

Сравнительный анализ результатов радиографического и электрофизического неразрушающего контроля сварных соединений модельных образцов

*А.И. Алвахеба,
асп., anskloub@yahoo.com,
В.И. Сурин,
доц., к.т.н., VISurin@mephi.ru,
НИЯУ МИФИ, г. Москва,
В.Г. Бекетов,
коорд. ресурс. центра, к.т.н., VGBeketov@mephi.ru,
ВИТИ НИЯУ МИФИ, г. Волгодонск,
О.В. Иванов,
нач. лаб. НМК, tehnoskan@mail.ru,
Т.Е. Иванова,
дир., tehnoskan@mail.ru,
ООО «Техноскан», г. Волгодонск*

Приводятся результаты для шести модельных образцов сварных соединений, прошедших контроль в испытательной лаборатории ООО «Техноскан» (г. Волгодонск) с применением методов неразрушающего контроля: радиографического, электрофизического (ЭФК) и ультразвукового. Модельные образцы были изготовлены с использованием различных способов сварки. В сварные соединения искусственно введены такие структурные нарушения, как несплавление корня шва, непровар корня шва, несплавление по разделке шва, скопление пор, отдельные крупные поры и другие.

Results for six model models of the welded connections which have undergone control in testing laboratory LLC Tekhnoskan (Volgodonsk) with application of methods of nondestructive control are given: radio graphic, electrophysical (EFK) and ultrasonic. Model samples have been made with use of various ways of welding. Such structural violations as lack of fusion of a root of a seam, a seam root not penetration, lack of fusion on cutting of a seam, a congestion of a time, a separate large time and others are artificially entered into welded connections.

Цель исследования

Основные поставленные в исследовании задачи:

- получение и анализ экспериментальных потенциограмм СКП [1,2] в зависимости от качества выполненного сварного соединения на заданном уровне дискриминации сигнала;
- локация структурных нарушений в сварных соединениях методами СКП и радиографического контроля;
- систематизация результатов ЭФК в соответствии с выявленными структурными нарушениями и идентификация выявленных дефектов путем сравнения экспериментальных потенциограмм с результатами радиографического контроля.

Методики контроля сварных соединений и инструменты

При измерениях использовалась мобильная информационно-измерительная система, разработанная в лаборатории ElphysLAB НИЯУ МИФИ, размещённая на ноутбуке AsusX554L в паре с мультиметром Agilent 34401A. К контролируемой поверхности касались электрофизическим датчиком, подключенным к измерительной системе. Прижимное усилие преобразователя к поверхности не превышало значения ~1 Н. Считывание показаний происходило в автоматическом режиме в течение 2...3 секунд, после чего электрический сигнал передавался в блок программы обработки результатов измерений.

Испытания модельных образцов со сварными соединениями проводились при комнатной температуре как под нагрузкой (с использованием универсальной испытательной машины Р-10М-Авто (рис. 1) и гидравлического испытательного пресса ИП-500М-Авто (рис. 2), так и без нагрузки. Радиографическое исследование сварных соединений выполнено по методике контроля ПНАЭ Г-7-017-89 на оборудовании РАПАН М 200/100. Оценка качества изделий проведена с учётом указанного нормативного документа.

Результаты исследования

Модельные сварные соединения были изготовлены из сталей сталь 20, СтЗсп, 09Г2С и 12Х18Н10Т. Перед непосредственным проведением измерений была измерена шероховатость поверхности.

Для построения потенциограмм применяли ручное поточечное сканирование по восьми измерительным дорожкам.

На рисунке 3 представлены изображения рентгенограммы (в верхней части рисунка) и потенциограммы для образца из стали 12Х18Н10Т. Образец сварен ацетиленовой сваркой из двух стальных пластин толщиной 13,5 мм с размерами 200x200x5 мм. Ширина стыкового сварного шва равна 10 мм. В нижней части рисунка приведены цветовая шкала (градиент) для определения значений разности потенциалов. Эти значения представлены также на рисунке 3 в виде чисел около главных структурных нарушений (цветовые рефлекссы). На потенциограмме по оси ординат отложены измерительные дорожки, по оси абсцисс – время. Поскольку сканирование для всех образцов производилось с постоянной скоростью, «время» по оси абсцисс можно заменить координатой и рассматривать

структурные несовершенства на потенциограмме на плоскости в соответствующих координатных осях. На рисунке 3 показаны результаты для относительно высокого уровня СУС=3,229, на котором можно видеть непровар шва, поры, КВС и другие дефекты.



рис. 1. Испытания образцов из стали 12Х18Н10Т на разрушение на машине Р-10М-Авто

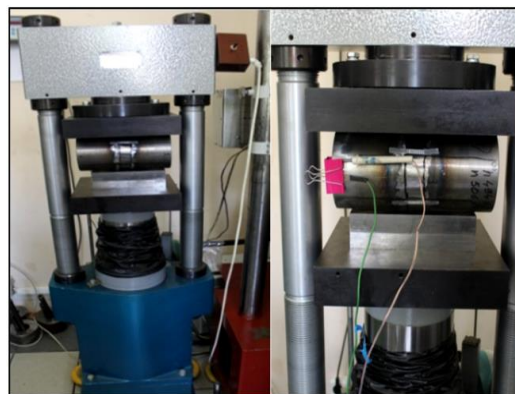


рис. 2. Испытания образцов на прессе ИП-500М-Авто

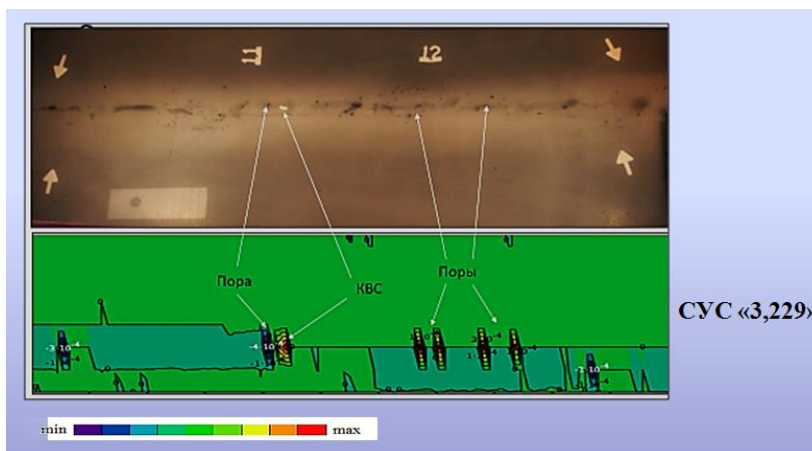


рис. 3: Рентгенограмма (вверху) и потенциограмма (внизу) для структурного уровня сигнала СУС=3,229

Заключение

Проведены совместные комплексные исследования специально подготовленных сварных соединений методами радиографического контроля и ЭФК с целью выявления и идентификации дефектов.

Основные полученные результаты:

- Проведена локация структурных нарушений (дефектов) в сварных соединениях методами ЭФК и радиографического контроля;
- Сравнительный анализ экспериментальных потенциограмм (на заданном уровне дискриминации) и рентгенограмм показал удовлетворительное соответствие координат всех выявленных дефектов. Результаты ЭФК систематизированы в соответствии с типами дефектов.

Литература

1. Surin V. New potential for potentiometry// Nuclear Engineering International, 2018, 63(765), pp.30-32. <http://www.neimagazine.com/features/featurenew-potential-for-potentiometry-6146360/>
2. Сурин В.И., Абу Газал А.А., Алвахеба А.И., Шеф Е.А., Бокучава Г.Д., Папушкин И.В. Расчетно-экспериментальный метод моделирования остаточных напряжений в сварных соединениях// Информационные технологии в проектировании и производстве. М.: ФГУП «Научно-технический центр оборонного комплекса «Компас», 2018 г – №2.с.48-55.