнюю и нижнюю границы ширины проводников и площадок под поверхностный монтаж, при этом полностью автоматизированный процесс обеспечивает быстрые, точные и повторяемые измерения. Полная оцифровка поддерживает полную прослеживаемость и анализ данных, собирая статистику и историю измерений для дальнейшего использования ИИ (Искусственного интеллекта).

С помощью данной технологии можно выполнять замеры микропереходов прямо "на лету". Установка измеряет верхний и нижний диаметр отверстия, вычисляет конусность и круглость отверстия, а также его положение (рис 5).

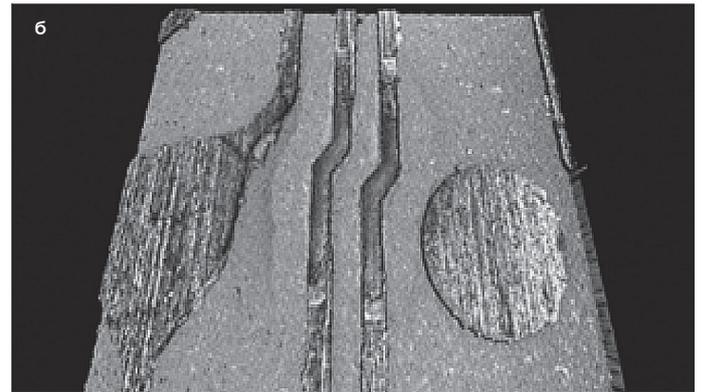
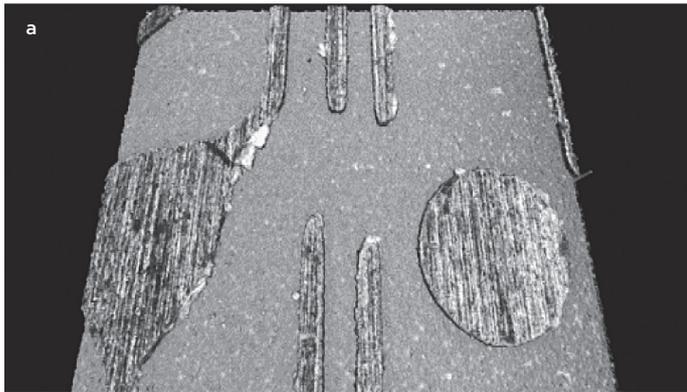
### Автоматическая настройка

АОИ-системы от Orbotech оснащены автоматической настройкой – по первой заготовке в партии оператор визуально классифицирует дефекты на критические и некритические, определяет границу между диэлектриком и металлом (по градации черного-белого). Далее система будет сама автоматически распределять дефекты по категориям, располагая их по степени важности. Поэтому оператор сможет сконцентрироваться на более важных дефектах и не тратить время на заведомо некритичные.

В сложных случаях, например, когда дефект настолько мал, что не виден при верификации, оператор может включить УФ-подсветку и легко его обнаружить. Процесс настройки прост и интуитивно понятен,



5 Измерение лазерных микропереходов



6 а) 3D-изображение перед структурированием; б) 3D-изображение после структурирования



7 а) УФ-изображение перед структурированием; б) УФ-изображение после структурирования

может автоматически использоваться на всей партии ПП. Тем самым время, затрачиваемое на проверку и верификацию, ниже, а производительность системы оптического инспектирования для всего цикла производства – выше.

### Возможность автоматического оптического формирования

Современные системы автоматической оптической инспекции интегрируются с системами автоматического оптического структурирования (АОС). За один автоматизированный процесс система позволяет исправлять найденные дефекты с протравом или недотравом медных участков, например там, где необходимо удалить лишнюю медь лазерной абляцией и/или заново воссоздать проводники в местах обрывов или заужений (рис 6, 7).

Дефекты исправляются в одном процессе даже на платах со сложным конструктивом: платах с высокой плотностью компоновки элементов, областей с малым шагом расположения линий, сложных многослойных плат, гибких и гибко-жестких платах, платах HDI с высокой плотностью межсоединений и т. д. Решения автоматического оптического структурирования спасают все платы, где невозможен ремонт ручными методами.

### Передовые системы АОИ для решения проблем производства ПП

АОИ – это одна из ступеней всего автоматизированного процесса производства ПП, но с новыми возможностями усовершенствованных систем роль и важность оптической инспекции растет и расширяется. Технологии получения нескольких изображений, алгоритмы обработки данных для нахождения и классификации дефектов, а также анализ полученных результатов с помощью искусственного интеллекта позволяют решать множество сложных задач, с которыми сталкиваются производители.

Работа со сложными конструктивами, гибкими, гибко-жесткими, многослойными платами, платами высокой плотности, в которых используется множество различных материалов, выбор наиболее оптимального процесса оптической инспекции и использование высокоточного автоматического процесса оптического структурирования для ремонта дефектов – все эти возможности значительно сокращают число необходимых этапов и ресурсов для проверки качества, экономят место, время и трудозатраты на предприятии, повышают точность производства и снижают количество бракованных изделий при увеличении производительности, тем самым позволяя производителям значительно снизить свои трудозатраты и общую стоимость владения ТСО более чем на 30%. 