

ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДА НА ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ТРУБНОЙ СТАЛИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Дагаев С.Е. (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого),
Научный руководитель – кандидат технических наук, Цветков А.С.
(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)

Введение. В связи с задачей достижения углеродной нейтральности в мире продолжаются работы в направлении развития водородной энергетики. Для этого необходимо обеспечить безопасное хранение и эффективную транспортировку водорода [1]. Многообещающей выглядит трубопроводная инфраструктура, используемая для природного газа. Одной из основных проблем при замене газа на водород является охрупчивающее воздействие на металл с последующим выходом из строя труб и оборудования компрессорных станций. Изучение влияния водородсодержащего газа на снижение механических характеристик металла при различном давлении (и концентрации водорода в метане) актуально в связи с необходимостью оценки возможности подобной замены.

Основная часть. Работа посвящена исследованию влияния чистого газообразного водорода и метано-водородной смеси высокого давления на изменение механических свойств металла труб из стали X52, X70 и X100 при испытаниях на растяжение с малой скоростью деформации. Испытание проводилось в герметичном сосуде при давлении 7, 10 и 14 МПа. Скоростью деформации (не выше 10^{-6} с⁻¹) выбрана в соответствии с анализом литературных источников [2–4]. Для количественной оценки восприимчивости металла к водороду был использован индекс охрупчивания [5], который заключается в сравнении показателей пластичности (δ , ψ) после испытаний в водороде и в контрольной среде азота.

Выводы. Проведен первичный анализ воздействия водородсодержащего газа на изменение свойств металла трубных сталей X52, X70 и X100. Выявлено снижение пластических характеристик и выполнена их количественная оценка. Газообразный водород не оказал значительного влияния на прочностные свойства при испытании под давлением. Разрушение образцов в среде водорода проходило с образованием поверхностных трещин.

Список использованных источников:

1. Пышминцев И.Ю. и др. Предварительная оценка возможности использования труб большого диаметра из стали X52 для транспортировки чистого газообразного водорода под давлением // Известия вузов. Черная металлургия. – 2023. – Том 66, № 1. – С. 44–51.
2. Nanninga N.E. et al. Comparison of hydrogen embrittlement in three pipeline steels in high pressure gaseous hydrogen environments // Corros Sci. Elsevier Ltd. – 2012. – Vol. 59. – P. 1–9.
3. Nguyen T.T. et al. Effect of low partial hydrogen in a mixture with methane on the mechanical properties of X70 pipeline steel // Int J Hydrogen Energy. Elsevier Ltd – 2020. – Vol. 45, № 3. – P. 2368–2381.
4. Han Y.D. et al. Hydrogen embrittlement sensitivity of X100 pipeline steel under different pre-strain // Int J Hydrogen Energy. – 2019. – Vol. 44, № 39. – P. 22380–22393.
5. Nguyen T.T. et al. Stress concentration affecting hydrogen-assisted crack in API X70 pipeline base and weld steel under hydrogen/natural gas mixture // Eng Fail Anal. Elsevier Ltd. – 2021. – Vol. 122, № 14-15. – P. 105242.

Дагаев С.Е. (автор)

Цветков А.С. (научный руководитель)
