

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО
СТАЛЬНОГО ПОДЗЕМНОГО ГАЗОПРОВОДА
ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ
ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE
DISTRIBUTION STEEL UNDERGROUND GAS PIPELINE ACCORDING
TO STATISTICAL DATA

Абразовский А. А., к-т. техн.наук, доцент, проректор
по профессиональному обучению,

ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», г. Минск,

Савастиенок А. Я., к-т. техн.наук, доцент, заведующий кафедрой;

Гориченко С. Ф., зам. начальника производственно-технического
управления, УП «МИНГАЗ», г. Минск

A. Abrazovsky, Candidate of technical Sciences, Associate Professor, vice-
rector for Vocational Training, GIPK «GAZ-INSTITUT», Minsk,

A. Savastienok., Candidate of technical Sciences, Associate Professor, head of
the department; S. Gorichenko, deputy. Head of Production and Technical De-
partment, UE «MINGAZ», Minsk

Аннотация. Для оценки технического состояния газопроводов предлагается использовать распределение Вейбула и предложен способ определения интенсивности отказов на основании данных эксплуатации газопровода.

Abstract. To assess the technical condition of gas pipelines, it is proposed to use the Weibull distribution and a method is proposed for determining the failure rate based on gas pipeline operation data.

Ключевые слова: оценка технического состояния, распределительный газопровод, вероятностный метод.

Key words: assessment of technical condition, gas distribution pipeline, probabilistic method.

ВВЕДЕНИЕ

Программой комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 годы предусмотрено техническое обследование 40 662 км газопроводов и техническое диагностирование 7 334 км газопроводов, поэтому тема оценки технического состояния газопроводов является актуальной.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В соответствии с Правилами [1, п. 188], комплекс работ по обеспечению безопасной эксплуатации объектов газораспределительной системы включает в себя контроль технического состояния газопроводов, при кото-

ром на основании технического обследования проводят оценку технического состояния газопровода. Если по результатам оценки технического состояния газопровод признается недостаточно надежным, он подлежит техническому диагностированию с целью установления назначенного ресурса и определения срока вывода газопровода из эксплуатации. ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» предлагает два основных метода оценки состояния газопровода: метод оценки по статистическим данным и метод определения остаточного ресурса газопровода по коррозионному утонению стенок и изменению механических характеристик металла труб газопровода (на основании показаний твердомера).

Метод оценки технического состояния газопровода по статистическим данным состоит в следующем. Надежность объекта на стадии эксплуатации можно иллюстрировать графиком типичной зависимости интенсивности отказов объекта от времени эксплуатации, представленном на рис.

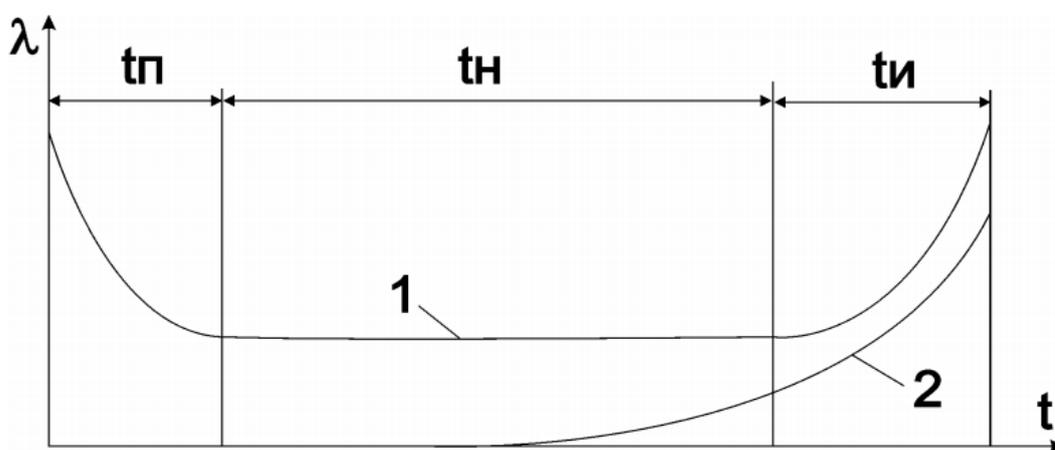


Рис. Зависимость интенсивности отказов объекта от времени эксплуатации:
 1 – интенсивность отказов $\lambda(t)$; 2 – кривая старения; t_p – период приработки;
 t_n – нормальная работа; t_i – период износа

В период износа функция надежности в соответствии с распределением Вейбулла [2] имеет вид:

$$P(t) = e^{-\lambda t^\alpha}, \quad (1)$$

где α – параметр формы кривой распределения.

Интенсивность отказов в период износа определяется формулой:

$$\lambda(t) = \lambda \alpha t^{\alpha-1}. \quad (2)$$

Время, за которое газопровод достигнет плановой надежности (время продления ресурса), в период износа определяется по формуле:

$$t = \left(-\ln(P_{nn}) / \lambda \right)^{1/\alpha}. \quad (3)$$

Параметр формы α принимается исходя из условий эксплуатации: для межпоселковых газопроводов $\alpha = 1,1$; для газопроводов в черте населенных пунктов $\alpha = 1,2$; для газопроводов в грунтах с высокой коррозионной активностью $\alpha = 1,2$; для газопроводов в грунтах с высокой коррозионной активностью и при наличии опасного влияния блуждающих токов $\alpha = 1,3$.

Интенсивность отказов характеризует скорость возникновения отказов объекта в различные моменты времени его работы:

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n(t)}{N_p \Delta t}, \quad (4)$$

где $\Delta n(t)$ – число отказавших элементов за промежуток времени Δt ;

N_p – число работоспособных элементов на момент t .

В качестве элемента принята определенная длина газопровода с учетом отношения наружного диаметра к толщине стенки трубы.

Для оцениваемого газопровода (выделенного участка) газопровода определяется общий параметр потока отказов по формуле:

$$\lambda_i = k_{mp} \lambda_i^{mp} + k_1 \lambda_i^{\kappa 1} + k_2 \lambda_i^{\kappa 2} + k_3 \lambda_i^{\kappa 3}, \quad (5)$$

где k_i – количество повреждений одного типа.

Параметр потока отказов учитывает удельные значения, указанные в таблице, по следующим отказам (повреждениям): λ_i^{mp} – утечки газа; $\lambda_i^{\kappa 1}$ – контакты «труба-земля» без коррозии; $\lambda_i^{\kappa 2}$ – контакты «труба-земля» с коррозией до 30 % толщины стенки трубы; $\lambda_i^{\kappa 3}$ – контакты «труба-земля» с коррозией более 30 % толщины стенки трубы.

Таблица

Значения удельных параметров потока отказов

Труба	λ_i^{mp}	$\lambda_i^{\kappa 1}$	$\lambda_i^{\kappa 2}$	$\lambda_i^{\kappa 3}$
133·3,5	0,00100	0,00010	0,00020	0,00050
133·4	0,00088	0,00009	0,00018	0,00044
133·4,5	0,00078	0,00008	0,00016	0,00039

В качестве критериев фактического технического состояния газопровода приняты надежность газопровода через 5 лет эксплуатации и (или) прогнозируемый срок службы.

Если по результатам оценки технического состояния газопровода срок службы газопровода, рассчитанный из условия начала периода износа, более пяти лет, или надежность газопровода через 5 лет эксплуатации выше плановой (0,98), это значит, что дальнейшая безопасная эксплуатация га-

зопровода допустима, нет оснований для проведения технического диагностирования газопроводов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, представлен метод оценки технического состояния распределительного стального подземного газопровода по статистическим данным. Наряду с детерминированными методами, данный метод, использующий теорию вероятностей и математической статистики, позволит увеличить достоверность оценки, исключить нерациональное использование средств на капитальный ремонт, а с другой стороны, позволит предупредить аварии и инциденты на газопроводах, вызванные старением и износом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения: утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 05.12.2022 № 66.
2. Основы теории надежности и технической диагностики / А. В. Федотов, Н. Г. Скабкин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 64 с.
3. Савастийенок А. Я., Гориченко С. Ф. – Вероятностный метод диагностирования распределительных газопроводов // Промышленная безопасность и охрана труда. Практикум. – 2021. – № 11. – С. 45–48.