

АНАЛИЗ СОЕДИНЕНИЯ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ДЕТАЛЯХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ЦИКЛИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

Расстальная Д.С.
НИ ТПУ, ИШНПТ, гр. 4БМ33,
e-mail: dsr17@tpu.ru

Промысловые, технологические и магистральные трубопроводы выполняют из труб из малоуглеродистых и низколегированных марок стали, устойчивых к пониженным температурам. Широкое применение для трубного проката получила сталь 09Г2С (без хрома), но в настоящее время на замену все чаще приходит сталь 13ХФА (хромсодержащая).

Объектом исследования является сварное соединение стали 09Г2С со сталью 13ХФА. Целью исследования является определение совместимости свариваемости разнородных сталей с учетом электрохимических потенциалов и эквивалента углерода.

Анализ причин аварийных разрушений трубопроводов показал, что основные повреждения, являющиеся зародышами усталостных трещин, накапливаются в кольцевых сварных соединениях, особенно после ручной дуговой сварки. Сварочное соединение, находящееся в контакте с электролитом, представляет собой многоэлектродный гальванический элемент. Из-за структурной и химической неоднородности, неравномерности распределения механических напряжений на поверхности работают макрогальванические пары, электродами которых являются основной металл, шов, зона термического влияния и зоны максимальной концентрации напряжений.

Для решения поставленной задачи были изготовлены образцы из сталей 09Г2С и 13ХФА, сваренные электродами Э50А ручной дуговой сваркой. Химический состав стали 09Г2С, стали 13ХФА и сварного соединения были определены на спектрометре и представлены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав исследуемых образцов

	Массовая доля элемента, %										
	Fe	C	Si	Mn	Cr	V	Cu	Sn	Ni	S	P
09Г2С	97,18	≤0,12	0,83	1,78	—	0,04	0,04	—	—	≤0,035	≤0,03
13ХФА	97,91	≤0,17	0,61	0,48	0,54	0,07	0,17	0,06	0,05	0,02	≤0,025
Сварное соединение	98,26	—	0,44	1,01	0,07	0,03	0,07	—	0,04	—	—

На рис. 1 приведена микроструктура стали 09Г2С и сварного соединения образца.

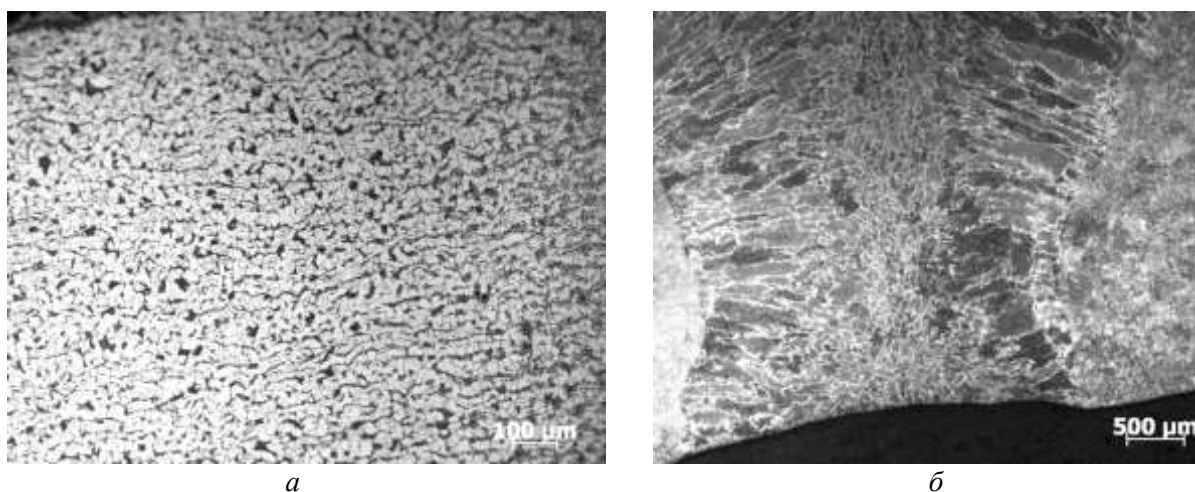


Рис. 1. Микроструктура образца: стали 09Г2С (а) и сварного соединения (б)

Дозвтектоидная сталь 09Г2С, как и сварное соединение, имеет ферритно-перлитную структуру. Здесь светлые зерна – это феррит, а темные участки представляют собой перлит, являющийся двухфазной структурной составляющей, состоящей из пластинок феррита и цементита.

Для определения вероятного места разрушения металла вследствие электрохимической коррозии были измерены значения электродных потенциалов основных металлов (стали 09Г2С и 13ХФА) и сварного соединения путем сравнения их с потенциалом эталонного электрода. Эталонный электрод представляет собой серебряную проволоку, покрытую хлоридом серебра, его потенциал при температуре 25 °С равен +0,222 В ($\pm 0,2$ мВ). Проволока опущена в насыщенный раствор хлорида калия, приготовленный по РД 52.24.495-2005.

На основании полученных данных установлено распределение потенциала в материале сварного шва и основных материалов, найдены анодные и катодные участки сварного соединения, а также построена диаграмма распределения потенциала по поверхности шва (рис. 2).

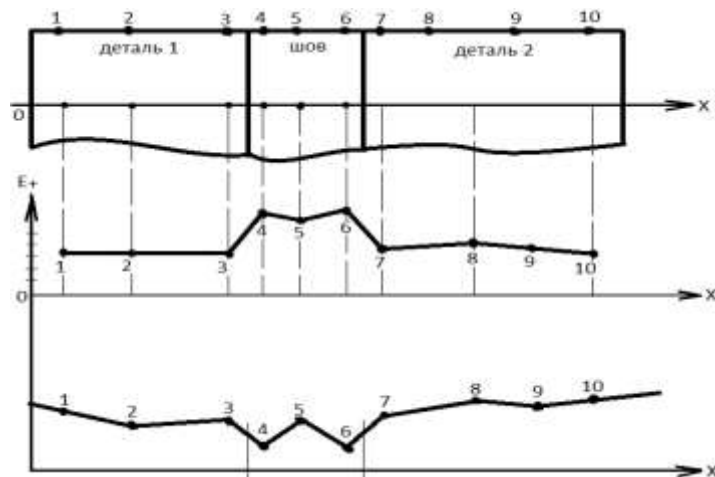


Рис. 2. Диаграмма распределения потенциала на поверхности шва

Анализ полученных экспериментальных данных позволил установить, что шов является анодом (более отрицателен) по отношению к основному металлу. Это приведёт к коррозии металла шва, так как поверхность основного металла неизмеримо больше поверхности шва, плотность анодного тока может быть значительной.

Список литературы

1. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов: учеб. пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1976 г. – М.: Альянс, 2014 – 472 с.
2. РД 52.24.495-2005 «Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом»
3. Разработка рекомендаций по выбору марок сталей нефтегазопроводных труб для пилотных проектов ПАО «НК «Роснефть» на основе анализа аварийности, металлографических исследований характерных видов коррозионного разрушения и расчета стоимости владения трубопроводов. Отчет о НИР (промежуточ.) /ООО «ИТ-Сервис»; Руководитель Иоффе А.В., 2018. – 11 с.
4. Гуляев А.П., Гуляев А.А. // Металловедение: учебник для вузов. 7-е изд., перераб. и доп. – М.: ИД Альянс, 2012. – 644 с.