

УДК 621.721

Факторы структурообразования в обеспечении равноправности сварных соединений при сооружении магистральных газопроводов высокого давления

Ефименко Любовь Айзиковна

svarka@gubkin.ru
SPIN-код: 6657-4608

Рамусь Анастасия Александровна

ramus.a@gubkin.ru
SPIN-код: 8727-1422

Уткин Иван Юрьевич

utkin.i@gubkin.ru
SPIN-код: 7718-2477

РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Москва, Россия

Аннотация. Изучены особенности процессов структурообразования и их взаимосвязь с механическими характеристиками сварных соединений высокопрочных трубных сталей при способах сварки, используемых при строительстве магистральных газопроводов.

Ключевые слова: сварные соединения, макро и микроструктура, механические свойства, трубные стали класса прочности K70 и K80

Введение. К настоящему времени доказана эффективность применения для строительства магистральных газопроводов высокого давления малоуглеродистых, микролегированных стойкими карбидообразующими элементами сталей нового поколения (K60, K65) [1–4].

С ростом класса прочности трубных сталей, применяемых для магистральных газопроводов, повышаются требования к надежности и экологической безопасности, и весьма актуальными являются исследования, направленные на изучение особенностей структурообразования в них под действием сварочных процессов.

Методы и материалы; результаты. Исследования выполнены на фрагментах труб из сталей класса прочности K70 и K80. Изучены особенности кинетики распада аустенита в различных участках сварного соединений с использованием дилатометрического метода. Выполнены металлографические исследования структурно-фазового состава и морфологии составляющих структуры с применением оптической, электронно-сканирующей и просвечивающей микроскопии. Оценка взаимосвязи параметров структуры с показателями твердости и сопротивления разрушению металла зоны термического влияния проводилась путем имитации параметров различных сварочных процессов на установке токов высокой частоты, последующего измерения микро- и макротвердости, испытания на ударный изгиб и изучения фактографических характеристик поверхности изломов [5, 6].

Построены анизотермические и структурные диаграммы различных участков сварного соединения: металла шва, участка перегрева и возможного

разупрочнения. Структурные диаграммы дополнены зависимостями изменения твердости, ударной вязкости от скорости охлаждения металла, при рассматриваемых сварочных процессах. Определены диапазоны скоростей охлаждения, позволяющие обеспечить равнопрочность и высокое сопротивление сварных соединений хрупкому разрушению в условиях сварочных процессах, применяемых при строительстве магистральных газопроводов.

Заключение. Показано, что обеспечение нормативных значений механических свойств сварных соединений исследуемых сталей объясняется формированием в установленном диапазоне скоростей охлаждения: в участке перегрева — преимущественно бейнитной структуры речной морфологии с содержанием мартенсита не более 20 %; в участке возможного разупрочнения — преимущественно бейнитной структуры гранулярной морфологии с незначительным количеством (около 15 %) квазиполигонального феррита.

Список источников

- [1] Ефименко Л.А., Елагина О.Ю., Вышемирский Е.М. *Традиционные и перспективные стали для строительства магистральных газонефтепроводов*. Москва, Логос, 2011.
- [2] Вышемирский Е.М., Беспалов В.И., Будревич Д.Г. Технические требования к сварным соединениям при строительстве газопроводов высокого давления из высокопрочных сталей. *Наука и техника в газовой промышленности*, 2009, № 1, с. 68.
- [3] Матросов М.Ю., Морозов Ю.Д., Ефимов А.А. Разработка и промышленное опробование производства стали для труб класса прочности K65 (X80) газопровода «Бованенково-Ухта». *Проблемы черной металлургии и материаловедения*, 2010, № 3, с. 33–41.
- [4] Ефименко Л.А., Елагина О.Ю., Вышемирский Е.М. Исследование свариваемости высокопрочных трубных сталей категории прочности X80. *Сварочное производство*, 2009, № 2 (891), с. 3–7.
- [5] Ефименко Л.А., Рамусь А.А., Меркулова А.О. Особенности распада аустенита в зоне термического влияния при сварке высокопрочных сталей. *Физика металлов и материаловедение*, 2015, т. 116, № 5, с. 1–10.
- [6] Ефименко Л.А., Рамусь А.А. Влияние морфологии структуры на сопротивление хрупкому разрушению сварных соединений высокопрочных трубных сталей. *Металловедение и термическая обработка металлов*, 2015, № 9 (723), с. 41–45.