

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭХОСИГНАЛОВ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ СЛОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ



СЕМЕРЕНКО Алексей Владимирович

Руководитель отдела средств НК, ООО «ПАНАТЕСТ», Москва

Настоящая статья знакомит с методами контроля таврового соединения с помощью классического ультразвукового дефектоскопа (УЗД) с использованием программного обеспечения (ПО) Интерскан.

Соединение может быть выполнено дуговой, электрошлаковой, газовой, газопрессовой, электронно-лучевой, лазерной и стыковой сваркой оплавлением или их комбинациями в сварных изделиях из металлов и сплавов для выявления следующих несплошностей: трещин, непроваров, пор, неметаллических и металлических включений.

Тавровое сварное соединение состоит из двух пластин, приваренных друг к другу под углом 90° в форме буквы Т. Широко используемые в производстве продукции Т-образные соединения могут иметь одно- или двухсторонние сварные швы. Швы могут быть частично или полностью проплавленными.

Из-за сложной геометрии Т-соединения при контроле только с помощью А-скана возможно возникновение проблем с интерпретацией эхосигналов. Из-за небольшой неточности расположения

ПЭП или угла отражения УЗ можно спутать сигнал, полученный с учетом особенностей геометрии объекта контроля (ОК), с сигналом от дефекта в сварном шве. Подобные ситуации могут привести к неправильным выводам и ненужному ремонту.

Используя Интерскан (ИС) и классический УЗД, контролер может точно определить местоположение отражателя и быть более уверенным в результатах контроля. Возможность сделать снимок экрана позволяет создавать более подробные отчеты, предоставляя четкие изображения расположения дефектов в зоне сварки.

Эта уникальная особенность делает ИС идеальным инструментом для контроля Т-образных соединений.

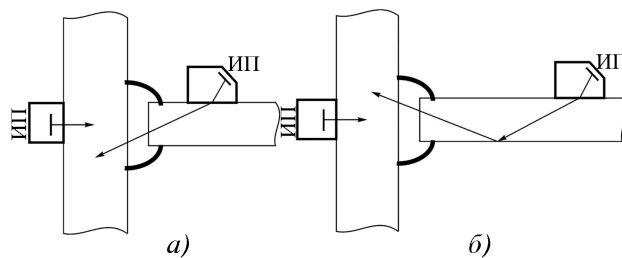


Рис. 1. Схемы прозвучивания таврового соединения прямым (а) и однократно-отраженным (б) лучами прямым и наклонным совмещенными ПЭП

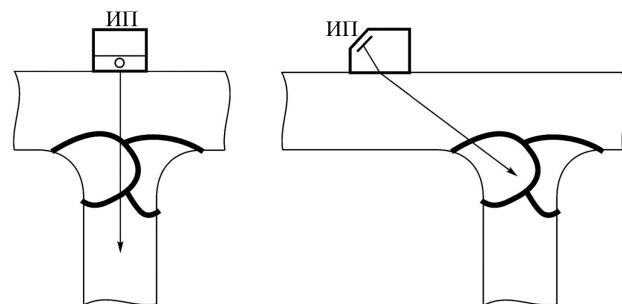


Рис. 2. Схемы прозвучивания таврового соединения прямым лучом наклонным совмещенным ПЭП

Основные способы контроля, схемы прозвучивания и способы сканирования Т-соединений изложены в ГОСТ Р 55724—2013 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые» (рис. 1, 2).

Допускается применение других схем прозвучивания, приведенных в технологической документации на контроль.

Непровар

Непровар возникает в ситуациях, когда основной металл не плавится во время сварки, что приводит к отсутствию соединения. Для Т-соединений при сварке двух пластин возможно существование области, предусмотренной технологией, с отсутствием проплавления (технологический непровар). При сварке с полным проплавлением эта область должна быть проплавлена полностью. В первом случае она контролируется на предмет наличия или отсутствия непровара. Во втором случае измеряется ее протяженность: устанавливаются начало и конец. Оптимальным способом обнаружения таких дефектов является использование прямого преобразователя с нижней поверхности соединения горизонтальной пластины (рис. 3). Однако это не всегда выполнимо.



а)



б)

Рис. 3. Контроль непровара прямым ПЭП:
а — ИС; б — фото дефекта

Ламинарный разрыв

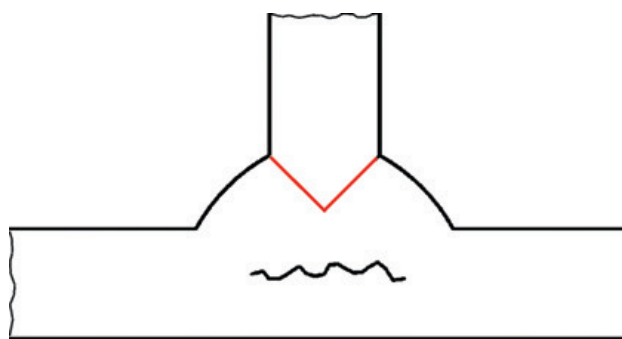
Ламинарный разрыв происходит при усадке металла сварного шва в сочетании с низкой пластичностью основного металла. Это приводит к очень высокой концентрации напряжений в основном металле в зонах, расположенных за пределами зоны термического влияния (ЗТВ) или вблизи нее. Разрыв, как правило, происходит параллельно поверхности оплавления сварного шва.

К сожалению, Т-образные соединения подвержены этому типу дефектов из-за высокой деформации по всей толщине металла.

Ламинарный разрыв можно легко обнаружить при контроле с нижней горизонтальной пластины вследствие его предсказуемой ориентации (рис. 4).



а)

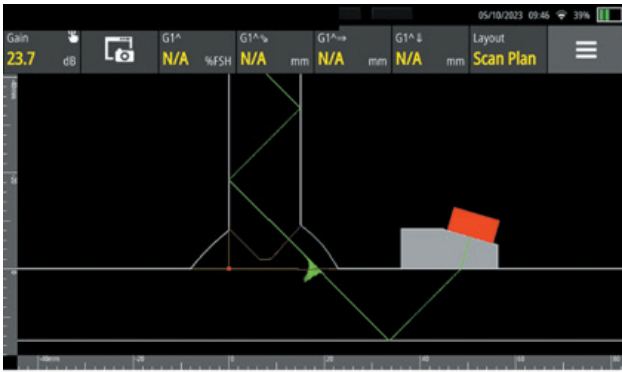


б)

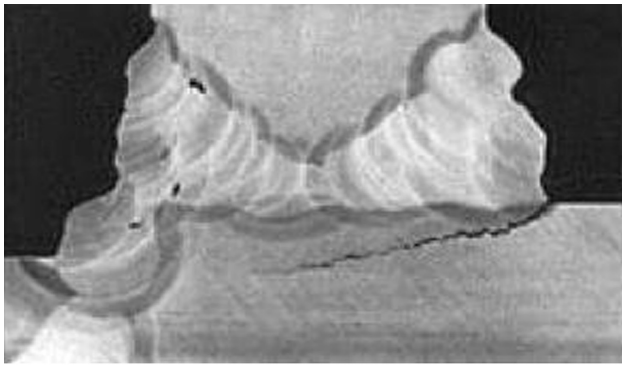
Рис. 4. Обнаружение разрыва на ИС (а) и диаграмма, показывающая местоположение разрыва в Т-соединении (б)

Трещина

Причина образования трещины — сочетание металлургических и механических воздействий на ОК. Обычно она возникает из-за ранее существовавших напряжений, вызванных тепловым расширением, усадкой при охлаждении, или тем и другим одновременно. Например, алюминиевые сплавы имеют высокий коэффициент теплового расширения и усадки при затвердевании.



а)



б)

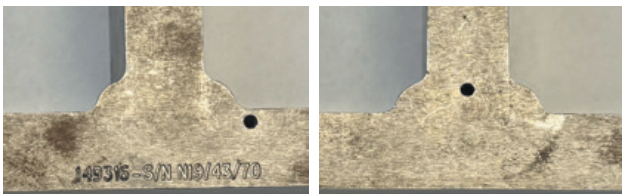
Рис. 5. Обнаружение трещины в Т-соединении: а — ИС; б — фото дефекта

В Т-соединении со сварными швами с обеих сторон вторая сторона подвержена более сильным механическим напряжениям. Следовательно, она будет более предрасположена к образованию трещин, как показано на рис. 5. Ориентацию трещин предсказать трудно.

Работа с образцом Т-соединения

Рассмотрим примеры использования ИС на демонстрационном образце Т-соединения. Образец выполнен из низкоуглеродистой стали, имеет два глухих цилиндрических боковых отверстия Ø2,5 мм, толщина пластин 15 мм (рис. 6).

Оборудование, используемое для проведения контроля: УЗД «Харфанг Вейф», наклонный ПЭП 4 МГц, 60°.



а)

б)

Рис. 6. Демонстрационный стальной образец Т-соединения с искусственными отражателями: а — БЦО1; б — БЦО2

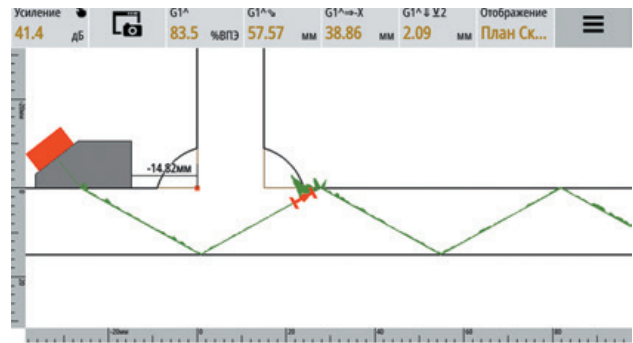
1. Выявление БЦО1

Сначала моделируется процесс контроля в ИС и определяются возможные положения ПЭП при угле ввода 60°. Ниже рассмотрены два наиболее характерных варианта.

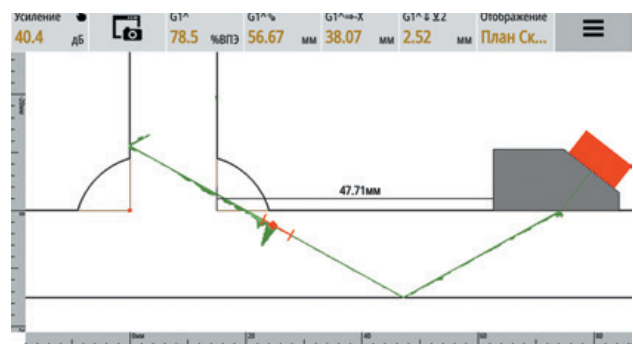
Отражатель можно выявить однократно отраженными лучами с левой (рис. 7, а, расстояние до вертикальной пластины 14,82 мм) и с правой (рис. 7, б, расстояние до вертикальной пластины 47,71 мм) сторон соединения.

Проведение контроля по варианту рис. 7, а включает в себя следующие этапы:

- 1) установку ПЭП на горизонтальную пластину слева от шва, как показано на рис. 8;
- 2) сканирование ПЭП по поверхности с выявлением максимального сигнала от БЦО1 однократно отраженным лучом;
- 3) замер линейкой расстояния от ПЭП до точки отсчета (до вертикальной пластины) на ОК. Оно равно 14,82 мм;
- 4) «перетаскивание» пальцем ПЭП на сенсорном дисплее прибора на это же расстояние;
- 5) получение ИС с локализацией отражателя на ОК. Аналогично проводится контроль по варианту рис. 7, б.



а)



б)

Рис. 7. Выявление БЦО1:

а — однократно отраженным лучом с левой стороны соединения; б — однократно отраженным лучом с правой стороны соединения

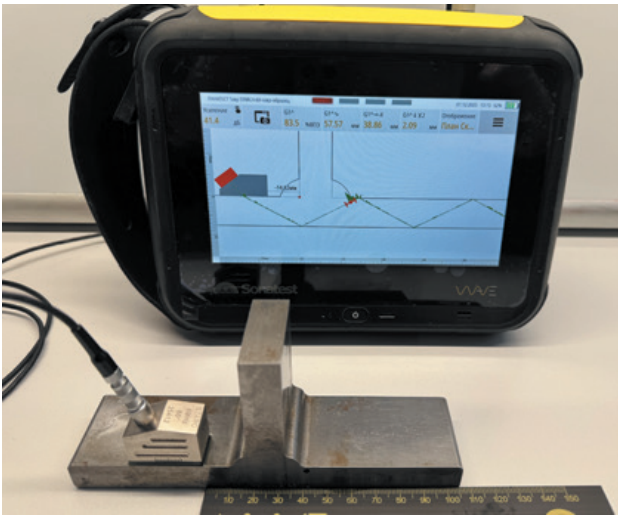


Рис. 8. Контроль по варианту рис. 7, а

2. Выявление БЦО2

Как и в первом случае, моделируется процесс контроля в ИС и определяются возможные положения ПЭП при угле ввода 60°.

Ниже рассмотрены два наиболее характерных варианта. Отражатель можно выявить однократно отраженными лучами с горизонтальной (рис. 9, а) и вертикальной (рис. 9, б) пластин.

Проведение контроля по варианту рис. 9, а включает в себя следующие этапы:

- 1) установку ПЭП на горизонтальную пластину слева (или справа) от шва;
- 2) сканирование ПЭП по поверхности с выявлением максимального сигнала от БЦО2 однократно отраженным лучом;
- 3) замер расстояния от ПЭП до точки отсчета (до вертикальной пластины) на ОК. Оно равно 42,81 мм;
- 4) «перетаскивание» пальцем ПЭП на сенсорном дисплее прибора на 42,81 мм;
- 5) получение ИС с локализацией отражателя на ОК.

Следует обратить внимание на очень важный момент в примере № 2.

На ИС (см. рис. 9, б) видны два эхосигнала на однократно отраженном луче. Первый отражается от БЦО2, а второй — от поверхности сварного шва. Таким образом, ИС помогает правильно идентифицировать эхосигналы!

В дефектоскопе имеется возможность вывести на дисплей одновременно А-скан и ИС (рис. 10).

Заключение

Предлагаемая технология повышает уверенность дефектоскопистов и заказчиков в результатах контроля, предоставляя помощь:

- в правильной идентификации и интерпретации эхосигналов;



а)



б)

Рис. 9. Выявление БЦО2 однократно отраженным лучом с вертикальной (а) и горизонтальной (б) пластин

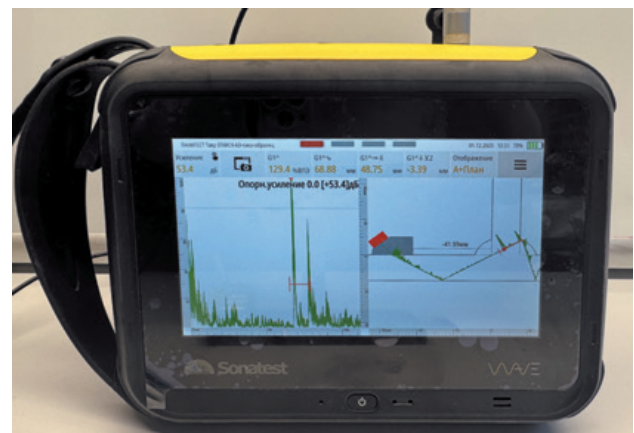


Рис. 10. Одновременный вывод на дисплей А-скана и ИС. Выявление БЦО2

- в разработке технологических карт на контроль;
- в разработке методик контроля;
- в определении технических возможностей проведения контроля на стадии проектирования ОК;
- в оценке пригодности конструкции к контролю;
- в повышении достоверности контроля;
- в проведении эффективного обучения по НК.