

ДЕФЕКТОСКОПИЯ И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ: НОВЫЙ ПОДХОД

**Виктор БЫКОВ, генеральный директор ЗАО «НТИ»,
Кирилл БАЛИЖ, начальник участка производства ЗАО «НТИ»**



Виктор Быков

Компания ЗАО «НТИ» (Зеленоград, Москва) входит в группу компаний «НТ-МДТ», которая более 20 лет плодотворно занимается разработкой сканирующих зондовых микроскопов, являясь признанным лидером на российском рынке сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) и обладая известностью во всем мире.

До недавнего времени разрабатываемое оборудование поставлялось в основном в научные лаборатории и исследовательские центры самых разных направлений: химические, физические, биологические и другие в крупнейших научных и промышленных центрах Европы, Азии и Северной Америки.

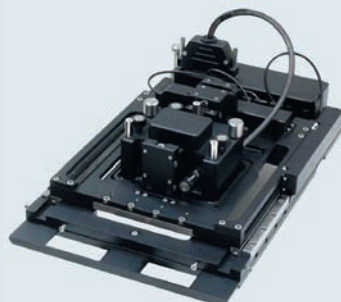
В 2010 году, в рамках частно-государственного партнерства по постановлению Правительства РФ от 09.04.2010 №218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства» (согласно договору №13.G25.31.0052 «Об условиях предоставления и использова-

ния субсидии на реализацию комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием российского высшего учебного заведения»), была поставлена задача создания прибора для нужд промышленности, связанных с осуществлением неразрушающего контроля и диагностикой состояния конструкционных материалов промышленного оборудования.

Первый вариант прототипа такого специализированного сканирующего зондового микроскопа был разработан и представлен под рабочим названием СОЛВЕР Пайп.

В сравнении с используемыми сейчас методами исследования материалов, такими как оптическая микроскопия, рентгенография, электронная микроскопия, ультразвуковая дефектоскопия и прочие, атомно-силовая микроскопия (как разновидность СЗМ) обладает рядом существенных преимуществ:

- сверхвысокое пространственное разрешение (до единиц нанометров);
- инструментальное оформление АСМ компактно и не требует использования сложной вакуумной и специализирован-



Прототип сканирующего зондового микроскопа СОЛВЕР Пайп



Кирилл Балиж

ной техники;

- по сравнению с оптической микроскопией АСМ позволяет существенно расширить диапазон увеличений при исследовании структуры материалов;

- АСМ-изображения структур материалов на разных уровнях увеличения содержат больше полезной информации;

- АСМ-изображения исходно оцифрованы и легко поддаются обработке;

- исследование образца посредством АСМ может сопровождаться одновременным измерением твердости материала;

- высокая скорость получения результатов;

- простота интерпретации получаемых данных;

- АСМ с успехом применяется для определения структурных и механических характеристик материалов.

СОЛВЕР Пайп был разработан специально для использования в промышленных условиях с возможностью крепления непосредственно на объекте исследования. Используя неразрушающие методы контроля, зондовый микроскоп позволяет регистрировать изменения в структуре материала в тот момент, когда характерные раз-

меры этих изменений не превышают десятков нанометров (трещины, каверны, дефекты различной природы), — другими словами, когда дефекты материала только начинают зарождаться. Одной из главных задач подобных исследований является оценка остаточного эксплуатационного ресурса изделия и, в конечном итоге, переход на его безаварийную эксплуатацию.

СОЛВЕР Пайп представляет собой автоматизированную платформу перемещения измерительного узла по трем осям X-Y-Z. Посредством ремней прибор можно закрепить на цилиндрических (диаметром от 120 мм и до нескольких метров) и плоских объектах под любым углом. Поворотный механизм измерительного узла обеспечивает установку зонда в перпендикулярную плоскость к исследуемому образцу. Благодаря небольшим габаритным размерам прибора существует возможность его использования в лабораторных условиях при исследовании больших образцов.

Устройство оснащено модулем видеокамеры, позволяющим быстро и наглядно выбирать место исследования, а также визуально следить за процессом исследования. А значительное оптическое увеличение позволяет быстро сопоставить получаемые АСМ-данные с привычными оптическими изображениями.

Цифровой формат получаемых АСМ-изображений легко поддается обработке методами



Пример крепления прибора на образце

математической статистики и теории распознавания образов, а также позволяет объединять несколько изображений в одно, что в свою очередь дает возможность получать сопоставимые по размерам с оптической микроскопией изображения поверхностей, которые при этом обладают нанометровым разрешением. АСМ-изображения представляют собой трехмерные массивы данных, что позволяет измерять размеры исследуемых объектов по трем координатам.

На базе сканирующего зондового микроскопа СОЛВЕР Пайп создается аппаратно-программный комплекс для исследования крупногабаритных промышленных объектов. Комплекс применим для диагностики материалов промышленного оборудования: участков трубопроводов, металлоконструкций, роторов турбин, химических реакторов, сосудов под давлением и пр.

В случае оснащения СЗМ-комплексами труднодоступных и отдаленных промышленных объектов появляется возможность мониторинга состояния материалов важных технологических объектов без присутствия человека с использованием удаленного доступа.

Возможные направления диагностики с использованием аппаратно-программного комплекса СОЛВЕР Пайп:

- **Контроль качества выпускаемых материалов;**
- **Диагностика состояния материалов, длительное время находящихся под воздействием экстремальных условий;**
- **Диагностика деталей и узлов действующего промышленного оборудования.**

При проведении регламентных испытаний и плановой замене оборудования использо-

вание СОЛВЕР Пайп позволяет перейти на практически безаварийный режим работы предприятий в следующих отраслях промышленности:

- **нефтегазовая промышленность;**
- **химическая промышленность;**
- **энергетика;**
- **металлургическая промышленность;**
- **машиностроение.**

Первое в мире испытание СЗМ для прямого неразрушающего контроля трубопроводов в реальных (производственных) условиях проводилось на нефтеперерабатывающем заводе Raffineria di Roma (Италия).

По результатам данной демонстрации сканирующий зондовый микроскоп показал себя как современное и очень перспективное средство диагностики и обнаружения дефектов в материалах различных металлоконструкций промышленных объектов, быстро и информативно выполняющее исследовательские задачи в сфере промышленной дефектоскопии.

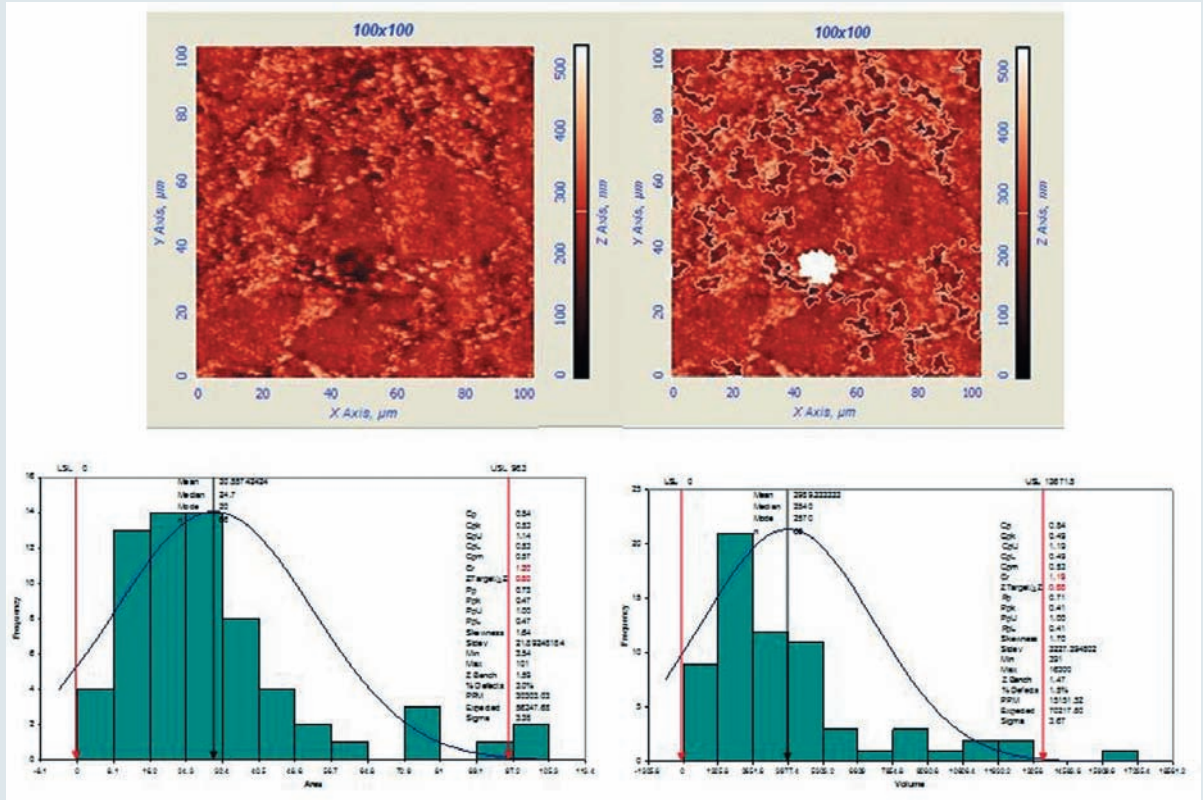
Следующим испытанием для прибора на основе СЗМ стала демонстрация на территории завода по ремонту паровых турбин в Польше. Прибор впервые должен был работать на образцах такого класса, как ротор паровой турбины. По результатам измерений было необходимо выявить и исследовать зоны с дефектами материала. Были также получены прекрасные результаты и подтверждение



Пример крепления прибора на трубе



Пример крепления прибора на роторе турбины



Пример анализа исследуемой поверхности

возможности работы на нестандартных образцах.

Интерес, проявляемый к СЗМ СОЛВЕР Пайп на многочисленных выставках, конференциях и профильных совещаниях, наглядно подтверждает востребованность прибора в отраслевых исследованиях.

Так, в конце 2010 года компания ЗАО «НТИ» принимала непосредственное участие в

выставке, проходящей в рамках III Международного форума по нанотехнологиям RUSNANOTECH 2010.

Компания представила внушительный стенд со своими новейшими разработками в области как сканирующей зондовой микроскопии, так и технологического оборудования для промышленного применения. Прототип СОЛВЕР Пайп был

впервые представлен на подобном мероприятии и вызвал особый интерес со стороны посетителей стенда, в числе которых была и правительственная делегация во главе с первым заместителем Председателя Правительства Российской Федерации Сергеем Ивановым и генеральным директором РОСНАНО Анатолием Чубайсом. □

