

Опыт применения дефектоскопа Х-32 на фазированной решетке

ЗАО «ПАНАТЕСТ»,
г. Москва:



**Портнов
Олег Вячеславович**
Коммерческий
директор



**Зотов
Константин
Влаимирович**
Специалист по УЗК



**Прохоренко
Александр
Александрович**
Инженер отдела
эксплуатации
РУП «Гомельтранс-
нефть Дружба»

УЗК широко применяется в различных отраслях промышленности для контроля ответственных конструкций и деталей.

За последние 40 лет дефектоскоп из громоздкого аппарата, воспроизводившего на экране ЭЛТ развертку А-типа, превратился в малогабаритный процессорный прибор с плоским экраном, внутренней памятью и развитыми сервисными функциями. Но основной недостаток традиционного ручного УЗК — оценка величины дефекта по амплитуде отраженного от него сигнала (в случае эхо-метода) остался. Такой способ дефектометрии не позволяет в полной степени оценить конфигурацию дефекта и поэтому дает не полную информацию в виде эквивалентной площади и условных размеров.

С использованием фазированных решеток появились новые возможности УЗК, а разработанный компанией HARFANG Microtechniques Inc. портативный дефектоскоп Х-32 (рис. 1), работающий в широком частотном диапазоне позволяет решать очень широкий спектр задач НК.

Фазированная решетка — большая пьезопластина, разделенная на отдельные элементы (до 128) путем разрезки монолита на небольшие элементы. Эти элементы могут быть возбуждены по заданной дефектоскопистом программе сигналами с электронным управлением. Для создания волнового фронта в выбранном направлении зондирующие сигналы соответственно задерживаются, что соответствует, например, временной задержке в призме наклонного ПЭП. Возбуждая каждый элемент фазированной решетки по заданному закону, прибор может



Рис. 1. Общий вид ультразвукового дефектоскопа X-32

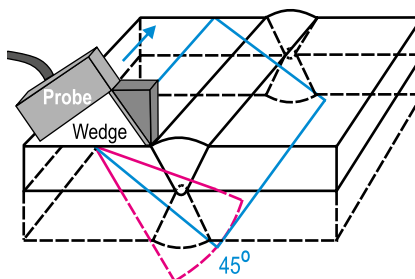


Рис. 2. Схема контроля сварного шва

управлять фокусировкой луча, отклонять луч относительно апертуры. Благодаря оптимальной обработке принятых сигналов резко повысились чувствительность и отношение сигнал/шум, а это в свою очередь повысило достоверность контроля при прозвучивании пластиков, аустенитных сварных швов и т. п.

Очевидное преимущество фазированной решетки можно рассмотреть на примере контроля сварного шва толщиной 100 мм. Образец был предоставлен одним из представителей РОСЭНЕРГОАТОМ.

Чтобы получить полную информацию о качестве сварного соединения, достаточно лишь провести УЗ ФАР преобразователь вдоль соединения, как показано на рис. 2. В результате получаем секторное изображение сварного шва при заданных углах ввода, на котором можно различить границы разделки сварного шва и определить точные координаты и размеры всех выявленных дефектов (рис. 3).

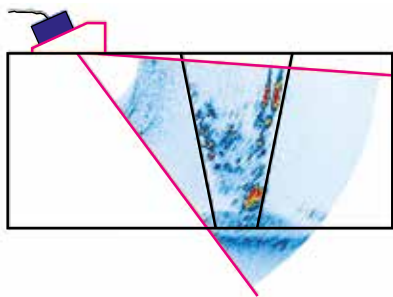


Рис. 3. Секторный вид сварного шва

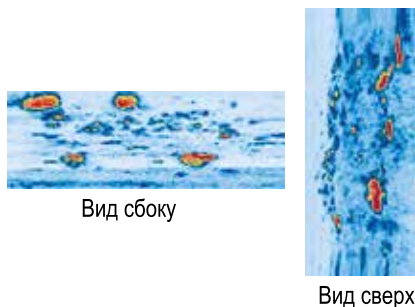


Рис. 4. Виды объекта

Запись процесса сканирования в память прибора позволяет нам документировать, а также детально проанализировать в любое время результаты контроля, создавая различные виды объекта (рис. 4).

Контроль лопаток турбогенераторов с помощью X-32

Приведем оценку возможностей технологии фазированной решетки на примере контроля замка турбинной лопатки с помощью дефектоскопа X-32.

Лопатки обладают сложной геометрией и ограниченным доступом к зонам контроля. Однако использование X-32, основанного на принципе фазированной решетки, дает возможность быстро и точно выявлять в замковой части лопаток дефекты, определять их местоположение и размеры. Место установки ФАР преобразователя показано на рис. 5. S-скан (секторный скан) позволяет легко и быстро интерпретировать полученные сигналы.



Рис. 5. Замок лопатки



Рис. 6. Отображение просканированной области лопатки

Для подтверждения достоверности результатов изображение, полученное на S-скане, было наложено на фотографию лопатки (рис. 6). Отображаемый профиль лопатки ясно демонстрирует возможности X-32: прибор позволяет легко находить дефекты даже в таких сложных объектах, как лопатка.

Очевидно, что для такого объекта оптимальные углы ввода составляют от 0° до 55° , при углах более 45° сигналы становятся менее четкими.

X-32 позволяет формировать отчеты (рис. 7) таким образом, что в них содержится информация о всех настройках прибора, размерах и координатах обнаруженных дефектов.

В результате полного исследования было обнаружено 3 дефекта в залке лопатки. Наименьшая обнаруженная трещина имела размер около 0,5 мм (рис. 8).

Результаты контроля показывают, что X-32 позволяет контролировать лопатки турбин более эффективно по сравнению с традиционными технологиями, основанными на применении одноканального ультразвукового дефектоскопа или рентгенографии.

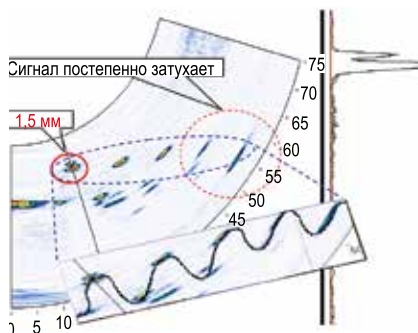


Рис. 7. Фрагмент отчета

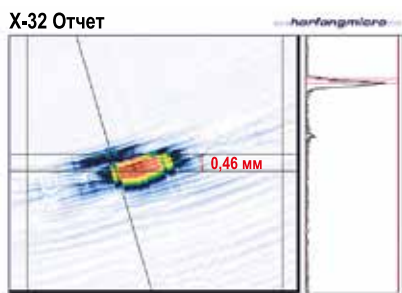


Рис. 8. Фрагмент отчета

Контроль резьбового соединения компрессорно-насосных труб, используя X-32

В процессе эксплуатации компрессорно-насосные трубы подвергаются значительным нагрузкам. Наибольшая часть этих нагрузок приходится на участки конического резьбового соединения. Под воздействием нагрузок в резьбе начинают развиваться трещины. Своевременное выявление наличия подобных дефектов является первоочередной задачей, возложенной на подразделения НК.

Одним из возможных решений данной задачи является использование дефектоскопа на фазированных решетках X-32 (рис. 9). За счет подвижности ультразвукового пучка появляется возможность «озвучить» резьбу трубы под различными углами. Результаты контроля конической резьбы КНТ представлены на рис. 10.

В данном случае был применен преобразователь с частотой 5 МГц. Вероятно, что при использовании более высокочастотного преобразователя, картина была бы более четкой. Тем не менее, можно с уверенностью сказать, что X-32 позволяет выявлять дефекты, возникающие в резьбе КНТ.



Рис. 9. Дефектоскоп X-32 и фрагмент КТН

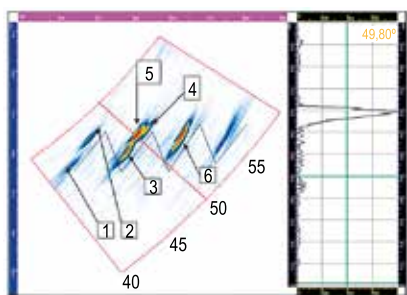


Рис. 10. Отчет по контролю резьбы КНТ: 1 — сигнал от впадины первого витка; 2 — сигнал от вершины первого витка; 3 — сигнал от впадины второго витка; 4 — сигнал от вершины второго витка; 5 — сигнал от дефекта на втором витке; 6 — сигналы от впадины и вершины третьего витка (слабо различимы)



Рис. 11. Фотография расслоения

Контроль расслоений с использованием X-32

Как известно, водородное растрескивание (стресс-коррозия, коррозионное растрескивание под напряжением) возникает в процессе наводороживания и при наличии различных нагрузок. Этот тип дефектов встречается на объектах химической, нефтехимической промышленности и на трубопроводном транспорте (рис. 11).

Для решения этой задачи идеально подходит метод линейного сканирования (*L*-скан) с использованием технологии фазированной решетки. Использование многоэлементных преобразователей (например, 128 элементов) позволяет захватывать большие области объекта контроля и тем самым значительно повысить производительность. При этом получаемый вид объекта (вид сбоку) является наиболее информативным для выявления дефектов типа расслоения и утонения стенки. Метод подходит как для ручного, так и для автоматизированного контроля.

Проанализировав *L*-скан, можно четко увидеть расслоения в объекте (рис. 12). Они находятся на глубине между 1,1 мм и 1,5 мм с раскрытием около 0,8 мм. Использование курсоров позволяет легко и корректно определить размеры и координаты расслоения.

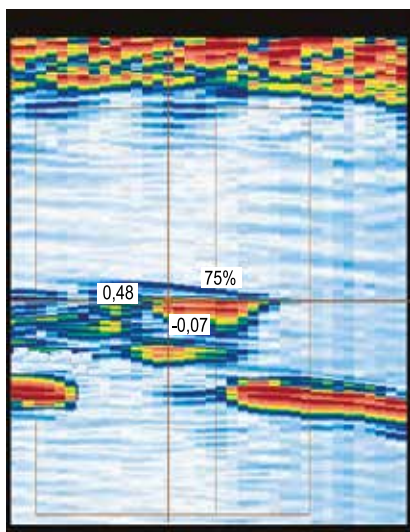


Рис. 12. L-скан расслоения

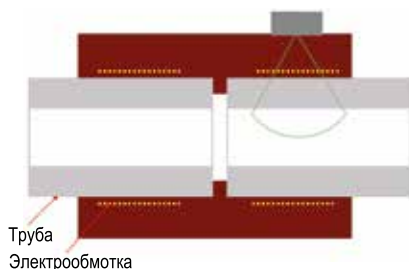


Рис. 13. Схема контроля

Контроль качества сварного соединения пластиковых труб

Используя технологию фазированной решетки и дефектоскоп X-32, можно определять качество сварки двух пластиковых труб с использованием сварочной муфты (рис. 13).

Так как труба выполнена из полимера, акустический импеданс в данном случае достаточно низкий по сравнению со сталью, тем не менее аппаратные возможности дефектоскопа позволяют генерировать сигнал для проведения контроля.

В сварочной муфте расположена электрообмотка; при пропускании через нее тока муфта нагревается по внутреннему диаметру и в результате нагрева два конца пластиковой трубы свариваются в единое целое с муфтой.

Решить задачу контроля сварного соединения на наличие несправов возможно с применением рентгенографии, одноканального ультразвука и метода фазированной решетки. В нашем случае ис-

пользование рентгеновского метода и стандартного ультразвукового метода будет крайне непроизводительно и достаточно сложно с точки зрения интерпретирования данных из-за наличия слоя электрообмотки в объекте контроля. Применение метода фазированной решетки позволяет эффективно проконтролировать сварное соединение. Критерием качества сварного соединения может служить донный сигнал, отраженный от внутренней поверхности стенки трубы и прошедший между нитями обмотки.

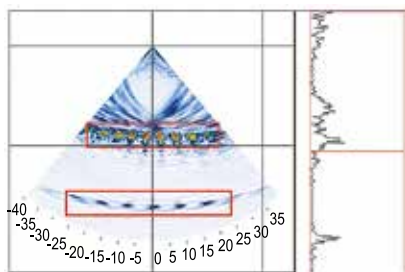


Рис. 14. Фрагмент отчета

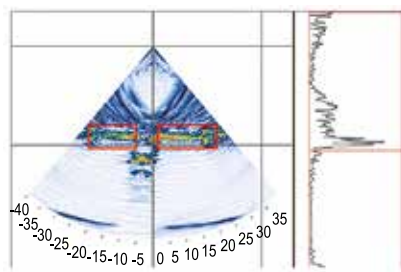


Рис. 15. Фрагмент отчета

В процессе исследования были получены отличные результаты, которые представлены на S-сканах с углами ввода от -40° до 40° с использованием продольной волны.

В случае качественной сварки отраженный сигнал появляется на глубине, соответствующей толщине стенки трубы. На S-скане видно, что сварное соединение выполнено качественно и непроваров нет. Все отражения находятся на одном расстоянии и четко различимы (рис. 14).

Если же отражение отсутствует — это свидетельствует о том, что ультразвуковые волны не могут преодолеть границу между внутренним диаметром муфты и наружным диаметром трубы, что говорит о наличии непровара. На S-скане (рис. 15) изображена центральная часть муфты, где отсутствовала электрообмотка, и соответственно нагрев в этой области не происходил. В результате мы видим два сильных отражения от внутренней поверхности стенки муфты и не наблюдаем отражений от внутренней поверхности трубы, как в предыдущем примере. Это говорит о том, что в этой области присутствует непровар.

Вывод

X-32 — портативный дефектоскоп с высоким разрешением, использующий принцип фазированной решетки и позволяющий визуализировать результаты контроля, программно управлять углом наклона ультразвукового луча, изменять фокусное расстояние и размер фокусного пятна, контролировать с высокой производительностью, определять координаты и размеры дефектов, документировать процесс контроля и полученные результаты.