



Технологии НК

Peculiarities of Inspection of Welding Joints of Stainless Steel Using Phased Array Flaw Detector

S. N. Ponomarev, M. V. Guchin, I. I. Michailov

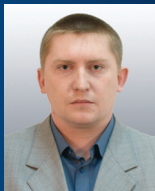
Results of researches on development of technology of ultrasonic inspection of austenitic welding joints with the use of ultrasonic phased array flaw detector Omniscan are given. Parameter settings of flaw detector for inspection are determined. The inspection of pipeline samples is done, the results are analyzed with the use of software TomoView. Metallographic examination of samples proved the accuracy of selected parameter settings of the flaw detector and inspection technology. The technology is applied to real objects inspection.

Особенности контроля сварных соединений из нержавеющей стали с применением дефектоскопа с фазированной решеткой

Об авторах



Пономарев Сергей Николаевич
Начальник лаборатории НК ООО НТЦ «Камертон» г. Жуковский, специалист II уровня по ультразвуковому, магнитному, капиллярному, визуальному и измерительному видам НК.



Гущин Максим Владимирович
Технический Директор ООО НТЦ «Камертон», специалист II уровня по ультразвуковому и акустико-эмиссионному видам НК.



Михайлов Игорь Игоревич
Технический Директор ЗАО «Панатест НК» г. Москва, специалист III уровня по ультразвуковому виду НК.

В последние годы ультразвуковые методы контроля совершенствовались быстрыми темпами. Благодаря возможности надежного выявления наиболее опасных дефектов (трещин, непроваров, расслоений) УЗК широко применяется в различных отраслях промышленности, строительства и энергетике.

Однако применение ультразвуковых методов для контроля сварных соединений сталей аустенитного класса осложняется высоким уровнем структурных помех и большим затуханием. За последние годы в России достигнуты положительные результаты при УЗК аустенитных сварных соединений. Было разработано несколько ультразвуковых методик контроля, позволяющих надежно выявлять внутренние дефекты в сварных соединениях. (В мире НК, № 1(19), 2003 г., Дефектоскопия № 10, 2006 г.).

Основным недостатком ручного УЗК является отсутствие фиксации и архивации данных контроля, так как ранее существующие ультразвуковые дефектоскопы не позволяли этого делать.

Параллельно с развитием ручного УЗК шло развитие автоматизированных и полуавтоматизированных средств УЗК, обеспечивающих фиксацию и архивацию результатов контроля.

В настоящее время наиболее перспективными средствами УЗК являются ультразвуковые дефектоскопы нового поколения, использующие компьютерные технологии, которые позволяют не только реализовать традиционные методы ультразвуковой дефектоскопии, но и получать изображения несплошностей в сечении сварного соединения, фиксировать и архивировать результаты контроля. К таким приборам относятся дефектоскопы, применяющие пьезоэлектрические ультразвуковые преобразователи с фазированной решеткой (УЗФР).

Это поколение дефектоскопов с УЗФР позволяет проводить контроль объекта с изменением угла ввода, что обеспечивает озвучивание несплошности под различными углами в заданном диапазоне секторного сканирования. Это позволяет резко уменьшить влияние ориентации несплошности на амплитуду полезного эхо-сигнала, что в свою очередь приводит к увеличению соотношения «сигнал от несплошности/структурный шум» и как следствие повышению достоверности контроля. Кроме того, за счет существенного увеличения зоны прозвучивания в плоскости качания луча в сравнении с традиционным методом УЗК, появилась возможность заменить традиционное сканирование по траектории «меандр» на линейное перемещение вдоль оси сварного соединения без увеличения вероятности пропуска несплошностей.

При проведении УЗК аустенитных сварных соединений необходимо учитывать, что, как правило, они имеют сложную конструкцию с внутренней проточкой, различной по размерам и конфигурации. Также в сварных соединениях присутствуют остаточные сварочные напряжения. Дополнительными особенностями контроля является то, что обычно доступ к сварному соединению ограничен из-за различных строительных и металлических конструкций (соседних трубопроводов), а также из-за расположения сварных соединений в различных пространственных положениях.

Для решения задачи контроля аустенитных сварных соединений был применен ультразвуковой дефектоскоп OmniScan производства фирмы «Olympus», торговая марка «R/D Tech», с линейным УЗФР 5L16-A1 (производства той же фир-

мы), закрепленным на сменной призме SA1-N60S. Испытания проводились на 40 образцах трубопроводов из стали марки 08X18H10T толщиной от 12 до 18 мм.

На первом этапе была определена концепция технологии контроля аустенитных сварных соединений:

- контроль сварных соединений должен проводиться за один проход;
- УЗФР перемещается вдоль оси свар-

роля сохранена отдельным файлом в памяти дефектоскопа.

На третьем этапе был проведен контроль сварных соединений на образцах трубопроводов. Контроль проводился с двух сторон сварного соединения. Весь процесс контроля отображался на экране OmniScan в реальном времени, что позволяет оператору наблюдать за процессом сканирования, корректировать

так и на компьютере с помощью специализированной программы TomoView, производства фирмы «Olympus», торговая марка «R/D Tech». При анализе оценивались: амплитуда эхо-сигнала, глубина залегания, протяженность, вид полученного изображения на В-скане, место расположения несплошности относительно оси сварного соединения и координаты от начала сканирования.

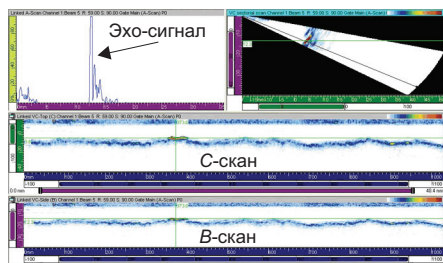


Рис. 1. Образец №1. Сторона сканирования N

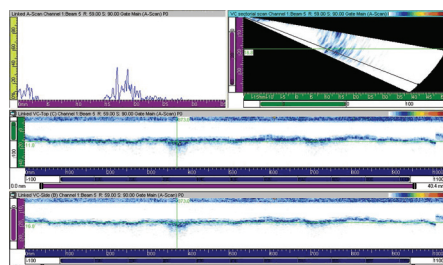


Рис. 2. Образец №1. Сторона сканирования P

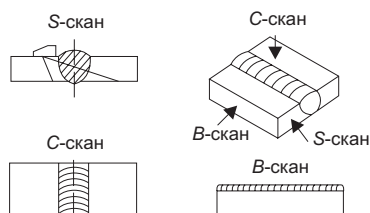


Рис. 3. Схема отображения сканов

ного соединения, исключая поперечное сканирование;

- УЗФР располагается вплотную к валику усиления сварного соединения;
- Также были определены оптимальные шаг и скорость сканирования.

На втором этапе была произведена настройка дефектоскопа и калибровка УЗФР. Важный момент при настройке – это выбор углов ввода УЗФР при секторном сканировании для обеспечения максимального объема прозвучивания сварного соединения. Затем, исходя из разделки сварного шва, было подобрано фокусное расстояние и выставлена область контроля. Еще одним значимым моментом является калибровка УЗФР по углам ввода, выбранного сектора сканирования, так как это дает одинаковую амплитуду эхо-сигнала от одного и того же отражателя. На заключительном этапе настройки подобрана чувствительность для контроля аустенитных сварных соединений. Созданная настройка конт-

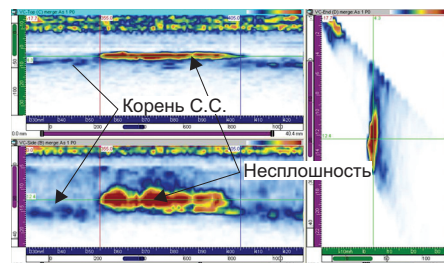


Рис. 4. Несплошность в образце № 1

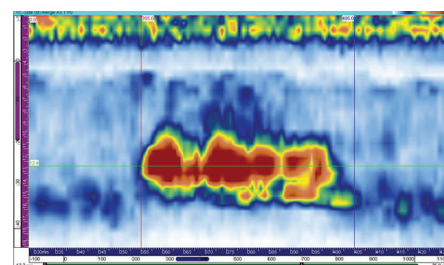


Рис. 5. Несплошность в образце № 1

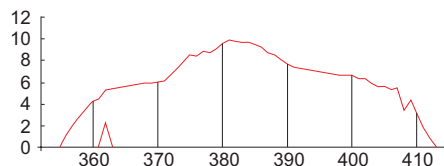


Рис. 6. Диаграмма несплошности в образце № 1 в координатах 355 – 412 мм, построенная по результатам МГИ

траекторию сканирования, определять качество акустического контакта УЗФР с поверхностью объекта, определять места для дальнейшего анализа.

На рис. 1 в верхнем левом окне представлен А-скан эхо-сигнала от несплошности в сварном соединении образца для стороны сканирования N. В верхнем правом окне представлено изображение S-скана при секторном сканировании (вид перпендикулярно оси сварного соединения). В среднем окне представлено изображение C-скана (вид сверху). В нижнем окне представлено изображение B-скана (вид вдоль оси сварного соединения). Аналогичные результаты представлены на рис. 2 для стороны сканирования P.

На рис. 3 представлено схематическое изображение проекций шва с соответствующими сканами.

Данные по контролю (А-сканы для всех положений и углов сканирования) были занесены в память дефектоскопа под заданным именем файла, а затем перезаписаны на компьютер.

Четвертый этап – оценка результатов контроля. Оценка результатов можно проводить как на дефектоскопе OmniScan,

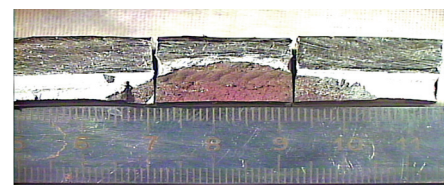


Рис. 7. Фотография несплошности в образце № 1 в координатах 355 – 412 мм после долома

На рис. 4 представлен пример с изображением обнаруженной несплошности. В среднем окне – увеличенное изображение несплошности и корень сварного соединения. В нижнем окне – увеличенное изображение несплошности по глубине ее залегания. Как видно из рисунка, несплошность расположена в координатах 355 – 405 мм от начала сканирования. Ее протяженность составляет 50 мм, амплитуда эхо-сигнала превышает заданный уровень чувствительности. Несплошность расположена на стороне сканирования N в 3 мм от центра сварного соединения. На основании проведенного анализа было составлено заключение по УЗК.

Пятым этапом стали металлографические исследования (МГИ) образцов. МГИ проведены для подтверждения результатов УЗК. Все образцы, подвергнутые МГИ, были размечены в соответствии с результатами УЗК. МГИ проводились на шлифах, а затем был проведен долом. В качестве примера возьмем МГИ образца № 1. В результате МГИ были измерены геометрические размеры несплошности, составлена диаграмма и фотография несплошности. Протяженность несплошности по результатам МГИ составляет 57 мм. На рис. 5 – 7 представлены: изображение несплошности, полученное с помощью дефектоскопа OmniScan; диаграмма замеров МГИ и фотография общего вида несплошности. Видно, что изображение, полученное при ультразвуковом сканировании, практически повторяет контур несплошности, замеренной при МГИ.

Шестым этапом стало апробирование технологии контроля аустенитных сварных соединений на реальных объектах. Дефектоскопом OmniScan с УЗФР проводился контроль сварных соединений, находящихся в различных пространственных положениях. Также проводился контроль сварных соединений с затрудненным и ограниченным доступом. Это позволило подтвердить правильность выбранной технологии контроля и удобство эксплуатации этого дефектоскопа при контроле аустенитных сварных соединений.

Статья получена 06 ноября 2007 г.