

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

1

DOI: 10.17223/9785946217408/345

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ СВАРНОГО ШВА СТАЛИ 17Г1С ПОСЛЕ ИМПУЛЬСНОГО МЕХАНО-ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

¹Смирнова А.С., ¹Власов И.В., ²Станкевич Р.В., ²Яковлев А.В.,
¹Почивалов Ю.И., ³Валуев Д.В., ^{1,2}Панин С.В.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

²*Томский политехнический университет, Томск, Россия*

³*Юргинский технологический институт ТПУ, Юрга, Россия*

Активное развитие газовой и нефтяной промышленности требует увеличение объемов строительства и ремонта обширной сети магистральных трубопроводов для хранения и транспортировки возрастающего потока природного газа, добываемой нефти и нефтепродуктов. Ее актуальность очевидна, особенно в свете активной деятельности государства по развитию арктических территорий. Так, одна из наиболее активно развивающихся магистральных газотранспортных систем находится в центральной части Якутии и известна как «Средневилуйское ГКМ-Мастах-Берге-Якутск». На участке газопроводов постоянно ведутся работы по ремонту и замене труб [1,2].

Современные требования к магистральным трубопроводам заключаются в снижении металлоемкости, повышении срока службы и надёжности наиболее слабых элементов конструкции, которыми являются сварные швы [3]. По статистике более 50 % отказов происходят в результате образования сквозной трещины в сварном шве [4]. Основными факторами, снижающими ресурс работы элементов трубопровода, являются низкочастотное термоциклирование, которое в значительной мере определяются сезонными перепадами температур [5], коррозионным износом [1] в процессе эксплуатации, а также усталостным разрушением [6], вызванным продолжительным воздействием статической нагрузки и неоднородностью структуры стали. Все перечисленные факторы способствуют накоплению рассеянных структурно-механических дефектов, что приводит к разрушению в наиболее «слабых» местах трубы – сварных швах. Поэтому повышением механических свойств сварных швов и околошовной зоны является одной из наиболее актуальных задач.

В качестве объекта исследования была выбрана конструкционная низколегированная сталь 17Г1С широко применяемая как в строительстве трубопроводных систем, так и для изготовления сварных изделий. Одним из эффективных способов упрочнения деталей является поверхностное пластическое деформирование. Пластическая деформация поверхностного слоя увеличивает твердость, снижает шероховатость, обеспечивает возникновение сжимающих напряжений, которые могут заметно повышать усталостную долговечность [7, 8]. Простым и доступным методом поверхностного пластического деформирования является ультразвуковая обработка (УЗО). Однако такая обработка приводит к существенной модификации лишь поверхностного слоя, при разрушении или истирании которого механические свойства снижаются до исходного уровня. Таким образом, разрушение детали идёт с прежней интенсивностью. В качестве развития используемого в промышленности ультразвуковой ударнойковки было предложено целенаправленное возбуждение кристаллической решётки и интенсификации процессов массопереноса за счет пропускания высокочастотного импульсного электрического тока в сочетании с механическим воздействием. Такая обработка должна повысить глубину и интенсивность модификации. В ИФПМ СО РАН предложен метод импульсной механо-электрофизической обработки (ИМЭО), влияние которой на структуру и механические свойства сварного шва стали 17Г1С будет рассмотрено в данной работе. Для сравнения также рассматривалась модификация образцов методом УЗО.

Таким образом, целью данного исследования было изучение влияния импульсной механо-электрофизической обработки на структуру и механические свойства сварного соединения стали 17Г1С.

Секция 7. Сварка, родственные процессы и технологии для создания технических систем ответственного и специального назначения, в том числе для эксплуатации в экстремальных условиях и низких климатических температур Арктики и Крайнего Севера

В ходе проведённых исследований показано, что в процессе УЗО основное воздействие концентрируется в поверхностном слое (не более 500 мкм). Микроструктура образца после ИМЭО имеет схожую структуру, однако, пластическая деформация в поверхностном слое развивается в меньшей степени. Это подтверждают результаты измерения микротвёрдости: образцы после УЗО имеют в среднем более высокие значения микротвёрдости по сравнению с образцами после ИМЭО.

При статическом растяжении образцов сварных соединений (рис. 1), подвергнутых УЗО и ИМЭО, наблюдается повышение предела прочности по сравнению с необработанным сварным швом. Также наблюдается снижение величины относительного удлинения; данный эффект в наименьшей степени проявляется в образцах с неразъемным соединением, подвергнутым ИМЭО. Сохранение пластичности после ИМЭО, в первую очередь, объясняется более равномерной модификацией структуры поверхностного слоя за счёт добавления импульсного электрофизического воздействия. Дальнейшие исследования авторов будут нацелены на оптимизацию режимов ИМЭО с целью более эффективной структурной модификации структуры сварного шва (на большие глубины), а также для улучшения структуры и повышения свойств материала в зоне термического влияния.

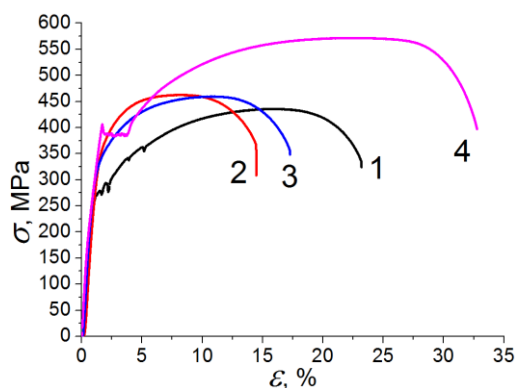


Рис. 1. Кривые статического растяжения: 1) необработанный сварной шов; 2) шов после УЗО; 3) шов после ИМЭО; 4) сталь в состоянии поставки (без шва)

Благодарность: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00679.

Литература

1. Слепцов О.И., Петров П.П. Оценка влияния длительной эксплуатации на механические свойства материала газопроводов в условиях Крайнего Севера // Труды XV Международной научно-технической конференции «Проблемы ресурса и безопасной эксплуатации материалов и конструкций». СПб: СПбГУНиПТ, 2009. С. 39-48.
2. Лыглаев А.В., Левин А.И. [и др.] Эксплуатация магистральных газопроводов в условиях Севера // Газовая промышленность. 2001. №8. С. 37-39.
3. Ларионов В.П. Электродуговая сварка конструкций в северном исполнении. Новосибирск: Наука, 1986. 256 с.
4. Ларионов В.П. [и др.] Сварка и проблемы вязкохрупкого перехода. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. 595 с.
5. Слепцов О.И. Технологическая прочность сварных соединений при низких температурах. Новосибирск: Наука, 1984. 92 с.
6. Кудрявцев И.В., Наумченков Н.Е. Усталость сварных конструкций. М.: Машиностроение. 1976. 270 с.
7. Панин В.Е., Панин А.В. Проблемы мезомеханики прочности и пластичности наноструктурных материалов // Изв. вузов. Физи-ка. 2004. Т. 47, № 8. С. 5-17.
8. Панин В.Е. Поверхностные слои и внутренние границы раздела в гетерогенных материалах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. 520 с.