

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА
ДИФфуЗИИ ВОДОРОДА, ПОЛУЧЕННОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ КАК КРИТЕРИЯ РАЗ-
ВИТИЯ КРИТИЧЕСКОЙ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ
В ТРУБОПРОВОДНОЙ СТАЛИ

И. Саквин, В.Н. Кудияров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: sakvinis@gmail.com

На протяжении последних десятилетий встает вопрос о защите магистральных трубопроводов от коррозионного растрескивания под напряжением в связи с тем, что это является причиной большинства известных аварий [1]. В настоящее время основным методом контроля микроповреждений и микродефектов магистрального трубопровода является ультразвуковая диагностика. Одним из важнейших минусов данного метода является малая разрешающая способность. Ультразвуковая диагностика не может обнаружить микроповреждения, в том числе: локальные изменения микроструктуры материала, наклеп, локальное накопление водорода и образование микроскопических зон усталостного разрушения. Данные задачи можно решить, применяя метод проницаемости водорода. Любые структурные дефекты материала являются, своего рода, ловушками, задерживающими водород. Чем больше количество ловушек, тем большее время понадобится водороду, чтобы диффундировать сквозь образец. Сравнивая коэффициент диффузии в исходном материале и материале, выведенном из эксплуатации, можно качественно сказать о степени деградации материала.

В данной работе был использован разработанный отделением экспериментальной физики НИ ТПУ экспериментальный комплекс Stand for Testing Electrochemical Permeation (STEP) предназначенный для исследования как диффузии водорода, так и для системы металл-водород в целом [2].

Для определения коэффициента диффузии необходимо воспользоваться формулой [2]:

$$D = \frac{l^2}{6t_{0,5}} \quad (1)$$

Используя описанную в статье [2] методику расчета коэффициента диффузии водорода и воспользовавшись формулой 1, получены следующие данные, представленные в таблице 1.

Таб. 1. Значения коэффициентов диффузии водорода в стали марки 10Г2 до и после эксплуатации.

Параметр	Образец		
	#0	#1	#2
Толщина образца, мкм	330	330	280
Время установления половины стационарного потока, мин.	17	89	220
Коэффициент диффузии, см ² /с	1,8·10 ⁻⁷	3,4·10 ⁻⁸	9,8·10 ⁻⁹
Литературные данные коэффициента диффузии [3, 4, 5], см ² /с	(2÷50)·10 ⁻⁷	–	–

Коэффициент диффузии в исходной стали лежит в интервале, характерном для данного класса материалов, что говорит о работоспособности данной методики. Различие же коэффициентов диффузии в сталях, подвергшихся различным эксплуатационным параметрам, можно связать с накоплением в материалах большого количества дефектов в процессе эксплуатации. Как известно, любые дефекты кристаллической структуры являются центрами захвата водорода, которые препятствуют диффузии водорода в материале. Так, при изменении коэффициента диффузии на 2 порядка, как в стали, выведенной из эксплуатации, в материале образуется большое количество дефектов старения. Изменение коэффициента диффузии на 1 порядок в стали, подвергнутой ускоренным коррозионным испытаниям, говорит о возможном появлении дефектов старения в процессе испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпов С. В., Ширяпов Д. И., Алихашкин А. С., Вести газовой науки, 3 (27), 143 (2016).
2. Kudiyarov V. N., Pushilina N. S., Harchenko S. Y., Advanced Materials Research, 1085, 224 (2015).
3. Huang F. et al. Effect of microstructure and inclusions on hydrogen induced cracking susceptibility and hydrogen trapping efficiency of X120 pipeline steel //Materials Science and Engineering: A. – 2010. – Т. 527. – №. 26. – С. 6997-7001.
4. Li L. et al. Effects of vanadium precipitates on hydrogen trapping efficiency and hydrogen induced cracking resistance in X80 pipeline steel //International Journal of Hydrogen Energy. – 2018. – Т. 43. – №. 36. – С. 17353-17363.
5. Gan L. et al. Hydrogen trapping and hydrogen induced cracking of welded X100 pipeline steel in H₂S environments //International Journal of Hydrogen Energy. – 2018. – Т. 43. – №. 4. – С. 2293-2306.