

ность и частоту отказов можно установить посредством определения соответствующих показателей, что позволит повысить качество обслуживания потребителей и прогнозировать возможный отказ на сети.

1. Найманов А.Я., Насонкина Н.Г. и др. Основы надежности инженерных систем коммунального хозяйства. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2001. – 152 с.

2. Науменко І.І. Оцінка надійності водогосподарських об'єктів. – Рівне: НУВГП, 2006. – 182 с.

Получено 15.01.2010

УДК 697.34

О.Н.ЛОБКО

Харьковская национальная академия городского хозяйства

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

Рассматривается методика определения зависимости среднего значения параметра потока отказов системы трубопроводов от срока эксплуатации, даты ввода в эксплуатацию участков трубопроводов, их длины и наличия значений отказов этих трубопроводов за определенный период, не совпадающий со всем периодом эксплуатации.

Розглядається методика визначення залежності середнього значення параметра потоку відмов системи трубопроводів від строку експлуатації, дати вводу в експлуатацію ділянок трубопроводів, їх довжини й присутності даних відмов цих трубопроводів за визначений термін, не співпадаючий з усім терміном експлуатації.

The following is being considered: the practice of determination of pipelines system favor flow mean value behave depending of life cycle, commissioning date of pipelines sections, their longer and availability of whose. Pipelines value for a given period, which does not considered with their entire life cycle.

Ключевые слова: тепловые сети, трубопроводы, поток отказов, надежность.

Современные инженерные системы городского хозяйства и предприятий представляют собой сложный взаимосвязанный комплекс сооружений, трубопроводов и оборудования. Обеспечение нормальной работы этого комплекса является основной задачей специалистов по проектированию, строительству и эксплуатации инженерных систем.

Надежная работа систем централизованного теплоснабжения (СЦТ) является основой жизнеобеспечения населенных пунктов. Одним из показателей надежности тепловых сетей систем централизованного теплоснабжения является параметр потока отказов [1-5] λ (1/км·год) который определяется из выражения

$$\lambda = n / L, \quad (1)$$

где λ – параметр потока отказов, 1/км·год; n – количество поврежденных трубопроводов, 1/год; L – суммарная длина трубопроводов, км.

Определение зависимости параметра потока отказов от срока

службы теплопроводов необходимо для оценки их надежности, планирования расхода материально-технических и трудовых ресурсов.

В работах [6-8] приведен анализ зависимости параметра потока отказов от срока эксплуатации за незначительный период или дается качественный анализ указанного показателя [9].

Определение количества повреждений трубопроводов за весь период эксплуатации тепловых сетей затруднен из-за отсутствия данных, которые не фиксировались за указанный период или утеряны. В последнее время в связи с повышением качества эксплуатации и использования ЭВМ налажен учет повреждений теплопроводов.

В связи с этим предлагается определять зависимость среднего значения параметра потока отказов λ_{cp} от срока службы теплопроводов за весь период эксплуатации. Величина λ_{cp} определяется как среднее значение для участков теплопроводов, входящих в рассматриваемую систему, которые имели разные сроки ввода в эксплуатацию, и для которых имелись значения количества повреждений за несколько лет.

Анализ повреждаемости теплопроводов для условий, когда имеются данные по срокам ввода в эксплуатацию участков теплопроводов, значения по их повреждаемости за определенный период, который составляет несколько лет от срока эксплуатации можно осуществлять по указанной ниже методике.

С этой целью определяется зависимость среднего значения λ_{cp} от срока эксплуатации. Значение λ_{cp} определяется следующим образом. Рассмотрим тепловую сеть, состоящую из участков трубопроводов имеющих различные сроки ввода в эксплуатацию и имеющих данные по их повреждаемости за определенный период, не совпадающий со всем периодом эксплуатации.

Пусть i – номер участка, $i = \overline{1, m}$; m – число участков; L_i – длина i -го участка; t_i – календарный год постройки (сдачи в эксплуатацию) i -го участка; t_1 – первый календарный год снятия показаний по повреждаемости теплопроводов; j – порядковый номер года снятия показаний, $j = \overline{1, c}$; c – число лет снятия показаний; $t_j = t_1 + j - 1$ – текущий календарный год снятия показаний по повреждаемости теплопроводов; T_{ki} – период эксплуатации i -го участка от года введения в эксплуатацию (года постройки) до года начала снятия показаний $T_{ki} = t_1 - t_i$; $T_{k \min} = \min_{i=1, m} T_{ki}$; $T_{k \max} = \max_{i=1, m} T_{ki}$; T_k – расчетный период экс-

плутации: $T_{\kappa} = T_{\kappa \min}, T_{\kappa \max}$; $\delta(x)$ – бинарная функция целочисленного аргумента x , которая задается равенством

$$\delta(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x = 0 \\ 0, & \text{если } x \neq 0 \end{cases};$$

$$m_{\kappa} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^c \delta(T_{\kappa i} + j - T_{\kappa} - 1);$$

m_{κ} – число участков, на которых сняты показания по повреждениям в T_{κ} год эксплуатации, если $m_{\kappa} = 0$, то за T_{κ} год эксплуатации нет данных по повреждаемости теплопроводов; n_{ij} – количество отказов на i -м участке в j -й порядковый год снятия показаний; $\lambda_{ij} = \frac{n_{ij}}{L_i}$ – плотность (по годам) параметра потока отказов на i -м участке за j -й порядковый год снятия показаний; $\lambda_{cp}(T_{\kappa})$ – средняя по всем имеющимся наблюдениям плотность (по годам) параметра потока отказов за текущий T_{κ} год эксплуатации:

$$\lambda_{cp}(T_{\kappa}) = \begin{cases} \text{не определена, если } m_{\kappa} = 0; \\ \text{(нет наблюдений)} \\ \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^c \delta(T_{\kappa i} + j - T_{\kappa} - 1) n_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^c \delta(T_{\kappa i} + j - T_{\kappa} - 1) L_i}, & \text{если } m_{\kappa} \neq 0, \end{cases}$$

где $T_{\kappa} = T_{\kappa \min}, T_{\kappa \max}$.

При незначительном отличии в длинах участков теплопроводов и условий эксплуатации λ_{cp} можно определять по упрощенной зависимости

$$\lambda_{cp}(T_{\kappa}) = \begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^c \delta(T_{\kappa i} + j - T_{\kappa} - 1) n_{ij} / L_i}{m_{\kappa}}, & \text{если } m_{\kappa} \neq 0. \end{cases}$$

Таким образом, зная год ввода в эксплуатацию участков теплопроводов тепловой сети и значения количества повреждений этих участков за определенный период, не совпадающий со всем периодом

эксплуатации, можно получить зависимость среднего значения параметра потока отказов λ_{cp} от срока эксплуатации системы теплопроводов за весь период работы.

Предложенная методика может быть применена при анализе повреждаемости трубопроводов других инженерных сетей и систем.

1. Соколов Е. Я., Извеков А. В., Малофеев В.А. Нормирование надежности систем централизованного теплоснабжения // Электрические станции. – 1993. – №12. – С.20-24.

2. Сазонов Э.В., Кононова М.С. К вопросу диагностирования состояния инженерных систем // Известия вузов. – 1999. – №6. – С.93-96.

3. Герасимова О.Л., Бережнов И.А. Реконструкция тепловых сетей в жилых районах // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1991. – №5. – С.43-44.

4. Сазонов Э.В., Кононова М.С. Определение эмпирических функций распределения отказов городских теплопроводов // Известия вузов. Строительство. – 2000. – №2-3. – С.62-64.

5. Сазонов Э.В., Кононова М.С. Сравнительный анализ эмпирических функций распределения отказов городских теплопроводов // Известия вузов. Строительство. – 2000. – №7-8. – С.85-87.

6. Стрижевский И.В., Сурис М.А. Защита подземных теплопроводов от коррозии. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 344 с.

7. Родичев Л.В. Статистический анализ процесса коррозионного старения теплопроводов // Строительство трубопроводов. – 1994. – №9. – С.9-11.

8. Кириллов Ю.Г., Майзель И.Л. Тепловые сети. Современные решения // Энергетик. – 2006. – №8. – С.17-19.

9. Минич Э.П., Кнотыко П.Н. О повреждаемости тепловых сетей и резервировании источников для тепловых потребителей первой категории // Промышленная энергетика. – 1980. – №5. – С.42-43.

Получено 28.12.2009

УДК 628.162.087

А.В.КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ОТСТОЙНИКОВ

Рассмотрены и проанализированы существующие методы повышения эффективности работы горизонтальных водопроводных отстойников, оценена эффективность каждого из методов, названы оптимальные условия их применения.

Розглянуто та проаналізовано існуючі методи підвищення ефективності роботи горизонтальних водопровідних відстійників, оцінено ефективність кожного з методів, названо оптимальні умови їхнього застосування.

In article existing methods of increase are horizontal water sediment bowls work are considered and analyzed, efficiency of each of methods is appreciated, optimum conditions of their application are named.