



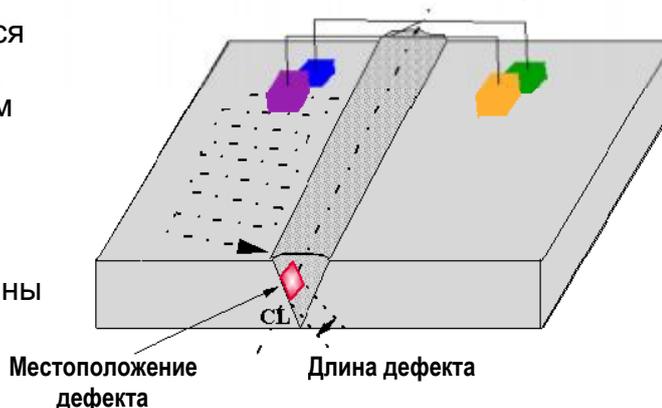
## Контроль сварных швов коксового барабана

### Аннотация

Стандартный ультразвуковой контроль сварных швов коксового барабана подразумевает использование эхо-импульсного метода или метода TOFD. В то же время, разработанная недавно технология фазированных решёток обеспечивает более быстрое и более точное обнаружение и определение местоположения трещин в сварных швах.

В эхо-импульсном методе используются по три преобразователя с каждой стороны сварного шва (один с нулевым углом ввода - продольная волна; два наклонных, с углом ввода  $60^\circ$  или  $70^\circ$ ). Преимущество данной методики заключается в предоставлении информации о местоположении трещины в шве и точном измерении её длины.

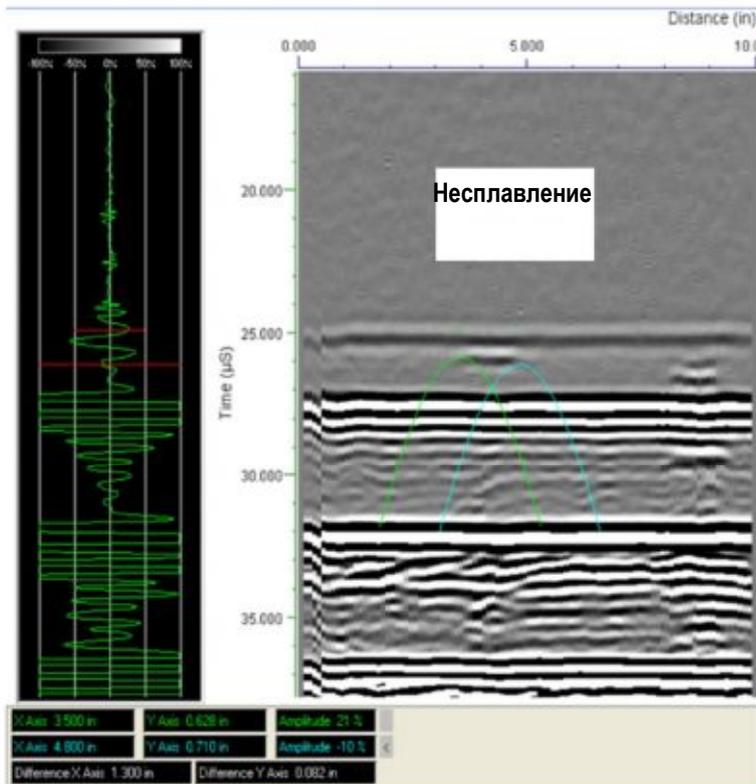
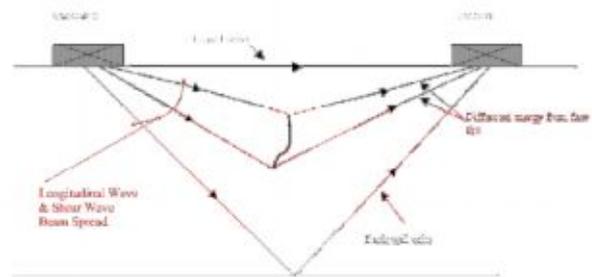
Контроль сварного шва эхо-импульсным методом



В качестве альтернативы эхо-импульсному способу применяется TOFD методика, в которой для передачи ультразвуковых волн (продольных, поперечных, боковых) в обследуемый участок сварного шва используются многомодовые преобразователи. Данный метод позволяет обнаружить и с высокой точностью определить длину отражателей и глубину их расположения. Первоначально он был разработан для ядерной промышленности в качестве измерительной методики, а недавно стал использоваться для обнаружения и определения размеров дефектов. Методика TOFD малочувствительна к обнаружению небольших дефектов, открытых с одной стороны (например, внешних продольных трещин). Для обнаружения таких дефектов можно использовать метод ACFM (технология измерения поля переменного тока) или вихретоковый контроль.



На приведённом справа рисунке показана схема генерации ультразвука посредством TOFD преобразователей. Для швов толщиной менее 38,1 мм при правильном подборе и размещении преобразователей обследование может быть выполнено за один проход.

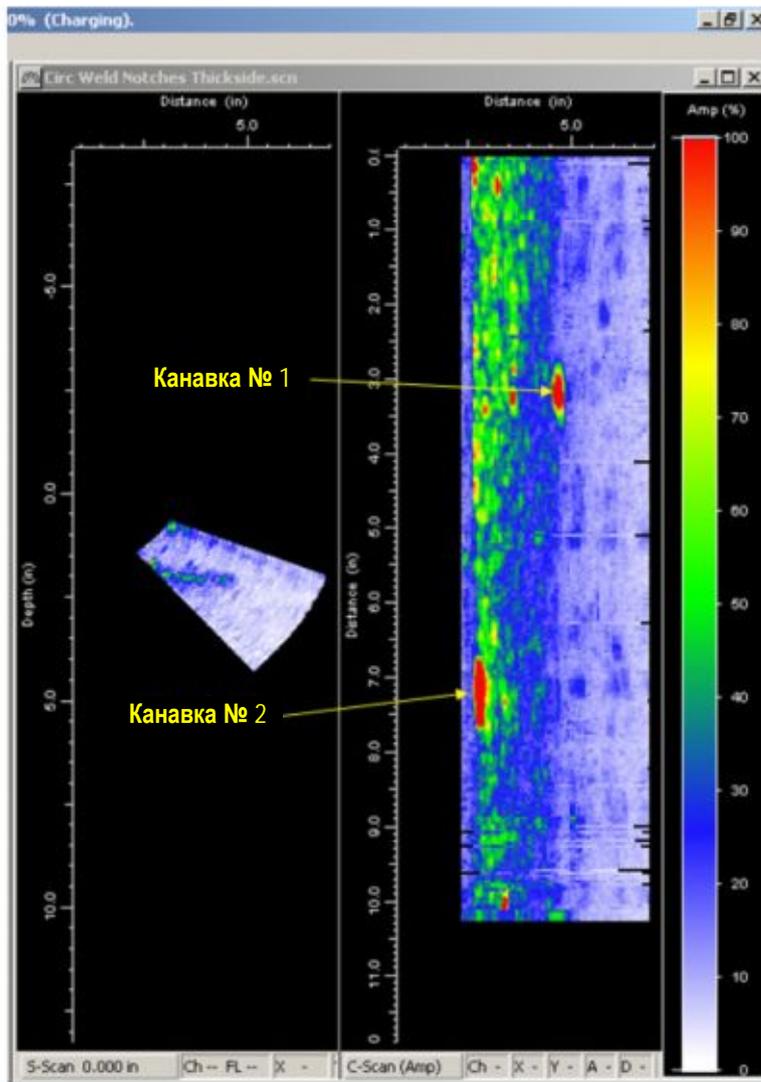


На рисунке слева показаны два экрана – экран с невыпрямленным (радиочастотным, «RF») сигналом и экран на основе шкалы серого. Последний экран содержит пакетированное изображение «RF» сигнала, в котором каждая вертикальная линия соответствует позиции вдоль оси сварного шва. Проблемные области определяются по возмущениям на экране и могут быть идентифицированы по значениям длины и глубины, указанным в полях в нижней части рисунка. Первая амплитудная группа на экране шкалы серого соответствует боковой волне, вторая группа – поперечной волне, а третья группа – продольной волне. Дефекты, регистрируемые между боковой волной и поперечной волной, часто регистрируются повторно между продольной волной и поперечной волной.

Хотя методика фазированных решёток известна уже в течение некоторого времени, только в последние несколько лет было разработано программное обеспечение, способное отображать данные в формате, который позволяет с высокой точностью определять местоположение и размеры дефектов для различных конфигураций сварного шва. В коксовом барабане имеется несколько проблемных областей (сварных швов): корпус - корпус, корпус – крышка, корпус – юбка. В настоящем документе рассмотрены кольцевой сварной шов корпуса и сварной шов юбки.

## Mechanical Integrity

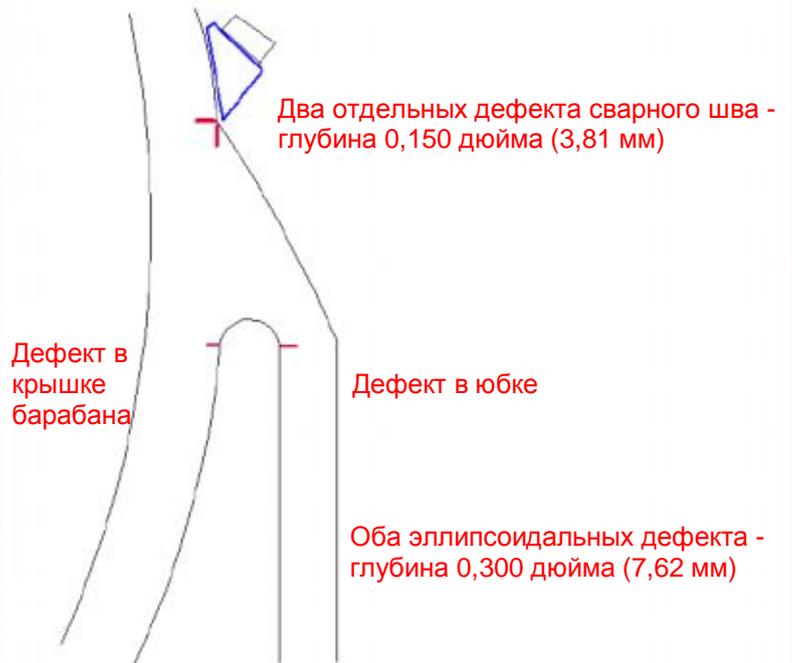
На фотографии справа показан сварной шов корпуса, который обследовался только с одной стороны. Сигналы корректировались с учётом длины хода луча, а амплитуды сигналов выравнивались для данного угла. Получены следующие данные:



Обнаружены две канавки, расположенные с противоположных сторон плиты. После этого плита была просканирована с одной стороны (с большей толщиной) при помощи датчика с фазированными решётками. Отражатели, расположенные на одной и той же глубине, отображаются на экране с примерно одинаковой амплитудой и корректным относительным расположением (один отражатель на ближней стороне, а другой - на дальней стороне корня сварного шва).



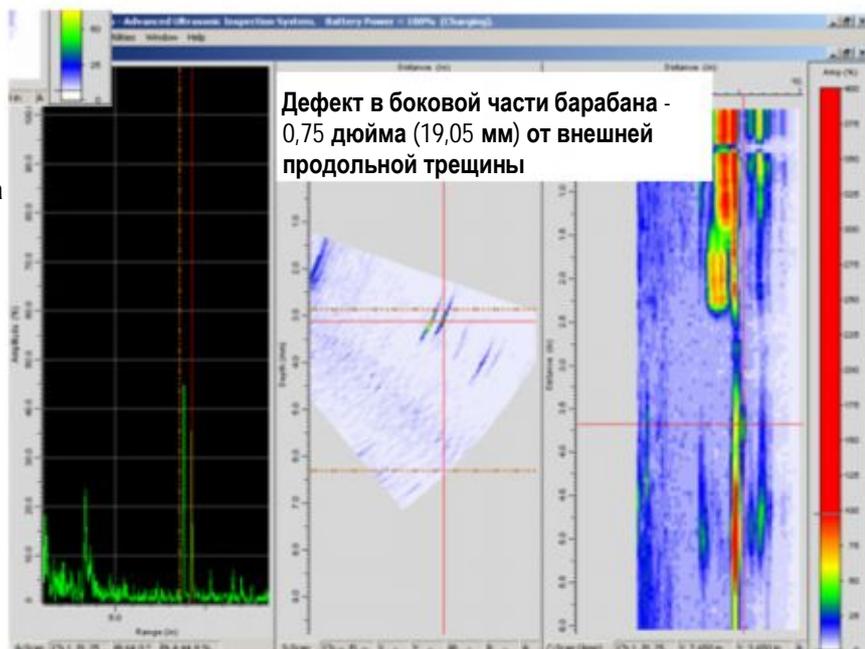
Конфигурация преобразователя



При использовании функции согласования элементов все отражатели обнаруживаются за один проход и характеризуются примерно одинаковой амплитудой.

Сварной шов юбка – корпус, а также отражатели, соответствующие дефектам типа канавок, были смоделированы в образце углеродистой стали. Критические углы были рассчитаны таким образом, чтобы ультразвуковая волна отражалась от каждой потенциальной проблемной области (трещины). Для проверки расчётов был выполнен ультразвуковой контроль по методу фазированных решёток.

В качестве примера показан график, на котором видно, что отражатель расположен со стороны корпуса рядом с развилкой с внутренней стороны шва.





На приведённом справа рисунке показан ход ультразвукового луча при использовании датчика с фазированными решётками. В результате обнаружен отражатель, который расположен рядом с развилкой с внутренней стороны между юбкой и корпусом. Обнаружение данного дефекта с использованием стандартного ультразвукового контроля было бы чрезвычайно затруднено.

