

УДК 696.2:622.691.4

М. Э. РЫБАК, Ю. А. ГОЛОВАЧ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ ДЛЯ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ**

Рассмотрена методика определения коэффициента готовности для газовых сетей. Выявлены параметры, влияющие на значение коэффициента готовности. Выполнен расчет коэффициента готовности для кольцевой газовой сети среднего давления.

газовая сеть, показатель готовности, вероятность безотказной работы, параметр потока отказов, время восстановления

Вопросы надежного и эффективного функционирования отраслей топливно-энергетического комплекса, включая газоснабжение, относятся к числу важнейших, поскольку от их решения зависит устойчивое функционирование и развитие народного хозяйства страны. Расчет надежности системы газоснабжения сводится к определению показателей надежности и сравнению их с нормативными. Однако в литературе, которая является основной при проектировании газовых сетей [1, 2], нормативные показатели отсутствуют, и проектные решения относительно надежности систем газоснабжения принимаются на основании расчетов с использованием показателей надежности, приведенных в технической литературе [3, 4].

Актуальность работы заключается в исследовании методик расчета показателей надежности, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве нормативных.

Целью работы является анализ методики определения коэффициента готовности и расчет его значения для распределительной газовой сети.

Произведем расчет коэффициента готовности для кольцевой газовой сети, представленной на рисунке. Исходные данные для расчета сети приведены в таблице.

В соответствии с [5] коэффициент готовности является комплексным показателем надежности и определяется по формуле

$$K_z(t) = \frac{T_o}{T_o + t_g}, \quad (1)$$

где T_o – наработка на отказ, ч;
 t_g – среднее время восстановления, ч.

Наработка на отказ, T_o , (лет), определяется как

$$T_o = 1/w, \quad (2)$$

где w – параметр потока отказов, (1/год).

Параметр потока отказов является одним из наиболее важных показателей надежности для трубопроводных систем. Анализ статистических данных, приведенных в [4, 5], показал, что существует зависимость параметра потока отказов от диаметра газопроводов. Это же подтвердили и исследования [6], где была получена зависимость удельного параметра потока отказов w , (1/(м·год)) от значений среднего диаметра D_{cp} , (мм), представляющего собой полусумму наружного и внутреннего диаметра:

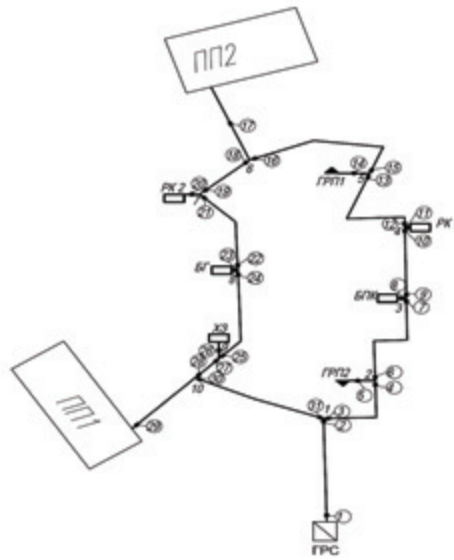


Рисунок – Схема кольцевой газовой сети: 1–2 – номер участка, ⊙ – номер задвижки.

Таблица – Исходные данные для расчета кольцевой газовой сети

Участок	Длина, м	Наружный диаметр x толщина стенки, мм	Участок	Длина, м	Наружный диаметр x толщина стенки, мм	Участок	Длина, м	Наружный диаметр x толщина стенки, мм
ГРС-1	377	325×8	7-8	324	219×6	5-ГРП1	95	108×4
1-2	293	325×8	8-9	350	273×7	6-ПП2	290	219×6
2-3	397	325×8	9-10	100	273×7	7-РК2	46	108×4
3-4	258	325×8	10-1	414	325×8	8-БГ	19	57×3
4-5	392	273×7	2-ГРП2	78	89×3	9-ХЗ	61	57×3
5-6	520	273×7	3-БК	27	76×3	10-ПП1	265	219×6
6-7	196	219×6	4-РК1	16	108×4			

$$w \cdot 10^6 = \frac{1}{0,000365 \cdot D_{cp} - 0,01603} \quad (3)$$

Среднее время восстановления газопровода при его повреждении определяется на основании [7]. В соответствии с расчетами среднее время восстановления газопровода диаметром до 100 мм составило 9,2 часа, от 101 до 200 мм – 9,97 часа, от 201 до 300 мм – 10,76 часа, от 301 до 400 мм – 11,55 часа, от 401 до 500 мм – 12,34 часа.

Значения параметра потока отказов были рассчитаны по формуле (3), задвижки принимались стальные, для которых параметр потока отказов составляет $0,3 \cdot 10^{-3}$ 1/год.

Вероятность безотказной работы сети определяется из формулы:

$$P(t) = e^{-wt}, \quad (4)$$

где w – параметр потока отказов сети, (1/год),
 t – расчетное время, принимаемое равным 10 лет.

За период 10 лет вероятность появления m отказов за рассматриваемый промежуток времени определяется по формуле Пуассона:

$$P_m = \frac{(\sum \omega_i \cdot t)^m}{m!} \cdot e^{-\sum \omega_i \cdot t} \quad (5)$$

В соответствии с формулой (5) количество отказов равно 1.
Поскольку $T_o = 1/w$, то

$$T_o = -t / \ln P(t). \quad (6)$$

Вероятность безотказной работы тупиковой газовой сети рассчитывается в зависимости от схемы присоединения элементов – параллельного или последовательного.

С учетом приведенных выше формул вероятность безотказной работы сети составила 0,9543 при рекомендуемом значении, равном 0,95 для сетей среднего давления [4], а наработка на отказ 214 лет.

Средневзвешенный диаметр сети составляет 260 мм.

Для диаметра 260 мм (201...300 мм) время восстановления составляет 10,76 ч.

Коэффициент готовности в соответствии с формулой (1) составляет 0,999994.

ВЫВОДЫ

Установлено, что на значение коэффициента готовности влияют диаметры участков сети. Коэффициент готовности значительно превысил вероятность безотказной работы и составил 0,999994. Дальнейшая работа должна быть направлена на разработку нормативных документов, в которых будут приведены нормативные значения показателей надежности, таких как вероятность безотказной работы, коэффициент готовности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДНАОП 0.00-1.20-98. Правила безопасности систем газоснабжения Украины [Текст]. – К. : Держнаглядохоронпраці, 1998. – 73 с. – (Государственный нормативный акт об охране труда).
2. ДБН В.2.5-20-2001. Газоснабжение [Текст]. – [Взамен СНиП 2.04.08-87, СНиП 3.05.02-88]. – К. : Госстрой Украины, 2001. – 287 с. – (Национальный стандарт Украины).
3. Ионин, А. А. Газоснабжение [Текст] : [учебник для высш. учеб. завед.] / А. А. Ионин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1989. – 439 с.
4. Надежность городских систем газоснабжения [Текст] / А. А. Ионин, К. С. Алебеков, В. А. Жила, С. С. Затицян ; Под ред. А. А. Ионина. – М. : Стройиздат, 1980. – 231 с.
5. Карасевич, А. М. Основы надежности систем газоснабжения [Текст] / А. М. Карасевич, О. Ю. Елагина. – М. : Логос, 2012. – 110 с.
6. Головач, Ю. А. Расчет надежности тупиковой газовой сети [Текст] / Ю. А. Головач, В. И. Захаров // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры : сб. науч. Трудов / Министерство образования и науки Украины, ДонНАСА. – Макеевка, 2014. – Вып. 2014-3(107) : Научное методическое, практическое обеспечение градостроительства территориального стратегического планирования. – С. 13–19.
7. Типовые нормы времени на техническое обслуживание и ремонт оборудования газового хозяйства [Текст] / Центральное бюро нормативов по труду Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам. – М. : НИИ труда, 1988. – 103 с.

Получено 25.02.2016

М. Е. РИБАК, Ю. А. ГОЛОВАЧ
ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ГОТОВНОСТІ ДЛЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ
ГАЗОВИХ МЕРЕЖ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Розглянуто методику визначення коефіцієнта готовності для газових мереж. Виявлено параметри, що впливають на значення коефіцієнта готовності. Виконано розрахунок коефіцієнта готовності для кільцевої газової мережі середнього тиску.

газова мережа, показник готовності, ймовірність безвідмовної роботи, параметр потоку відмов, час відновлення

MIROSLAV RYBAK, YULIA GOLOVACH
DETERMINING OF INSTANTANEOUS AVAILABILITY FOR DISTRIBUTIVE
GAS NETWORKS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The method of determining the instantaneous availability for gas networks has been considered. The parameters, affecting the value of instantaneous availability have been identified. The calculation of the instantaneous availability for the annular gas network of medium pressure has executed.

gas network, instantaneous availability, reliability function, instantaneous failure intensity, restoration time

Рыбак Мирослав Едуардович – студент Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: надійність розподільних систем газопостачання.

Головач Юлія Олександрівна – асистент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання і вентиляції Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: надійність розподільних систем газопостачання, розподіл природного газу в умовах дефіциту газу, раціональне використання газоподібного палива.

Рыбак Мирослав Эдуардович – студент Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: надежность распределительных сетей газоснабжения.

Головач Юлия Александровна – ассистент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: надежность распределительных сетей газоснабжения, распределение природного газа в условиях дефицита газа, рациональное использование газообразного топлива.

Rybak Mirosław – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: natural gas network reliability.

Golovach Yulia – assistant, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: natural gas network reliability, distribution of natural gas in conditions of gas deficiency, rational use of gas fuel.