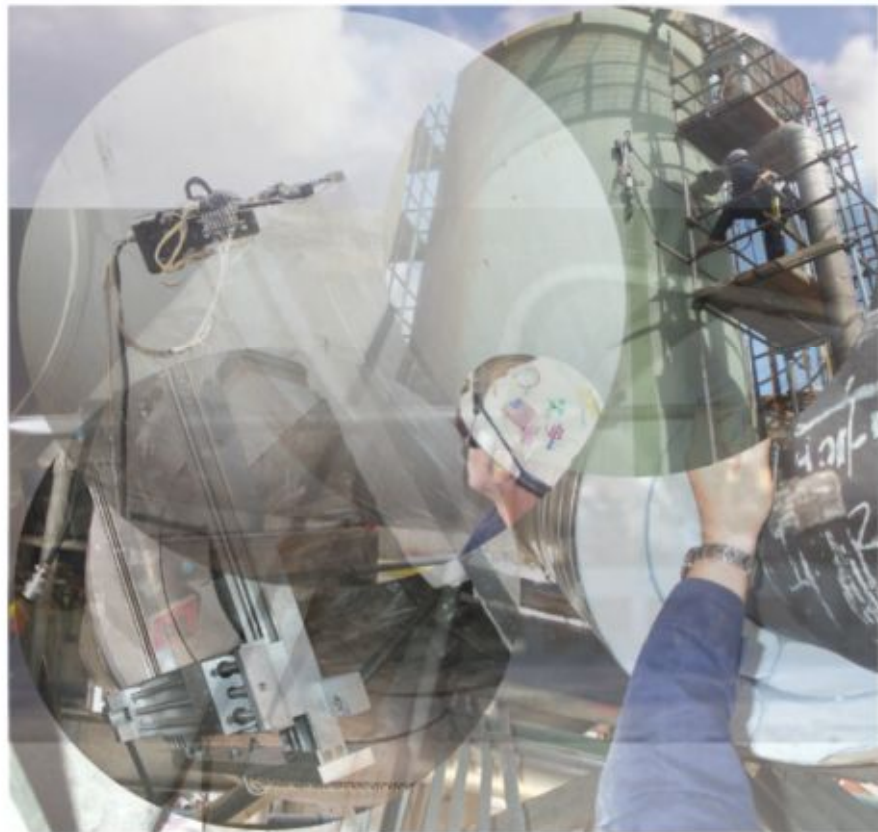


**Mechanical  
Integrity**

## **Автоматизированный Ультразвуковой Контроль**



Обследование больших участков трубопроводов и резервуаров – быстрота, безопасность, точность.



## ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированная система УЗК TD-SCAN разработана компанией Technology Design. Интегрированные в систему методики (TOFD, эхо-импульсный метод, картирование коррозии, фазированные решётки) позволяют проводить неразрушающий контроль трубопроводов и резервуаров, использующихся в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Пользователю предоставляется реальная картина обследуемого материала, что ускоряет процесс обнаружения дефектов. Все данные регистрируются в цифровой форме.

## ТЕХНОЛОГИЯ

В автоматизированных системах ультразвукового контроля для генерации ультразвука в обследуемом материале используются стандартные и специальные преобразователи. Преобразователи устанавливаются на передвижном дефектоскопе (=кроулере), который позволяет контролировать большие участки поверхности резервуаров и трубопроводов. Собранные данные отображаются на экране в виде цветных изображений A-Scan, B-Scan, C-Scan, и D-Scan развёрток.

В случае A-scan развёртки, амплитуда сигнала отображается в виде отклонения по вертикали от горизонтальной линии развёртки (ось времени).

Развёртки B-scan и D-scan представляют собой двумерное изображение плоскостей поперечного сечения обследуемого объекта. Эти развёртки используются при выявлении таких дефектов, как расслоения, раковины, эрозия и коррозия.

Развёртка C-scan представляет собой двумерное изображение объекта в плане. Цветовая шкала глубины позволяет получить качественное изображение объекта, структура которого аналогична топографической карте.



### Эхо-импульсный метод

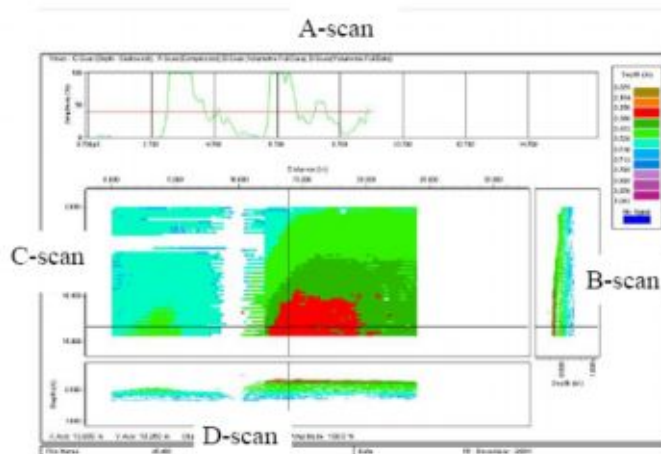
Согласно эхо-импульсному методу, дефекты определяются по отражённому эхо-сигналу. Это самый распространённый метод ультразвукового контроля, в котором, как правило, для генерации и приёма ультразвукового сигнала используется один или несколько преобразователей. Существует несколько способов использования данного метода, каждый из которых позволяет получить необходимую информацию об обследуемом объекте.

- **Картирование коррозии**

В настоящее время картирование коррозии является одной из наиболее часто используемых методик УЗК. Она предоставляет инженерам и дефектоскопистам надёжную информацию об остаточной толщине стенки и внутренней геометрии объекта (оборудования, трубопровода). Полученная информация позволяет определить скорость коррозии, оценить долговечность оборудования, установить циклы ТО и ремонта.



При помощи картирования коррозии можно также получить информацию о целостности объекта контроля, например, о наличии расслоений и раковин, которые могут образоваться в результате миграции атомов водорода сквозь материал. Автоматизированная система УЗК позволяет просканировать порядка 75 м<sup>2</sup> поверхности за один рабочий день. УЗК резервуаров и трубопроводных систем нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов способствует выявлению существующих проблемных участков и определению возможности появления таких участков в будущем. Методика картирования коррозии позволяет получить цифровые изображения, которые могут быть сохранены и использованы впоследствии для сравнения и анализа. Повторное картирование коррозии проводится для определения развития дефектов во времени и оценки годности объекта к эксплуатации.



Примеры А, В, С и D-Scan развёрток

### Контроль сварных швов с использованием эхо-импульсного метода



Кроулер выполняет АУЗК кольцевого сварного шва резервуара.

Эхо-импульсный метод использует один или несколько преобразователей с различными углами ввода для поиска неоднородностей и дефектов сварного шва. Данные преобразователи могут монтироваться в акустическом блоке кроулера для быстрого и надёжного контроля протяжённых сварных швов (по сравнению с ручным сканированием). В зависимости от толщины материала и угла ввода может применяться сканирование перпендикулярно сварному шву, выполняемое одновременно с обеих сторон шва. Эхо-импульсный метод позволяет проводить контроль всего объёма материала с целью получения полной информации о дефекте (местоположение, размеры, тип). Любые найденные при помощи автоматизированной системы УЗК дефекты проверяются вручную сертифицированным специалистом.

Эхо-импульсным методом можно проконтролировать большинство сварных швов резервуаров и трубопроводов (до 90 погонных метров в день). Это наиболее широко используемый метод для контроля сварных швов на сегодняшний день.

- **Зонный контроль сварных швов**

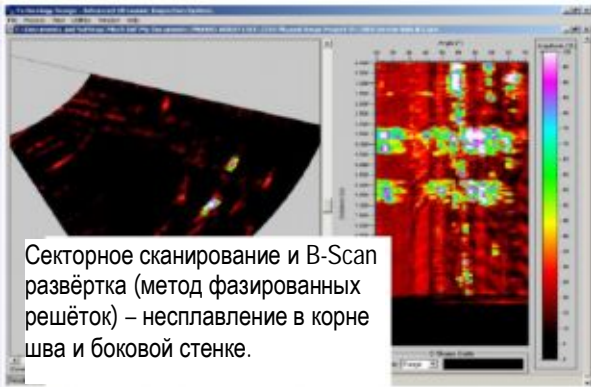
Даная технология автоматизированного УЗК также использует один или несколько преобразователей, которые (в зависимости от толщины материала и угла ввода) располагаются на определённом расстоянии с одной или с двух сторон от сварного шва. При этом каждый ультразвуковой преобразователь отвечает за определённую зону сварного шва. При использовании этой методики сканер передвигается вдоль сварного шва. Зонный контроль - одна из самых высокоскоростных методик сканирования (до 150 погонных метров в день), которая позволяет обнаружить дефект и определить его линейный размер.



Ручная система сканирования для зонного контроля сварных швов

## Фазированные решётки

Технология с использованием фазированных решёток является одной из последних разработок в области УЗК, которая предоставляет множество различных инструментов контроля, таких как управление углом ввода или управление фокусировкой луча. Это позволяет пользователю инспектировать определённые участки сварного шва, используя различные углы ввода и фокальные законы. Результаты могут быть представлены в виде A-scan, B-scan, C-scan развёрток, либо в виде изображения сектора сканирования. Данный метод может применяться как в автоматическом, так и в ручном режиме, причём даже при ручном сканировании обследование проводится намного быстрее, чем при ручном контроле с использованием стандартных преобразователей.



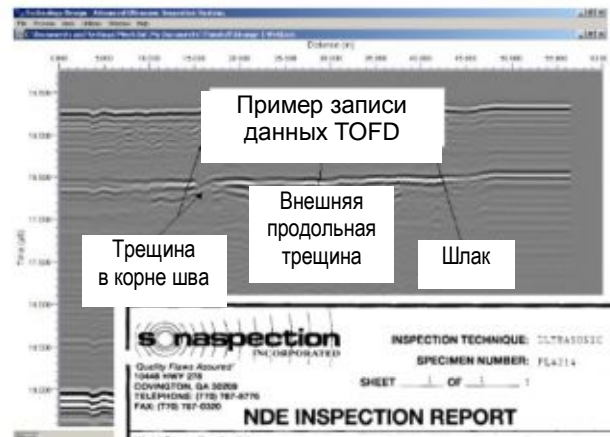
Секторное сканирование и B-Scan развёртка (метод фазированных решёток) – несплавление в корне шва и боковой стенке.



Датчик с фазированной решёткой при контроле сварного шва толщиной 0,5 дюйма (12,7 мм) в водяной ванне.



Датчик с фазированной решёткой и призма



Пример записи данных TOFD

Трещина в корне шва

Внешняя продольная трещина

Шлак

## TOFD (дифракционно-временной метод)

Эта технология основана на измерении разности прохождения дифракционной волны и является очень точным инструментом определения дефектов при контроле сварных соединений. При помощи двух преобразователей (передающего и принимающего) в обследуемый материал под заданным углом ввода подаются ультразвуковые волны сжатия (продольные) или сдвига (поперечные). В большинстве случаев можно осуществить контроль по всему объёму объекта. Экран режима TOFD представляет собой комбинацию чёрных и белых волн или линий. Каждый положительный или отрицательный



Датчики TOFD на эталонном образце



полуволновой цикл записывается в соответствии с типом моды волны и положения строка во времени. Неоднородности отображаются в виде разрывов в волнах или как дополнительные волны между линиями мод.

TOFD является намного более чувствительным методом по сравнению с эхо-импульсным и используется в основном для определения размеров дефектов.

**s naspection** INCORPORATED  
Quality First Always!  
10448 HWY 278  
DUNWOODY, GA 30098  
TELEPHONE: (770) 967-6776  
FAX: (770) 767-0300

INSPECTION TECHNIQUE: ULTRASONIC  
SPECIMEN NUMBER: FGA214  
SHEET 1 OF 1

### NDE INSPECTION REPORT

Weld Cross Section(s)

DEFECT No.	DEFECT TYPE	DEFECT LENGTH (mm/in)	DISTANCE FROM SURF (mm/in)	MAX BY INDICATION	AREA
1	Root Crack	0.83	3.74	+32	70°
2	Toe Crack	6.53	5.90	+30	45°
3	Slag	0.79	3.09	+30	90°

COMMENTS:

INSPECTOR: D. Scott  
CHECKED: D. Redetti  
QUALIFICATION: ASNT III  
SIGNATURE:

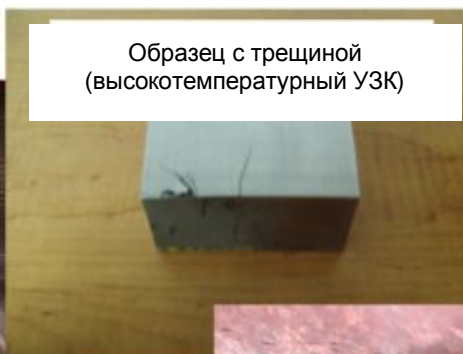
COMPANY SEAL  
DATE: OCT 27 1998

## СКАНЕРЫ И СИСТЕМЫ

Каждая система ультразвукового контроля разработана и изготовлена с учётом ежедневной эксплуатации в жёстких условиях нефтехимических производств. Все автоматизированные кроулеры оборудованы системами охлаждения для поддержания их работоспособности при высоких температурах (в частности, кроулеры успешно применялись при температурах до 371,1°C). Также вместе со сканером поставляется специальный блок акустического контакта, который обеспечивает высокое качество передачи ультразвукового сигнала в обследуемый объект. Всё это позволяет дефектоскопистам осуществлять сбор данных с высокой точностью даже при повышенных окружающих температурах.



Высокотемпературный сканер, работающий при температуре 371,1°C



Образец с трещиной (высокотемпературный УЗК)



Контроль дна резервуара при помощи автоматизированной системы УЗК

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ УЗК

Помимо значительной экономии средств по сравнению с ручным сканированием, имеются также дополнительные преимущества автоматизированных методов УЗК:

- Возможность контроля изделий из чёрных и цветных металлов.
- Возможность работы при высоких температурах.
- Подробные отчёты об обследовании в цифровой форме.
- Доступность результатов для последующих обследований при выходе из строя или для мониторинга.



*УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ДО ТОГО, КАК ОНИ СТАНУТ  
РЕАЛЬНЫМИ ПРОБЛЕМАМИ*