

Рис.3 – Метод НПО «ТАРИС» для ремонта трубопроводов:
 а, б – ремонтный робот;
 в – рукавная заготовка;
 1 – ремонтируемый трубопровод;
 2 – ремонтный робот;
 3 – бандажная головка;
 4 – ремонтное покрытие;
 5 – резистивный углеволоконный материал.

1.Белецкий Б.Ф., Гордеев-Гавриков В.К. и др. Справочник по прокладке трубопроводов. – Ростов н/Д: Сигма, 2001. – 242 с.

2.Современные бестраншейные методы ремонта трубопроводов / С.В.Храменков, В.А.Загорский, В.И.Дрейцер, Л.В.Плешков // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – № 3. – С.14-17.

3.Храменков С.В., Дрейцер В.И., Плешков Л.В. Ремонт трубопроводов с помощью комбинированного рукава // Водоснабжение и санитарная техника. – 1997. – № 10. – С.21-24.

4.PER AARSLET A/S, INSITUFORM: Проспект фирмы. – М., 2003.

5.Роботы для телеинспекции и ремонта трубопроводов: Проспект НПО «ТАРИС». – М., 2007.

6.Способ и устройство для ремонта трубопровода. Проспект фирмы «Insituform». – М., 2003.

Получено 26.01.2010

УДК 628

Л.И.ДЕГТЕРЕВА, канд. хим. наук, М.В.СОЛОДОВНИК

Харьковская национальная академия городского хозяйства

АНАЛИЗ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

Приведены основные параметры надежности работы трубопроводов, оценено их влияние на продолжительность эксплуатации и возможность прогнозирования аварии.

Приведены основные факторы, используемые при оценке надежности элементов и систем коммунального хозяйства.

Наведено основні параметри надійності роботи трубопроводів, оцінено їхній вплив на тривалість експлуатації та можливість прогнозування аварії. Наведено основні фактори, що використовуються при оцінці надійності елементів і систем комунального господарства.

In article key reliability's parameters of pipelines work are resulted, their influence on duration of operation and an opportunity of failure forecasting is appreciated. The major factors used at an estimation of elements reliability and systems of a municipal services are resulted.

Ключевые слова: надежность трубопровода, безотказность, отказ, оценка надежности.

Современная инженерная инфраструктура города и промышленных объектов представляет собой сложный взаимосвязанный комплекс объектов, объединяющихся в систему. Выход из строя хотя бы одного объекта влечет за собой сбой в работе всей системы. Поэтому обеспечение бесперебойности работы систем коммунального хозяйства путем повышения надежности работы каждого элемента является основной задачей при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов.

Трубопроводы являются одним из важнейших элементов, обеспечивающих подачу и отведение воды. Основными причинами отказа водоводов являются:

- механические повреждения;
- коррозионные повреждения;
- разрывы стыков;
- отказ арматуры.

Повышение надежности работы трубопроводов можно достичь несколькими путями:

- резервированием объекта (временное, общее или поэлементное);
- применением полимерных материалов при ремонте водопроводных и канализационных сетей;
- внедрением бестраншейного метода (санации) трубопроводов;
- регулировкой и наладкой систем подачи и распределения воды населенных пунктов области, их зонирование.

Физический смысл надежности состоит в способности объекта сохранять свои первоначальные свойства (технические характеристики) в процессе эксплуатации.

Основными свойствами надежности, управляемыми при эксплуатации инженерных систем, являются безотказность и долговечность. Применительно к трубопроводам подземной прокладки рассматривае-

мые параметры определяются следующим образом:

– безотказность – свойство трубопроводов непрерывно обеспечивать пропуск воды с расчетными параметрами (давление, расход, качество и т. д.) и сохранять целостность в течение заданного промежутка времени;

– долговечность – свойство трубопроводов сохранять работоспособность до наступления предельного состояния, выполнять свои функции с возможными отключениями для осуществления ремонтов до наступления предельного состояния.

Любые показатели, определяющие безотказность, основываются на теоретическом или статистическом определении функции распределения времени безотказной работы, которая показывает вероятность того, что в заданных условиях эксплуатации в течение определенного промежутка времени t не произойдет ни одного отказа элементов

$$P(t) = P(T > t). \quad (1)$$

Большинство современных исследований надежности трубопроводов [1, 2] в качестве показателей безотказности используют вероятность безотказной работы (1) или производный от него показатель – интенсивность отказов $\lambda(t)$, которая выражает степень склонности трубопровода к отказу в зависимости от времени его эксплуатации:

$$\lambda(t) = \frac{n_{\Delta t}}{N_{cp} \cdot \Delta t}. \quad (2)$$

Вероятность безотказной работы и интенсивность отказов трубопроводов являются функциями времени. Причем, вероятность безотказной работы – всегда убывающая функция, а интенсивность отказов может быть как возрастающей функцией, так и неизменной.

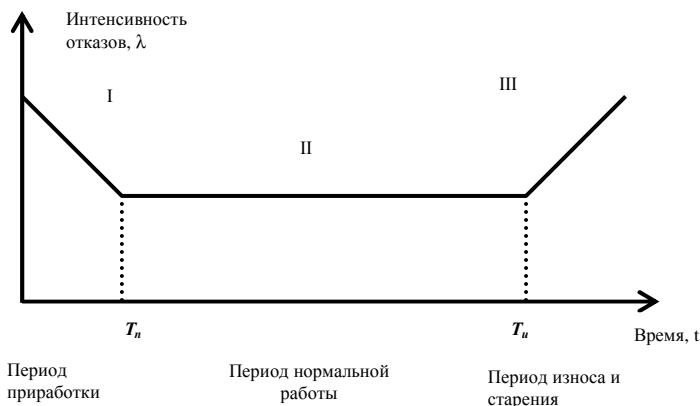
Если работоспособность объекта может быть восстановлена, то объект называют восстанавливаемым. В данном случае количественными характеристиками надежности являются параметр потока отказов и наработка на отказ.

Многочисленные опытные данные показывают, что в ходе эксплуатации объект проходит три характерных периода (рисунок).

Первый период от 0 до T_n является периодом приработки, когда отказывают элементы с серьезными дефектами. Интенсивность отказов довольно велика, но быстро уменьшается.

Второй период от T_n до T_u называют периодом нормальной работы. Он характеризуется относительно небольшой постоянной величиной интенсивности отказов.

Третий период при $t > T_u$ является периодом усиливающегося старения и износа элементов. Оптимальным вариантом является, когда эксплуатация объекта заканчивается до наступления третьего периода.



Характерная зависимость интенсивности износа от времени эксплуатации

Срок службы элементов должен приниматься не более, чем T_u . Тогда при небольшой величине периода приработки можно считать λ величиной постоянной.

Для устранения переменного и случайного временного влияния на безотказность применяют показатель, определяющий количество случаев невыполнения системой водоснабжения своих функций по отношению к потребителю за заданный период времени, называемый частотой отказов:

$$a^*(t) = \frac{n_{\Delta t}}{N_0 \cdot \Delta t}. \quad (3)$$

Применение данного показателя позволяет однозначно оценивать качество водоснабжения, т.е. можно просчитать количество отключений, связанных с авариями на водопроводных сетях. Если оговоренное число отключений не будет превышено, то потребитель, естественно, не будет иметь никаких претензий. Более того, использование этого показателя позволяет нормировать качество водоснабжения с учетом технического состояния трубопроводов, а также финансовых и материально-технических возможностей предприятий водоснабжения; позволяет выработать общую стратегию эксплуатации трубопровода.

На точность определения частоты отказов участков трубопроводов оказывают влияние множество случайных факторов. Их недоучет или использование усредненных значений приводит к погрешностям в определении частоты отключения потребителей. Ситуация осложняется тем, что для трубопроводов подземной прокладки сегодня недостаточно используются различные средства диагностики их состояния до наступления отказа.

Также одним из способов определения времени безотказной работы является нахождение средней наработки до первого отказа:

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^{N_0} t_i / N_0 . \quad (4)$$

Практическая реализация предлагаемой методики осуществляется следующим образом. При определении частоты отказов и других показателей безотказности достоверно оцениваемыми являются факты отказов и моменты их наступления. Причины, определяющие продолжительность периода времени между отказами, могут быть объединены в две группы –износоустойчивость участка трубопровода (качество используемых материалов и выполнения строительно-монтажных работ) и воздействие внешней среды (параметры воды в трубопроводе, свойства грунтов, наличие блуждающих токов, условия эксплуатации и т.д.). Между рассматриваемыми параметрами могут быть получены математические зависимости, например, в виде диаграмм, два параметра которых определяют свойства трубопроводов и условия их эксплуатации и в пересечении – продолжительность времени до наступления 1, 2, ... i -го отказов. Следовательно, для оценки надежности работы того или иного объекта, в данном случае отдельных участков трубопровода необходимо:

- выявить основные внешние факторы, оказывающие существенное влияние на безотказность участка трубопровода в конкретных условиях его эксплуатации и выполнить количественную оценку величины их влияния. Для упрощения рассматриваются три группы – умеренные условия эксплуатации, повышено агрессивные и условия эксплуатации с низкой агрессивностью окружающей среды;

- учитывать, что показатели безотказности участка трубопровода ухудшаются при увеличении допускаемого числа аварийных ремонтов.

Следовательно, срок службы трубопровода и степень надежности его работы закладываются еще на проектном этапе, значительное влияние оказывает качество строительно-монтажных работ, а также условия эксплуатации. Время до первого отказа, а также интенсив-

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