

Abstract.

The increase in water consumption falls on low-water-intensive territories located in the southern regions of the country. At the same time, water resources are distributed unevenly across the territory, most of them are concentrated in sparsely populated areas.

Such regions include the Volga region, the Southern Urals, and Kalmykia. These regions are characterized by the presence of mineralized water supply sources in underground oxen.

There is the presence in the groundwater, in addition to salts of iron ions, calcium, organic impurities, which dramatically complicate the operation of desalination devices.

Desalination plants are used for complex schemes of processing mineralized waters, the duration of operation of such devices depends on the presence of additional ions in the water.

The need for pretreatment of the source water before electro dialysis machines is highlighted.

Experimental studies on the groundwater of the Saratov region on the methods of preliminary removal of iron and calcium ions by filtration with KU-2-8 loading before desalination are presented.

Pretreatment of water allows to increase the service life of the membranes of the electro dialysis apparatus.

Key words:

Gabions, structures, structures, soil, landscape, durability, environmental friendliness, profitability.

Date of receipt in edition: 10.11.21

Date of acceptance for printing: 15.11.21

УДК 628.17

doi: 10.55287/22275398_2021_4_81

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Р.Е. Хургин¹, И.Д. Тюрин²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва

²ОАО ПИК-проект, г. Москва

Аннотация.

Вся жизнедеятельность человека связана с использованием воды, потребность в которой все возрастает. Система водоснабжения обеспечивает холодной и горячей водой более 80% населения (приблизительно 115 млн. чел.) и все предприятия народного хозяйства. Ни одна отрасль промышленности не обслуживает такое количество потребителей. Основной задачей водоснабжения является обеспечение населения водой, отвечающей определенным санитарно-гигиеническим требованиям.

По мере развития систем водоснабжения, расширения их территориальных границ, усложнения структуры, роста водопотребления, фактор надежности приобретает все возрастающие значения, поскольку качество работы системы непосредственно отражается на условиях жизни населения и эффективности работы предприятий.

В статье рассмотрены факторы, влияющие на надежность работы системы внутреннего водоснабжения в здании и возможные способы ее обеспечения.

Ключевые слова:

трубопроводы, надежность, интенсивность отказов, восстановление, водопотребители, срок службы, водоснабжение.

История статьи:

Дата поступления в редакцию 14.12.21

Дата принятия к печати

15.12.21

Ряд новых актуальных задач выдвигается в области повышения надежности и экономичности внутренних систем горячего и холодного водоснабжения: гидравлической устойчивости, стабилизации напоров, ликвидации непроизводительных расходов, утечек, экономии воды, теплоты, энергии и др. [1, 2, 3]. Изначально негерметичные трубопроводы резко снижают санитарно-гигиеническую надежность систем, особенно в условиях нестабильной периодической водоподачи, когда трубопроводы то опорожняются, то заполняются.

Вопросы надежного водоснабжения тесно связаны с работой систем теплоэлектроснабжения. Протяженность трубопроводов по водоснабжению и водоотведению в стране оценивается в 500000 километров, а с учетом внутренних систем более 800000 километров. По протяженности трубопроводов Россия находится на втором месте в мире. Сильная изношенность трубопроводных систем приводит к большим потерям воды, через разрушенные коррозией стенки трубопроводов, а, следовательно к потерям тепловой и электрической энергии. Потери воды оцениваются в 22-25 %, а реальные потери достигают 50-80%, что в 10 раз превышает потери в других коммунальных системах и отраслях промышленности (газоснабжении — 2%, электроснабжении 3-5%, машиностроении 0,5...1%).

Ведущими Российскими учеными и исследователями много сделано в исследовании проблемы надежности и развитии системы водоснабжения. Но нельзя не заметить тот факт, что многие исследования относятся к наружному водопроводу диаметром 150 и более, в то время как функциональные качества системы водоснабжения реализуются многочисленными потребителями во внутреннем водопроводе. По бесперебойности подачи воды и её качеству потребитель оценивает качество работы системы водоснабжения в целом [4].

Значительные потери воды в системе в основном происходят у потребителя через негерметичную водоразборную арматуру и трубопроводы. Во многих случаях это не снижает бесперебойности подачи воды, но приводит к нерациональному использованию водных ресурсов, увеличению энергопотребления в системе, перегрузке водопроводных или очистных сооружений [5, 6]. Поэтому при оценке работы внутренних водопроводов необходимо ввести дополнительный показатель надежности элементов и системы по герметичности, при этом в качестве отказа следует рассматривать протечку воды через негерметичные элементы и её продолжительности.

Отказы в системе водоснабжения носят случайный характер, поэтому в связи с большим количеством элементов в системе и большим потоком информации о разнообразных причинах отказов необходимо создать методику статистической обработки данных об отказах и структуру базы данных.

Наиболее нагруженным элементом системы водоснабжения является водоразборная арматура, количество срабатывания которой измеряется тысячами в год (в то время как трубопроводная арматура открывается 5-10 раз в год). Поэтому число отказов водоразборной арматуры значительно выше, чем остальных элементов.

Интенсивность отказов трубопроводов малых диаметров значительно выше, чем у больших диаметров (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость интенсивности отказов трубопроводов от диаметров труб

Диаметр трубопровода, D, мм	Интенсивность отказов W 1/км*год
200	0.48
150	0.50
100	0.55
80	1.00
50	1.50
32	2.00
25	3.00
15	4.50

Внутренние (обычно стальные) трубопроводы прокладываются, как правило, во влажных помещениях в условиях воздействия токов утечки из электрических сетей, что повышает число отказов трубопроводов.

Анализ показателей надежности трубопроводов различных сроков службы позволяет, кроме того, определить трубопроводы, имеющие наибольший риск возникновения аварий (слабые звенья).

Обобщенный вид эмпирических функций интенсивности отказов трубопроводов водопроводной сети города по срокам службы их эксплуатации характеризует наличие зоны стабильности интенсивности отказов в первые 10-17 лет эксплуатации сети, когда её значения не превышают 0,61 км/год. Затем аварийность труб возрастает (табл. 2).

Таблица 2

Изменение интенсивности отказов трубопроводов по срокам службы

Годы (Т)	Интенсивность отказов W 1/км*год
1	2.0
5	1.5
10	1.0
15	1.5
20	2.0
25	2.5
30	3.0
35	3.5
40	4.0

Решение вопроса повышения срока службы трубопроводов было бы не полным, если бы не затронуть проблему металлических соединительных изделий (муфты, сгоны, фитинги) а также различных крепежных деталей.

Чаще всего они изготавливаются из углеродистых сталей, и в эксплуатационных условиях быстро подвергаются коррозионному разрушению, что требует частой их замены.

Широко используемая электросварка для соединения труб нарушает защитный цинковый слой. Применение соединительных деталей с защитным цинковым покрытием позволит значительно уменьшить, а иногда и исключить полностью применение сварочных работ.

Учитывая большую протяженность внутренних сетей, затраты на ремонтные работы и восстановление сетей довольно значительно, поэтому необходимо исследовать аналогичные показатели труб из других материалов и определить полезные сроки службы исходя из технической и экономической целесообразности.

В настоящее время коррозионные повреждения стальных трубопроводов систем водоснабжения стали массовыми и создали реальную угрозу бесперебойности водоснабжения ряда городов [7, 8, 9].

В процессе эксплуатации внутренняя поверхность трубопроводов подвергается интенсивной коррозии, в результате системы загрязняются продуктами коррозии, ухудшается качество воды, растут гидравлические потери, снижается пропускная способность коммуникаций, стенки труб утончаются, а на отдельных участках образуются сквозные отверстия (свищи), что является основным видом повреждений стальных трубопроводов (в среднем 55,8% от общего числа повреждений и повреждения по заводскому шву). Это нарушает подачу воды, а также приводит к большим материальным затратам, связанных с ремонтом систем и заменой вышедших из строя труб. Проблема защиты трубопроводных систем от коррозии последние годы приобрела большое значение и по актуальности приближается к экологической проблеме.

Одним из путей повышения надежности системы подачи и распределения воды является повышения качества и расширение объема производства прогрессивных типов и конструкций как самих труб, так и трубопроводной арматуры.

Как уже говорилось выше, количество арматуры во внутреннем водопроводе во много раз превышает наружный. Разнообразие арматуры, представленной на современном рынке очень велико, а от применения качественной и надежной арматуры зависит вся работа внутреннего водопровода.

Во внутреннем водопроводе вне зависимости от конструкции арматуры можно различать два основных вида её отказов, приводящих к существенно различным последствиям: нарушение герметичности, обуславливающие появление трещин, разрывов корпуса и нарушение герметичности сальников, что влечет за собой отключение данного участка трубопровода или агрегата, и отказы, исключающие возможность использования арматуры по назначению (разрыв корпуса и др.).

В последнее время в связи с изменением социальных условий на надежность внутреннего водопровода все большее влияние оказывает несанкционированные ремонты, врезки и реконструкции элементов водоснабжения, расположенных в помещениях у потребителя (квартиры, офисные помещения и т.д.), что приводит к аварийным ситуациям.

Для предотвращения вышесказанного необходимо при изготовлении арматуры в заводских условиях строго соблюдать все ГОСТы, и технические требования.

Одним из путей обеспечения надежности внутреннего водопровода является эффективное использование методов структурного, элементного и временного резервирования.

Основой для выбора рациональных способов повышения надежности системы внутреннего водопровода, является количественный анализ надежности технологических объектов по результатам их длительной эксплуатации. Помимо того, что результатом такого анализа являются данные, характеризующий технический уровень отрасли, возникает возможность непосредственной оценки различных проектных вариантов по результирующим показателям надежности, т.е. своего рода обратная связь между опытом эксплуатации и проектирования.

Одним из основных условий успешного использования полученных статистических данных являются полнота и достоверность первичной информации об отказах систем трубопроводов. Большинство отказов может быть предотвращено мероприятиями профилактического обслуживания. Отказы оборудования являются следствием отказов многих отдельных деталей и узлов. На основании данных о надежности могут быть не только разработаны эффективные методы эксплуатации, но и произведена оценка необходимого количества оборудования, и численности людей, необходимых для эксплуатации.

Практическая деятельность эксплуатационных служб жизнеобеспечения города должна строиться на основе такого регулирования факторов надежности, при котором достигается удовлетворение потребностей водопотребителей, минимизация экономических и социальных потерь, снижение себестоимости воды, экологическая безопасность природопользования.

Длительность восстановления зависит от характера повреждения, диаметра трубопровода, оснащенности аварийно-восстановительных бригад, возможности подъезда к трассе, размещения задвижек вдоль трассы, длительности рабочего цикла при закрытии линейных задвижек, герметичности линейных задвижек. Многочисленные отказы, вызываемые одним и тем же фактором, диктуют необходимость пересмотра действующих норм проектирования и правил приёмки объекта в эксплуатацию.

Одним из способов обеспечения надежности является грамотное техническое обслуживание, направленное на предупреждение простоев и аварийных ситуаций, а также эффективное устранение последствий аварий.

Качество монтажа в значительной степени влияет на надежность внутреннего водопровода, так как отклонение от нормативных требований снижает герметичность и долговечность стыковых соединений трубопроводов и уплотнительных элементов водоразборной и трубопроводной арматуры. Испытание,

пуск и приёмка в эксплуатацию, зачастую выполняются формально и не обеспечивают проектных качеств системы, что сильно сказывается на величине потерь воды и затратах на обслуживание и эксплуатацию системы.

Выводы

Внутренний водопровод по протяженности трубопроводов, числу насосных установок, количеству запорной и водоразборной арматуры превосходит наружные системы подачи и распределения воды.

Низкая надежность элементов внутреннего водопровода, особенно водоразборной арматуры, приводит к значительным потерям воды. В результате чего среднее водопотребление в Российском водопроводе более чем в два раза превышает водопотребление в Европейских странах.

Низкая надежность обусловлена:

- а) высокой интенсивностью использования элементов системы, особенно водоразборной арматуры;
- б) низкой надежностью уплотнительных элементов;
- в) большим количеством стыковых соединений;
- г) низким уровнем эксплуатации;
- д) несанкционированными воздействиями потребителей на систему (врезки, реконструкция и т.д.);
- е) коррозионными разрушениями трубопроводов для повышения надежности.

Таким образом, сегодня крайне необходимо:

- усовершенствовать нормативную базу, ввести показатели надежности системы не только по бесперебойности подачи воды, но и герметичности;
- исследовать надежность параметры трубопроводов и арматуры из различных материалов;
- разработать методические и информационные базы по оценке надежности системы водоснабжения;
- определить влияние надежности на ресурсосберегающие качества системы и в частности на снижение водопотребления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Примин О.Г., Орлов В.А.* Надежность коммунальных трубопроводов и планирование их восстановления. // Трубопроводный транспорт (теория и практика). 2016. № 2 (54), С. 21- 25.
2. *Шуберт С.А., Орлов Г.А.* Проблемы повышения надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 1993. №4. С. 12-16.
3. *Абрамов Н.Н.* Надежность систем водоснабжения – М.: Стройиздат, 1980. 314 с.
4. *Храменков С.В.* Стратегия модернизации водопроводной сети – М.: ОАО «Издательство «Стройиздат», 2005. -400 с.
5. *Иванов О.М., Харитонов В.И.* Надежность магистральных трубопроводов – М.: Недра, 1978. 400 с.
6. *Ильин Ю.А.* Расчет надежности подачи воды – М.: Стройиздат, 1987. 278 с.
7. *Примин О.Г., Громов Г.Н.* Надежность и экологическая безопасность водопроводных и водоотводящих трубопроводов // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 4. С. 54-61. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.04.54-61.
8. *Hayworth G.I.* Reliability engineering advances [Достижения в области проектирования надежности]. New York, Nova Science Publ., Inc., 2009. 441 p.
9. *Chupin R. V., Melekhov E.S.* Justification of the parameters of developing water supply and sanitation systems based on their electronic models [Обоснование параметров разрабатываемых систем водоснабжения и водоотведения на основе их электронных моделей] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 880. Pp. 012050. DOI: 10.1088/1757-899X/880/1/012050.1.

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Р.Е. Хургин, И.Д. Тюрин. Исследование надежности системы внутреннего водоснабжения. — Системные технологии. — 2021. — № 41. — С. 81—86.

doi: 10.55287/22275398_2021_4_81

INVESTIGATION OF THE RELIABILITY OF THE INTERNAL WATER SUPPLY SYSTEM

R.E. Hurgin¹, I.D. Tjurin²

¹Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

²PIK-project OJSC, Moscow

Abstract.

All human activity is connected with the use of water, the need for which is increasing. The water supply system provides cold and hot water to more than 80% of the population (approximately 115 million people) and all enterprises of the national economy. No industry serves such a large number of consumers. The main task of water supply is to provide the population with water that meets certain sanitary and hygienic requirements.

With the development of water supply systems, the expansion of their territorial boundaries, the complexity of the structure, the growth of water consumption, the reliability factor is becoming increasingly important, since the quality of the system directly affects the living conditions of the population and the efficiency of enterprises.

The article discusses the factors affecting the reliability of the internal water supply system in the building and possible ways to ensure it.

Key words.

pipelines, reliability, failure rate, restoration, water users, service life, water supply.

Date of receipt in edition: 14.12.21

Date of acceptance for printing:
15.12.21

УДК 69.059.4

doi: 10.55287/22275398_2021_4_86

ОБСЛЕДОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

И.В. Соргутов

Пермский государственный аграрно-технологический университет

имени академика Д.Н. Прянишникова, Пермь

Аннотация.

В статье рассмотрены особенности обследования оснований и фундаментов при помощи методов сейсморазведки. Автор считает, что такой подход к созданию наземных моделей для быстрой разведки состояния оснований и фундаментов дает обширную информацию о геологической среде и может иметь решающее значение в сценариях снижения риска обрушения зданий и критических по времени наземных исследованиях нестабильных земляных структур, а также связанных с ними каскадов бедствий, вплоть до гибели людей.

Также указанный метод может найти применение в процессе формирования блока информации о конструкции на первичной стадии для создания систем раннего предупреждения разрушения оснований и фундаментов.

Ключевые слова:

основания, фундаменты, методы сейсморазведки, обследование.

История статьи:

Дата поступления в редакцию
24.11.21

Дата принятия к печати
26.11.21