

УДК 624

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ТРЕЩИНЫ В ТРУБОПРОВОДЕ НА ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ

Г. П. ТАРИКОВ, доктор технических наук, профессор

А. Т. БЕЛЬСКИЙ, кандидат технических наук, доцент

В. В. КОМРАКОВ, кандидат технических наук

*УО «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого»,  
г. Гомель, Беларусь*

Исследовано влияние размеров коррозии находящейся на некотором расстоянии от повреждения в виде коррозии с трещиной на значение коэффициента интенсивности напряжений для элемента трубопровода. При этом используется новый метод определения коэффициента интенсивности напряжений, основанный на исследовании деформации модели элемента трубопровода.

**Ключевые слова:** коррозионное повреждение, трещина, коэффициент интенсивности напряжений (КИН), интерполяция, напряженное состояние.

**Введение.** Согласно статистическим данным последних лет, аварии и отказы на линейных участках газо– нефтепроводов, происходят в большинстве случаев по причине коррозии и образования трещин. Темпы протекания процессов развития повреждений на различных участках технологических трубопроводов могут существенно отличаться. Например, одни участки одного и того же трубопровода находятся во вполне удовлетворительном состоянии, в то время как состояние других близко к критическим. Таким образом, для поддержания высокой надежности эксплуатации необходимо в первую очередь выявлять наиболее опасные места, где состояния стенок трубы близко к предельному, а остальные участки необходимо взять под контроль.

В связи с этим достаточно актуальной является задача прогнозирования состояния трубопроводов с учетом данных текущих диагностических измерений.

Аналитические методы позволяют получить точное решение лишь для ограниченного ряда задач ввиду сложности построения точной математической модели, учитывающей все многообразие факторов, влияющих на напряженное состояние элементов конструкций. Поэтому разработка численных и приближенных инженерных мето-

дов определения КИН при оценке несущей способности трубопроводов, имеющих коррозионные повреждения и трещины представляет известный интерес.

**Основная часть.** Метод определения КИН, основанный на исследовании деформации модели элемента трубопровода, позволяет исследовать напряженное состояние трубопровода при наличии нескольких эксплуатационных повреждений.

В качестве примера рассмотрим влияние близко расположенной дополнительной коррозии на значение КИН при повреждении в виде коррозии и трещины.

Как известно, стенка трубопровода находится в условиях плоского напряженного состояния. Поэтому в качестве расчетной модели можно принять пластину с соответствующими дефектами [1,2].

Для определенности при исследовании брались пластины размерами 80x20x2 мм и изменялись параметры  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  (рисунок 1). Схема нагружения расчетной модели показана на рисунке 2. Значение нормального напряжения  $\sigma_0$  принималось равным 100 МПа.

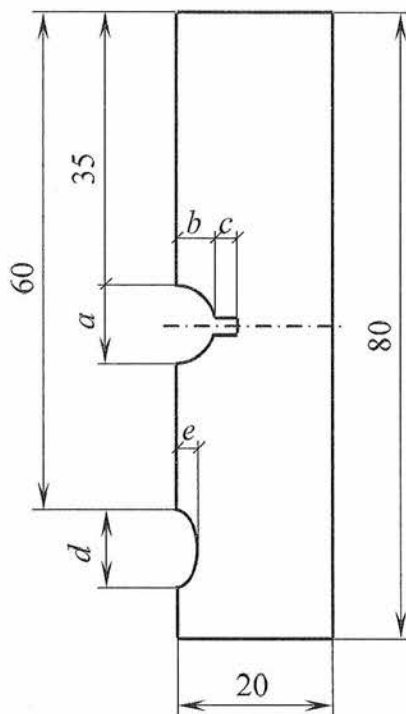


Рисунок 1 – Расчетная модель.

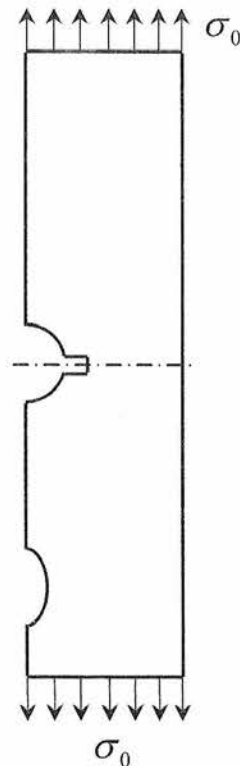


Рисунок 2 – Схема нагружения.

Геометрические параметры основной коррозии, длины трещины и глубины дополнительной коррозии, а также значения КИН, полученные в результате исследова-

ний, представлены в таблице 1. Исследования проводились с использованием программного комплекса Solidworks 2006.

Таблица 1 – Результаты исследований

Длина коррозии $a$ , мм	Глубина коррозии $b$ , мм	Длина доп. коррозии $d$ , мм	Глубина доп. корр. $e$ , мм	Длина трещины $c$ , мм	Значение КИН
10	4	–	–	1	17,994
				2	24,1992
				3	29,72
				4	36,1
10	6	–	–	1	28,81
				2	35,86
				3	43,86
				4	54,015
10	4	10	2	1	19,25
				2	24,26
				3	29,688
				4	36,45
10	4	10	4	1	16,1646
				2	21,89
				3	26,983
				4	33,1566
10	4	10	6	1	14,16
				2	18,61
				3	22,59
				4	27,68
10	6	10	2	1	28,034
				2	35,957
				3	44,087
				4	54,635
10	6	10	4	1	25,313
				2	33
				3	41,048
				4	50,59
10	6	10	6	1	21,32
				2	27,365
				3	33,89
				4	42,639

Полином описывающий изменение коэффициента интенсивности напряжений в зависимости от геометрических параметров расчетной модели:

$$K(e) = A_1 \cdot e^3 + A_2 \cdot e^2 + A_3 \cdot e + A_4 \quad (1)$$

Значения коэффициентов полинома, полученные при фиксированных величинах  $b$  и  $c$  и переменной величине  $e$  приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения коэффициентов полинома

Глубина коррозии $b$ , мм	Длина трещины $c$ , мм	Коэффициенты полинома			
		$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
4	1	0.1129625000	1.2204500000	2.6170500000	17.994
	2	0.0316833333	0.4939500000	0.8915666666	24.1992
	3	0.0205208333	0.4572500000	0.8164166666	29.72
	4	0.0304208333	0.6379500000	1.3292166670	36.1
6	1	0.0139895833	0.3269375000	0.2096666666	28.81
	2	0.0078333333	0.4287500000	0.8746666666	35.86
	3	-0.0177708333	0.3016250000	0.7878333334	43.86
	4	0.0158125000	0.6780000000	1.6027500000	54.015

На рисунках 2 и 3 показаны графики зависимостей величины КИН от глубины дополнительной коррозии при различных длинах трещин, построенные по формуле (1) с учетом значений таблицы 2.

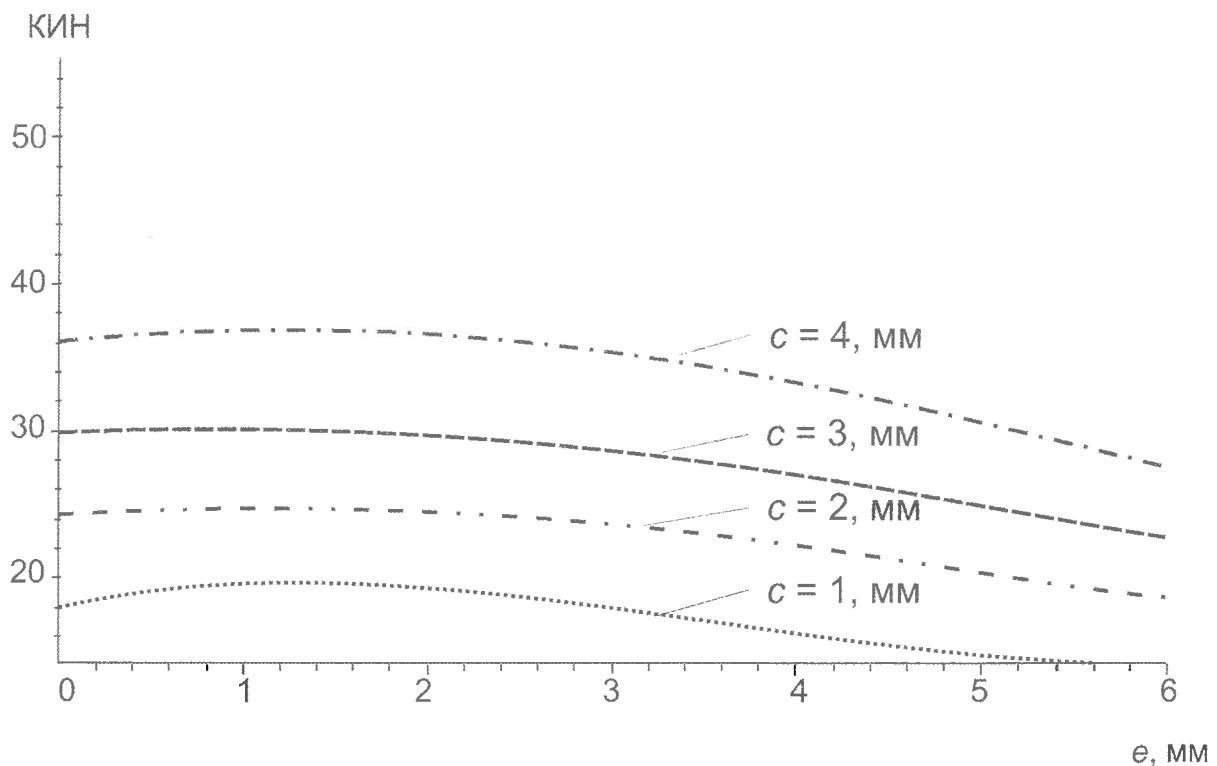


Рисунок 2 – Графики зависимостей величины КИН от глубины дополнительной коррозии при глубине основной коррозии  $b = 4$  мм.

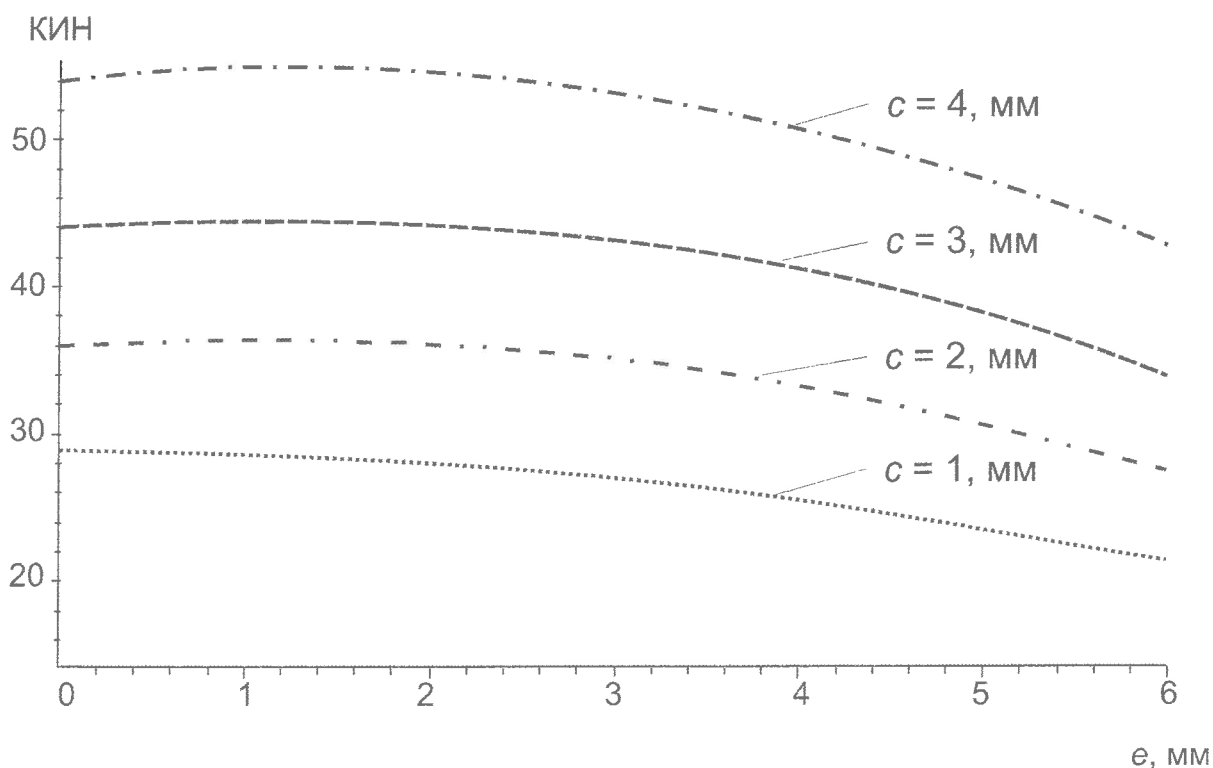


Рисунок 3 – Графики зависимостей величины КИН от глубины дополнительной коррозии при глубине основной коррозии  $b = 6$  мм.

При определении КИН для различных значений  $\sigma_0$  полином можно записать в виде

$$K(e) = \frac{\sigma_0}{100} (A_1 \cdot e^3 + A_2 \cdot e^2 + A_3 \cdot e + A_4) \quad (2)$$

#### Заключение.

Из приведенных графиков следует, что с увеличением глубины дополнительной коррозии при постоянном значении длины трещины коэффициент интенсивности напряжений уменьшается. С увеличением глубины основной коррозии влияние дополнительной коррозии на значение КИН увеличивается.

Определив значения КИН, можно определять несущую способность трубопроводов.

#### Обозначения

КИН – коэффициент интенсивности напряжений.

### Литература

1. Андрейкив А.Е. Пространственные задачи теории трещин. - Киев: Наук. думка, 1982. - 345 с.
2. Механика разрушения и прочность материалов: Справ, пособие: В 4 т. /Под общей ред. Панасюка В.В. - Киев: Наук. думка, 1988-1990.

*Поступила в редакцию 3.09.2008*

**G. P. Tarikov, A. T. Belskiy, V. V. Komrakov**

#### **THE INVESTIGATION OF THE IMPACT OF THE GEOMETRIC PARAMETERS OF CORROSION DAMAGE AND CRACK IN THE PIPELINE ON THE VALUE OF THE TENSION RATE COEFFICIENT**

The paper presents the investigation of the impact of the dimensions of the corrosion situated at some distance from the spot of damage in the form of a corrosion crack on the value of the tension rate coefficient for the element of a pipeline. At that a new method of determining the tension rate coefficient based on the study of the deformation of the pipeline element model is used.