

Анализ долговечности и надежности трубопроводов подземной прокладки в условиях города

Л.И.Дегтерева, М.В.Солодовник, Харьковская национальная академия городского хозяйства

Трубопроводы, являются одним из важнейших элементов, обеспечивающих подачу и отведение воды. Основными причинами отказа водоводов являются: механические повреждения; коррозионные повреждения; разрывы стыков; отказ арматуры.

Повышения надежности работы трубопроводов можно достичь несколькими путями:

- резервированием объекта (временное, общее или поэлементное);
- применение полимерных материалов при ремонте водопроводных и канализационных сетей;
- внедрение бестраншейного метода (санации) трубопроводов;
- регулировка и наладка 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 рассматриваемые 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 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 объекты называются восстанавливаемыми. В данном случае количественными характеристиками надежности являются: параметр потока отказов и наработка на отказ.

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. Недоучет их или использование усредненных значений приводит к погрешностям в определении частоты отключения потребителей. Ситуация осложняется тем, что для трубопроводов подземной прокладки сегодня недостаточно используются различные средств диагностики их состояния до наступления отказа.

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

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

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 ко-

торых 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, повышенно 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, степень надежности его работы закладывается еще на проектном этапе, значительное влияние оказывает качество строительно-монтажных работ, а также условия эксплуатации. Время до первого отказа, а также интенсивность и частота отказов может быть определена посредством определения соответствующих показателей, что позволит повысить качество обслуживания потребителей и прогнозировать возможный отказ на сети.