

ний и структур, моделирования биологических систем; с успехом может быть использована для разработки новых материалов и устройств с широким спектром практического использования.

### **Список использованных источников**

1. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. М.: Мир, 1979. 512 с.
2. Bezborodov V.S., Mikhalyonok S.G., Kuz'menok N.M., Lapanik V.I., Sasnouski G.M. Liquid Crystals. v. 42, p.1124-1138, 2015.
3. Peng B.L., Dhar N., Liu H.L., Tam K.C., Can. J. Chem. Eng. vol. 9999, p. 1–16. 2011.
4. V. Bezborodov, V. Zhyllinski, A. Chernik, N. Bogomazova, I. Zharski, A. Smirnov, A. Stsiapanau, V. Lapanik, S. Mikhalyonok. International Symposium. Digest of technical papers. Eurodisplay 2015. Ghent, Belgium. P. 26, p. 93 (2015).

УДК 621.643:620.19

**А.Р. Билалов**

Тюменский индустриальный университет

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДОВ**

Методология оценивания механохимической повреждаемости сопротивления коррозионно-механическому разрушению металла (экспериментальным путем) при двухосном растяжении с помощью испытания образцов трубчатого сечения обладает недостатками. Данные недостатки связаны со сложностью создания образцов, а также организации непосредственного проведения опытов. Более простым для реализации способом создания двухосного напряженного состояния в металле [1] – является изгиб круглой пластинки усилием  $q$ , с распределением по окружности заданного радиуса  $r_1$ .

Центральная область пластины, ограниченная радиусом  $r_2$ , имеет следующие тангенциальные  $\sigma_1$  и радиальные  $\sigma_2$  напряжения, равные между собой ( $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$ ), которые определяются по следующей формуле:

$$\sigma = \varphi_1 (3q / 4\pi\delta^2), \quad (1)$$

где  $q$  – распределенная нагрузка;  $\delta$  – толщина круглой пластинки;

Параметр  $\varphi_i$  зависит от параметра  $\mu$  и отношения  $m_r = r_2/r_1$ :

$$\varphi_1 = (1 - \mu)(1 - \mu_r^2) - 2(1 + \mu) \ln m_r, \quad (2)$$

Смещение (прогиб)  $f$  в центральной части образца и усилие изгиба  $q$  коррелируют следующим образом согласно формуле:

$$f = 3 \varphi_2 q r_1^2 (1 - \mu^2) / 4\pi E \delta^3 \quad (3)$$

Параметр  $\varphi_2$  можно определить по следующей формуле:

$$\varphi_2 = (3 + \mu) (1 - \mu^2) / (1 + \mu) + 2 m_r^2 \ln m_r, \quad (4)$$

В связи с этим, актуальность приобретает задача определения закономерностей изменения напряжений и скорости коррозии в ходе испытаний круглых пластинок, которые подвержены негативному влиянию коррозионно-активных сред. Задача приобретает наиболее простое решение в том случае, если в образце возникает действующее напряжение, равное соотношению  $\sigma = \sigma_0$ .

Таким образом отметим, что при  $\varepsilon_i = 0$  получается следующее уравнение для расчета  $K_{\text{МХП}}$ :

$$K_{\text{МХП}} = 1 + 0,002 \sigma_0 \quad (5)$$

Таким образом, коэффициент механохимической повреждаемости  $K_{\text{МХП}}$  представляет из себя соотношение между долговечностью ненапряженного элемента-образца и к долговечностью напряженного элемента-образца.

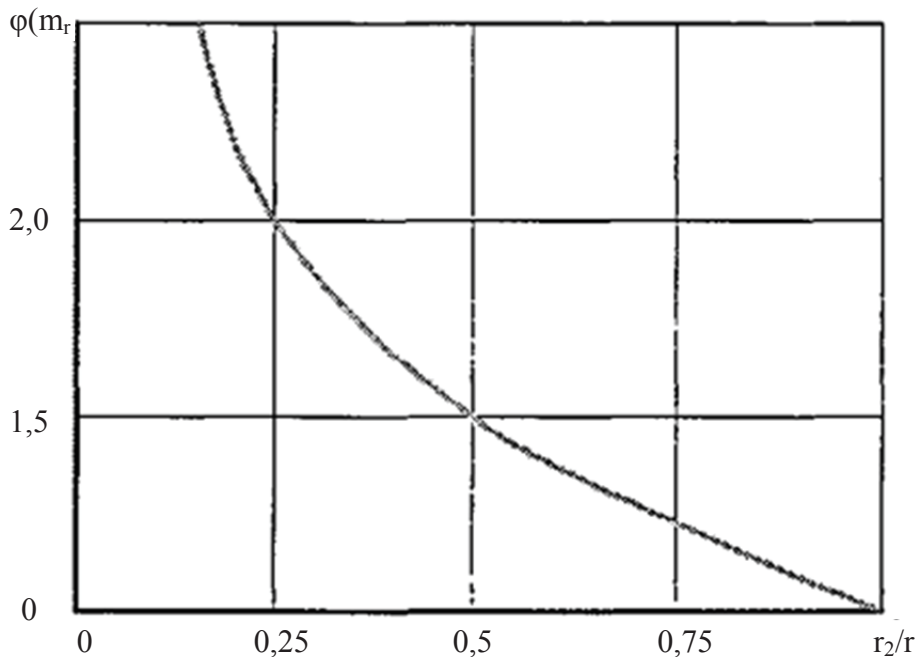


Рис. 1 – Зависимость изменение параметра  $\varphi(m_r)$

Рассмотренный в работе случай имел место при относительно небольших сроках проведения испытаний круглых пластинок, а также в условиях постоянного смещения  $f_0 = \text{const}$ .

Испытание круглых пластин постоянным усилением  $q = q_0 = \text{const}$  является наиболее сложным и действительно отражающим работу несущих конструктивных составляющих трубопроводов.

При испытаниях  $d\delta/dt$  абсолютная скорость утонения испытуемого образца равна скорости механохимической повреждаемости металла  $v$ . К примеру, такая ситуация характерна для упругих деформаций.

$$d\delta/dt = -v_0 (1 + k_\sigma(t)) \quad (6)$$

Таким образом, на основании предложенного кинетического уравнения механохимической повреждаемости металлов выполнен анализ с равными компонентами напряжений при различных схемах нагружения.

Выполненный анализ кинетики изменения напряжений при испытаниях круглых пластин осуществлен при этом в условиях плоскостного напряженного-деформированного состояния.

В ходе исследования установлена возможность прогнозирования степени повреждений металлов и долговечности образцов при заданных режимах нагружения и величин напряженности в начале испытаний.

Важным дополнением является то, что испытания круглых пластин при двухосном изгибе позволят выявить особенности механохимической повреждаемости конструктивных составляющих, функционирующих в условиях двухосного напряженно-деформированного состояния.

С другой стороны, большая часть конструктивных элементов работает в условиях двухосного напряженно-деформированного состояния, вызываемого растягивающими усилиями, а не изгибающими. В связи с этим, практический интерес представляет анализ кинетики механохимической повреждаемости металла в следующих условиях: когда напряжение в образцах создается растягивающими нагрузками. К примеру, в стандартных круглых образцах на растяжение, которые предназначены для определения механических характеристик сталей.

#### **Список использованных источников**

1. Абдуллин, И. Г. Коррозионно-механическая стойкость нефтегазопроводных систем / И. Г. Абдуллин, А. Г. Гареев, А. В. Мостовой. – Уфа: Гилем, 1997. – 220 с.