



АНАЛИЗ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ВОДОПРОВОДНЫХ И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

**Н. Г. Насонкина, С. Е. Антоненко, А. С. Трякина, М. Ю. Гутарова, В. С. Забурдаев,
П. Г. Берёза**

*ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.
E-mail: donnasa_gsh@mail.ru*

Получена 1 марта 2019; принята 22 марта 2019.

Аннотация. Рассмотрены основные характеристики водонесущих трубопроводов (на примере Донецкого региона). Выявлены факторы, вызывающие отказы на трубопроводах. Приведена структура основных видов повреждений трубопроводов из различных материалов. Проанализирован износ сети и уровень аварийности трубопроводов по Донецкому региону. Описано негативное воздействие разгерметизации трубопроводов на подземные и поверхностные воды, атмосферу, литосферу, социальную сферу и человека. Приведены зависимости частоты засорения коллекторов от их диаметра, аварийности от общей протяженности трубопровода и наличия подработок, числа отказов трубопроводов от времени года. Предложена методика использования критериев отказа для «критических» точек, математическая модель для резервирования и оптимизации работы водонесущих коммуникаций. Предложена система контроля и управления работой сетей, качеством воды и выбора материала труб при реконструкции.

Ключевые слова: обследование трубопровода, аварийность, надежность сети, диагностика сети.

АНАЛІЗ ПОШКОДЖУВАНОСТІ ВОДОПРОВІДНИХ ТА КАНАЛІЗАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

**Н. Г. Насонкіна, С. Є. Антоненко, А. С. Трякіна, М. Ю. Гутарова, В. С. Забурдаєв,
П. Г. Береза**

*ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.
E-mail: donnasa_gsh@mail.ru*

Отримана 1 березня 2019; прийнята 22 березня 2019.

Анотація. Розглянуті основні характеристики водопроводів (на прикладі Донецького регіону). Виявлені фактори, що викликають відмови на трубопроводах. Наведено структуру основних видів ушкоджень трубопроводів з різних матеріалів. Проаналізовано зношування мережі та рівень аварійності трубопроводів у Донецькому регіоні. Описано негативний вплив розгерметизації трубопроводів на підземні та поверхневі води, атмосферу, літосферу, соціальну сферу та людину. Наведено залежності частоти засмічення колекторів від їхнього діаметра, аварійності від загальної довжини трубопроводу та наявності розроблення, числа відмов трубопроводів від пори року. Запропоновано методику використання критеріїв відмови для «критичних» точок, математичну модель для резервування та оптимізації роботи водонесійних комунікацій. Запропоновано систему контролю і керування роботою мереж, якістю води та вибору матеріалу труб при реконструкції.

Ключові слова: обстеження трубопроводу, аварійність, надійність мережі, діагностика мережі.

ANALYSIS OF THE DAMAGEABILITY OF WATER AND SEWER NETWORKS

Nadiya Nasonkina, Svetlana Antonenko, Alyona Tryakina, Marina Gutarova, Viacheslav Zaburdaev, Pavel Bereza

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,

2, Derzhavina Str., Makeyevka, DPR, 86123.

E-mail: donnasa_gsh@mail.ru

Received 1 March 2019; accepted 22 March 2019.

Abstract. The main characteristics of water-carrying pipelines (for example, the Donetsk region) are considered. The factors that cause failures on pipelines are identified. The structure of the main types of damage to pipelines of various materials is given. The deterioration of the network and the accident rate of pipelines in the Donetsk region were analyzed. The negative impact of depressurization of pipelines on groundwater and surface water, atmosphere, lithosphere, social sphere and man is described. The dependences of the frequency of clogging of collectors on their diameter, accidents on the total length of the pipeline and the availability of mining digging, the number of pipeline failures on the time of year are given. A method of using failure criteria for «critical» points, a mathematical model for reserving and optimizing the operation of water-carrying communications are proposed. A system for monitoring and controlling the operation of networks, water quality and the choice of pipe material at reconstruction is proposed.

Keywords: pipeline inspection, accident rate, network reliability, network diagnostics.

Формулировка проблемы и анализ последних исследований

Основной задачей технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения является обеспечение надежной работы всех элементов. Самое уязвимое звено систем — трубопроводы. Вопросом надежности водонесущих систем посвящено значительное количество работ [1–15].

Структура и классификация заданий надежности систем водоснабжения и водоотведения представлена на рисунке 1. Следует отметить, что для сетей водоснабжения и водоотведения основными показателями надежности является вероятность безотказной работы P и коэффициент готовности K_r , характеризующий вероятность исправного состояния сети и сохранения ее расчетных параметров работы, т. е. параметрическую надежность.

$$P = e^{-\lambda L}, \quad (1)$$

$$K_r = \left(\frac{\mu}{\mu + \lambda} \right)^L = \left(\frac{T_o}{T_o + T_B} \right)^L, \quad (2)$$

где λ — интенсивность отказов трубопровода;

L — длина трубопровода;

μ — интенсивность восстановления;

t — время эксплуатации, принимаемое от момента пуска в эксплуатацию трубопровода до настоящего момента плюс один год;

T_o — средняя наработка на отказ, определяется формулой (3)

$$T_o = \frac{1}{\lambda}, T_B = \frac{1}{\mu}, \quad (3)$$

T_B — среднее время восстановления системы.

Цель

Целью работы является исследование надежности работы водонесущих сетей от их материала, условий работы, анализ аварийности и разработка подходов к оптимизации условий эксплуатации сетей водоснабжения и водоотведения.

Основной материал

На интенсивность отказа сетей водоснабжения и водоотведения оказывают влияние качественные показатели воды; материал и диаметр труб; толщина стенок, герметичность, нарушения стыковых соединений, деформация тела труб, геология, наличие и агрессивность грунтовых вод,

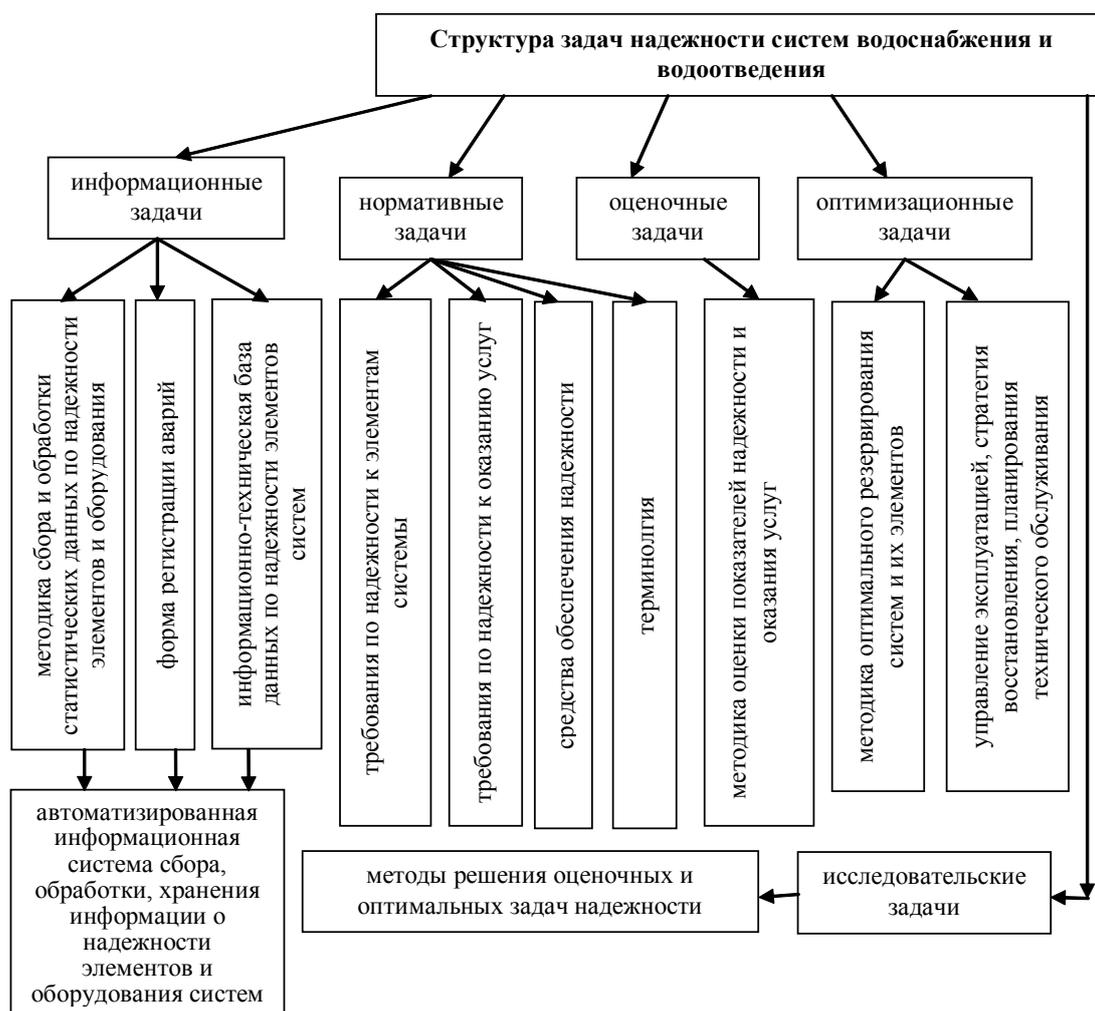


Рисунок 1. Структура задач надежности.

срок эксплуатации; глубина заложения; динамические нагрузки на трубопровод; гидравлический режим и другие. Все повреждения, вызывающие отказы на трубопроводах, обусловлены действием внешних и внутренних факторов, которые подразделяются на три группы.

Первая группа факторов связана с технологией изготовления труб. Для стальных труб заводскими дефектами являются металлургические дефекты. В чугунных трубах основным металлургическим дефектом следует считать раковины в теле труб, снижающие их несущую способность.

Вторая группа факторов связана со строительством трубопроводов. В чугунных трубопроводах это выражается в частых нарушениях стыковых соединений, просадках грунта под трубами. В стальных трубах это проявляется в переломе

труб, нарушении сварных поперечных соединений. Следует отметить, что при промышленных методах монтажа трубопроводов, особенно внутриквартальных, полностью избежать влияния второй группы факторов на надежность трубопроводов практически невозможно.

Третья группа факторов определяется условиями функционирования и эксплуатации трубопроводов. К этой группе факторов относятся материал и диаметр труб, степень изношенности трубопровода и режим его работы, давление в сети, агрессивность транспортируемой среды, удары и др. Например, от такого фактора, как материал трубопровода, на 18 % зависит долговечность труб. В таблице 1 представлены данные о соотношении основных видов повреждений на трубопроводах.

Каждому из видов трубопроводов характерны свои повреждения: для стальных трубопроводов — это коррозия, для чугуна, асбестоцемента и железобетона — нарушение стыков, переломы и разрушение тела труб (рисунок 2 б), для пластмасс — нарушение стыков и разрывы (рисунок 2 а). На рисунке 3 представлены данные о соотношении

основных видов повреждений на трубопроводах по Донецкому региону.

Можно считать, что такие повреждения являются характерными для всех систем коммунального хозяйства. При этом необходимо отметить, что количество аварий на сетях ежегодно растет (рисунок 4) и это, безусловно, отображается на

Таблица 1. Структура основных видов повреждений трубопроводов

Виды повреждений	Материал труб				
	сталь	чугун	асбесто-цемент	пласт-масса	ЖБ
Нарушение стыковых соединений, %	15	70	80	90	60
Образование свищей, %	60	1	-	5	1
Разрыв труб и фасонных частей, %	2	2	2	5	—
Электрокоррозия, %	23	3	—	—	1
Перелом и разрушение труб, %	—	24	18	—	39



Рисунок 2. Повреждения трубопроводов.

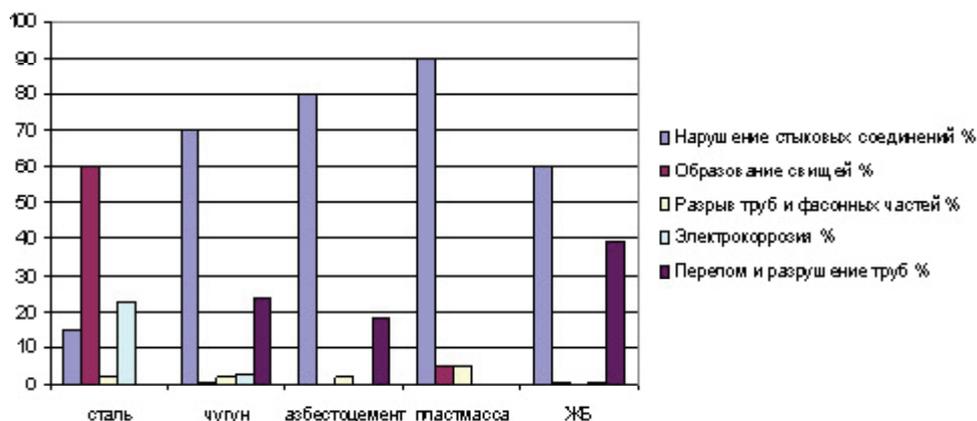


Рисунок 3. Структура основных видов повреждений трубопроводов (по Донбассу).

общем состоянии систем водоснабжения и водоотведения. Такая ситуация требует своевременного предупреждения, быстрого обнаружения и ликвидации аварий.

Анализ ликвидированных аварий (рисунок 5) показывает необходимость в систематическом контроле процессов эксплуатации и в разработке стратегии планирования ремонтных работ с учетом состояния сетей, давления в сети и используемых материалов для реконструкции.

Необходимо отметить, что четкое отличие «внешних» и «внутренних» причин отказов трубопроводов установить в большинстве случаев тяжело. Многие из «внутренних» повреждений трубопроводов являются результатом внешних действий. Аварии трубопроводов часто обусловлены одновременно коррозионными свойствами грунта, действием блуждающих токов, динамическими и статическими нагрузками от городского транспорта, просадками грунта и низким качеством монтажа труб. Все это определяет необходимость проведения постоянного четкого мониторинга состояния сетей с выявлением «узких мест» и предупреждения появления аварий и сокращения течей.

По Донбассу около 79 % трубопроводов сетей водоснабжения составляют металлические трубы, в сетях водоотведения этот показатель достигает 25 % (рисунок 6). Отсутствие внутренних защитных покрытий и определяет их высокую изношенность и аварийность.

Осложняет ситуацию большая протяженность сетей (рисунок 7) и высокий процент сетей с возрастом, превышающим нормативные значения (рисунок 8).

Износ сети и резкие колебания давления (рисунок 9) в системе в течение типичного дня ведут к повышению аварийности сетей. Наибольшее количество повреждений наблюдается на участках из чугунных труб (рисунок 10), на которые приходится основная часть труб малого диаметра (рисунок 11).

Сегодня по Донбассу происходит от двух до пятидесяти восьми аварий на километр трубы в год, тогда как, например, в странах Европы приемлемым показателем считается 0,2–0,3 аварии на километр трубы на год. Такие коэффициенты аварийности приводят к существенному уровню потерь воды (до 70 %).

Уровень аварийности водоводов на Донбассе достаточно невысокий – всего 15 аварий в год. Но каждая из этих аварий приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций, потому что целые населенные пункты фактически остаются без воды на период ликвидации аварии.

Разгерметизация трубопроводов ведет к негативному воздействию на подземные и поверхностные воды, атмосферу, литосферу, социальную сферу и человека (рисунки 12, 13).

Аварии на участках канализационных сетей приводят к бактериологическому и химическому загрязнению верхнего слоя почвы. Считается, что около 80 % заболеваний связаны с употреблением некачественной питьевой воды, в загрязнении которой не последнее место занимают потери воды из канализационных трубопроводов.

Канализационная сеть прокладывалась на территории Донбасса в основном свыше 70 лет назад. Из рисунка 14 видно, что почти половина ее амортизирована более чем на 70 %.

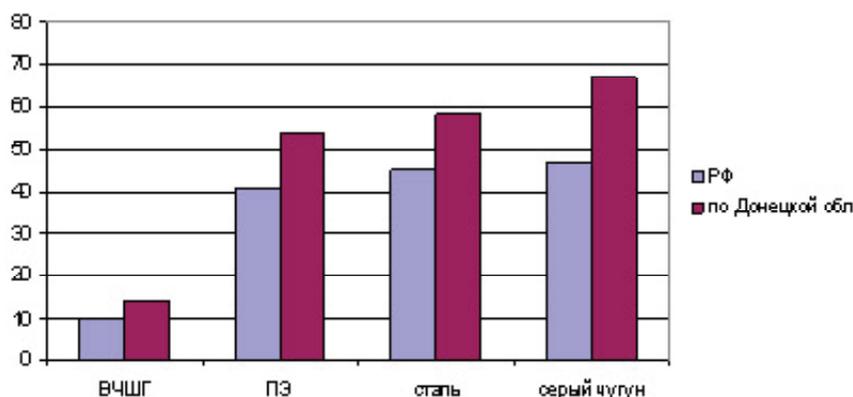


Рисунок 4. Аварийность трубопроводов.

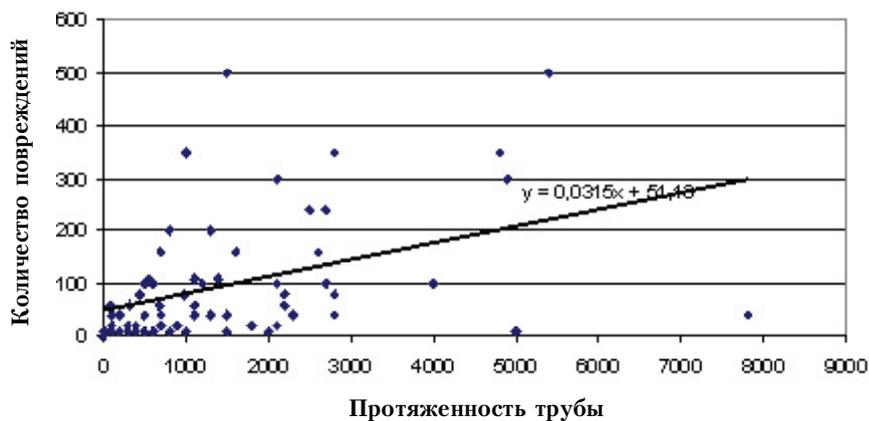


Рисунок 5. Анализ аварийности сетей по региону.

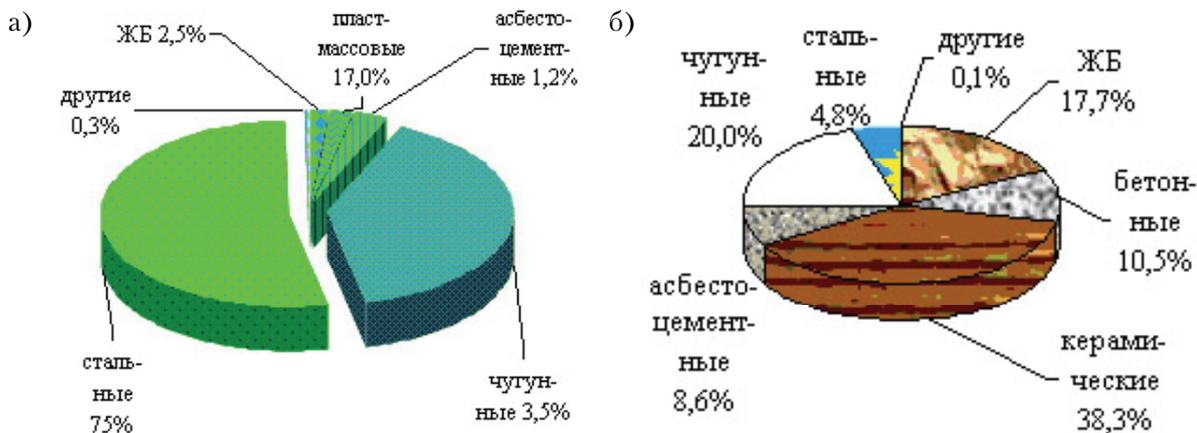


Рисунок 6. Структура сетей: а) водоснабжения, б) водоотведения.

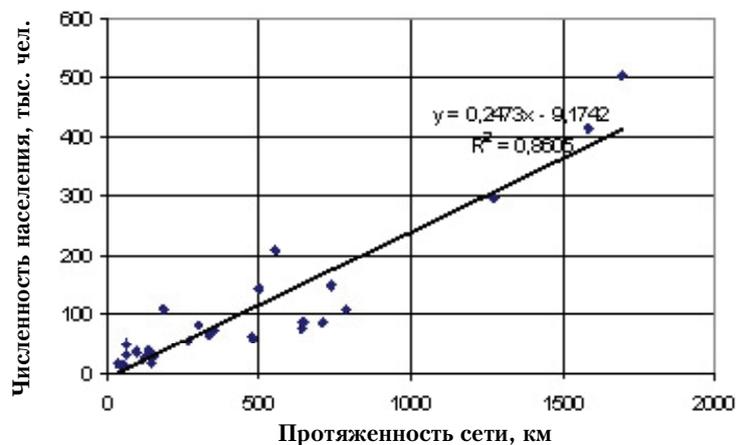


Рисунок 7. Количество абонентов на 1 км сети.

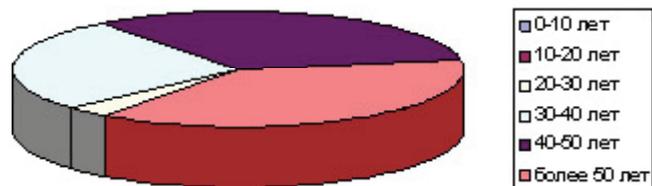


Рисунок 8. Распределение возраста прокладки трубопроводов (по Донбассу).

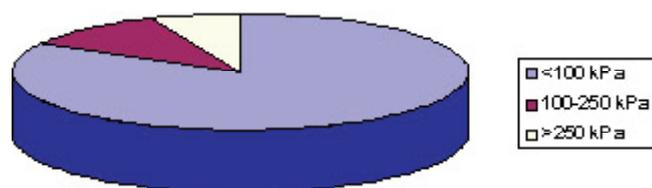


Рисунок 9. Распределение по давлению в ВС (по ДНР).

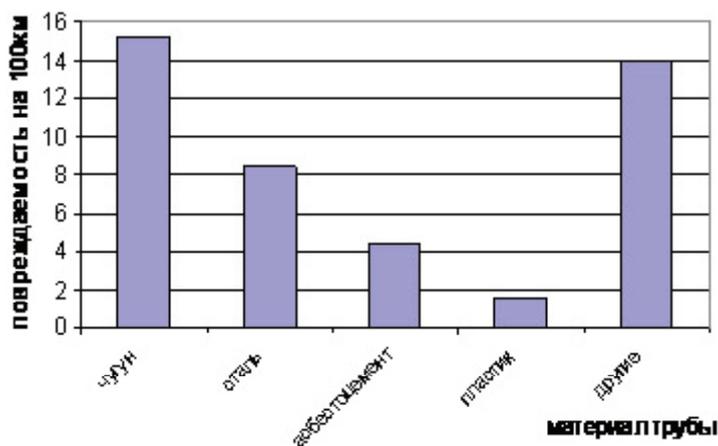


Рисунок 10. Зависимость повреждаемости труб от материала.

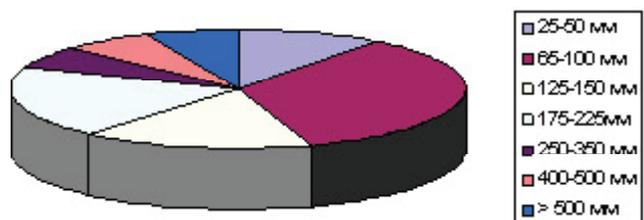


Рисунок 11. Распределение по диаметрам водопроводных сетей (по Донбассу).

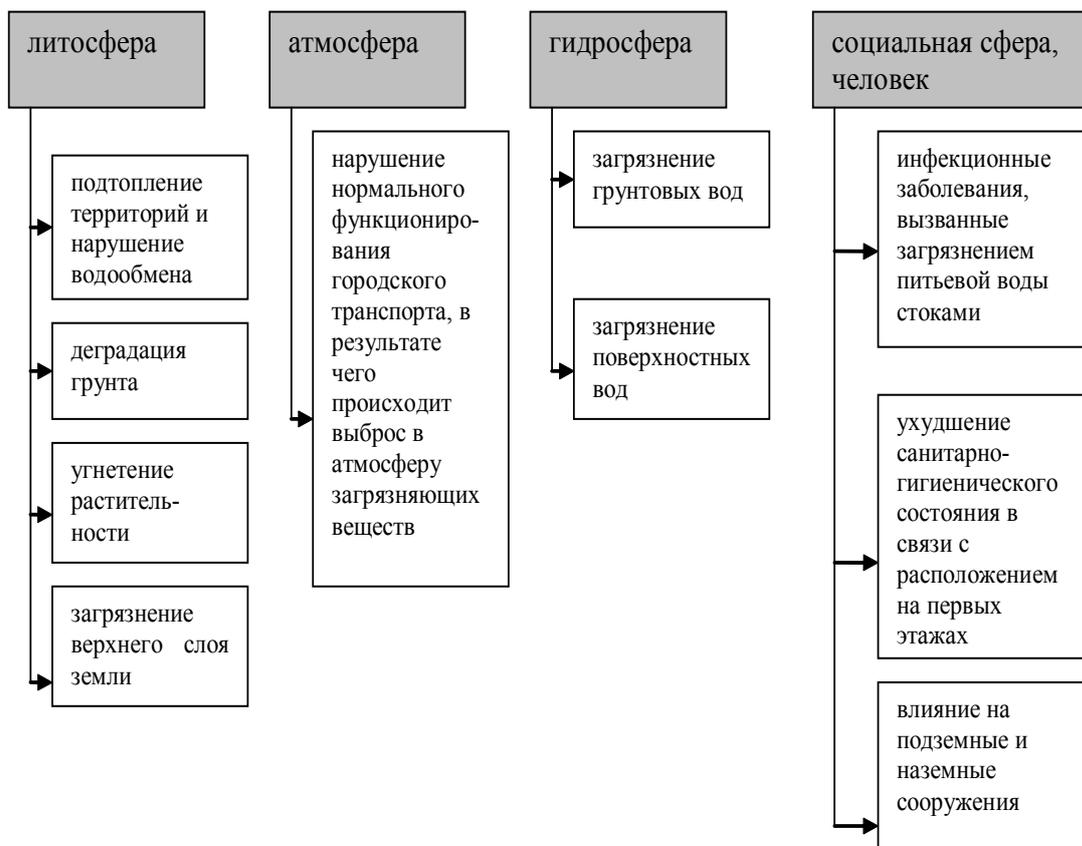


Рисунок 12. Последствия воздействия аварий сетей водоснабжения и водоотведения.

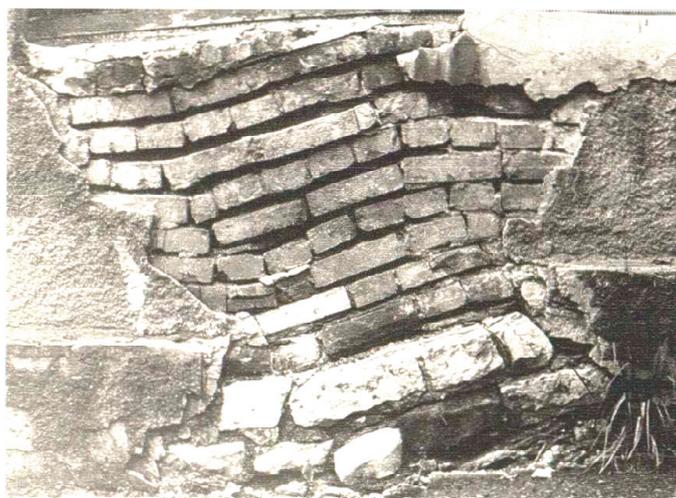


Рисунок 13. Разрушение здания (г. Горловка) в результате аварии коллектора.

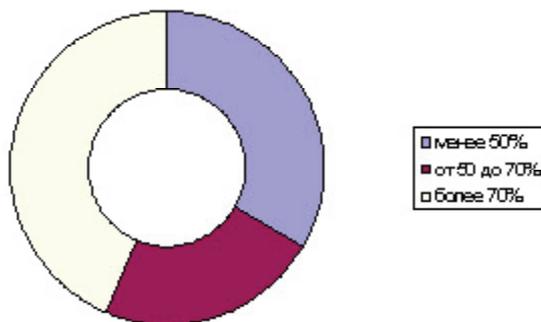


Рисунок 14. Характеристика износа канализационных сетей.

Уменьшение водопотребления, которое наблюдается во всем мире, осложняет работу канализационных систем и ведет к увеличению аварийных ситуаций на канализационных коллекторах. На малых диаметрах при уменьшении водопотребления возникает увеличение засорения из-за снижения расходов сточных вод и скорости их удаления. На рисунке 15 приведена зависимость частоты засорения коллекторов от их диаметра.

Деформация и состояние почв в целом оказывают серьезное влияние на состояние сетей водоснабжения и водоотведения, так аварийность трубопроводов, проложенных на подрабатываемых территориях, значительно выше, чем на ненарушенных территориях. Сравнительный анализ эксплуатации подземных трубопроводов представлен на рисунке 16.

Количество аварий на трубопроводах изменяется во времени, резко возрастая весной и осенью (рисунок 17).

Выводы

Для повышения надежности водопроводной и канализационной сети сегодня необходимо провести паспортизацию и обследование трубопроводов. Зная износ стенки трубы и срок эксплуатации, можно рассчитать номинальное давление трубопровода и принять решение о замене или его санации. Используя критерий отказа для «критических» точек, можно прогнозировать более узкие места в работе сети, моделировать для них резервирование и оптимизировать их работу.

На базе водоканалов предлагается оборудовать специализированные передвижные лаборатории, позволяющие проводить диагностику сетей и экстренную очистку и обеззараживание воды в случае техногенных аварий.

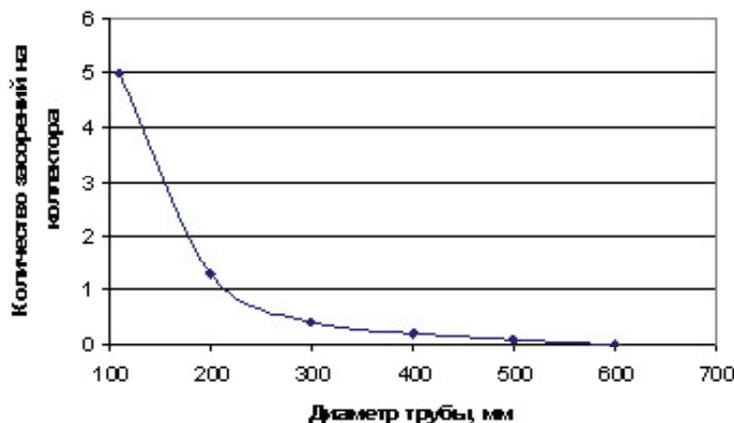


Рисунок 15. График зависимости частоты засорения от диаметра трубопровода на 1 км канализационной сети.

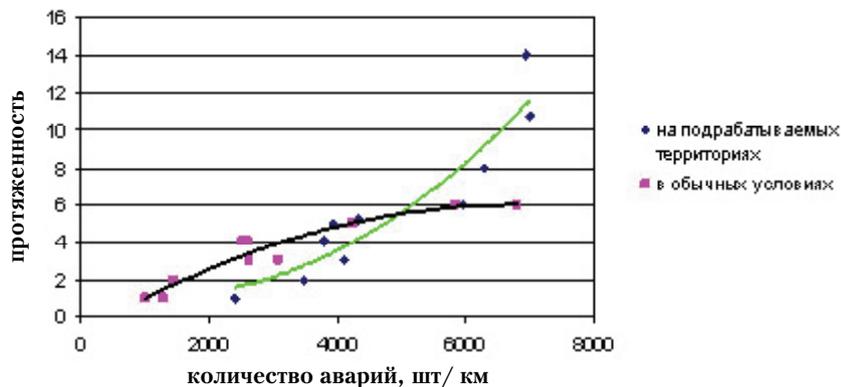


Рисунок 16. Зависимость количества аварий от общей протяженности трубопровода и наличия подработок.

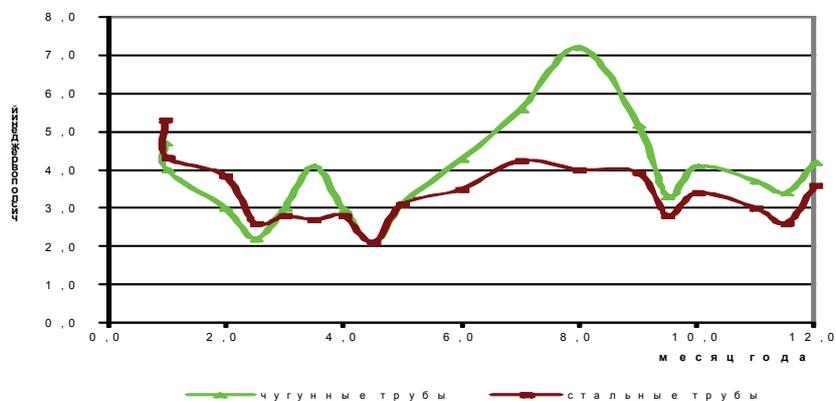


Рисунок 17. Зависимость числа отказов трубопроводов от времени года.

Литература

1. Примин, О. Г. Обеспечение надежности и долговечности водопроводных трубопроводов [Текст] / О. Г. Примин // Коммунальное водное хозяйство России: от водоразборных фонтанов – к технологиям XXI века. – М.: «Современная полиграфия», 2013. – С. 42–51.
2. Храменков, С. В. Принципы обеспечения надежности водопроводной сети в условиях сокращения водопотребления [Текст] / С. В. Храменков // Водоснабжение и санитарная техника. 2003. Часть 2, № 5. С. 27–31.
3. Анучкин, М. П. Трубы для магистральных трубопроводов [Текст] / М. П. Анучкин, В. Н. Горичкий, Б. И. Мирошниченко. – М.: «Недра» 1986. – 229 с.
4. Основы надежности инженерных систем коммунального хозяйства [Текст] / А. Я. Найманов, Н. Г. Насонкина, В. Н. Маслак, Н. И. Зотов. – Донецк: НАН Украины. Ин-т экономики промсти, 2001. – 152 с.
5. Насонкина, Н. Г. Интенсификация работ систем водоснабжения [Текст] / Н. Г. Насонкина // Проблеми екології. 1999. Вип. 2'99. С.11–15.

Reference

1. Primin, O. G. Ensuring the reliability and durability of water pipelines [Text] / O. G. Primin // Municipal Water Economy of Russia: from water fountains to technologies of the 21st century. – M.: «Modern polygraphy», 2013. – P. 42–51. (in Russian)
2. Khramenkov, S. V. Principles of ensuring the reliability of the water supply network under the conditions of reducing water consumption [Text] / S. V. Khramenkov // In: *Water supply and sanitary engineering*. 2003. Part 2, №. 5. P. 27–31. (in Russian)
3. Anuchkin, M. P. Pipes for main pipelines [Text] / M. P. Anuchkin, V. N. Goritsky, B. I. Miroshnichenko. – M.: «Nedra», 1986. – 229 p. (in Russian)
4. Fundamentals of reliability of utility systems of municipal services [Text] / A. Ya. Naimanov, N. G. Nasonkina, V. N. Maslak, N. I. Zotov. – Donetsk: National Academy of Sciences of Ukraine. Institute of Industrial Economics, 2001. – 152 p. (in Russian)
5. Nasonkina, N. G. Intensification of water supply systems [Text] / N. G. Nasonkina // In: *Problems and Ecology*. 1999. Issue 2'99. P. 11–15. (in Russian)

6. Петросов, В. А. Управление региональными системами водоснабжения [Текст] / В. А. Петросов. – Харьков : Основа, 1999. – 320 с.
7. Ромейко, В. С. Защита трубопроводов от коррозии [Текст] / В. С. Ромейко, В. Г. Баталов, В. И. Готовцев и др. – М. : ВНИИМП, 2000. – 208 с.
8. Методическое руководство по обоснованию надежности и технологичности внешних сетей водоснабжения и канализации при комплексном проектировании, управлении проектами и инженерным мониторингом [Текст] / А. Н. Меженский, В. В. Скобликов, Н. Г. Насонкина, П. Е. Уваров. – Луганськ : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2004. – 140 с.
9. Насонкина, Н. Г. Повышение экологической безопасности систем питьевого водоснабжения [Текст] / Н. Г. Насонкина. – Макеевка : ДонНАСА, 2005. – 181 с.
10. Nasonkina, N. Systems analysis of estimation of ecological safety of the systems of water and sewage economy [Text] / N. Nasonkina, V. Sashnovskay // *Modern Industrial and Civil Construction*. 2009. Vol. 5, № 3. P. 114–123.
11. Чунин, Р. В. Развитие теории и практики моделирования и оптимизации систем водоснабжения и водоотведения [Текст] / Р. В. Чунин. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2011. – 323 с.
12. Thomas, A. A Framework to Evaluate the Life Cycle Costs and Environmental Impacts of Water Pipelines [Text] / A. Thomas, B. R. Mantha, and C. C. Menassa // *ASCE Pipelines Conference*. Kansas City, Missouri, 2016, P. 1152–1163.
13. Welling, S. M. Practice Review of the Cost of Condition Assessment and Renewal Engineering of Wastewater Pipelines as Part of the WATER i D Project [Text] / S. M. Welling, S. K. Sinha // *Pipelines and Trenchless Construction and Renewals-A Global Perspective : proceedings of the Pipelines 2013 Conference, held in Fort Worth, Texas, June 23–26, 2013*. – P. 627–635.
14. Angkasuwansiri, T. Comprehensive list of Parameters Affecting Wastewater Pipe Performance [Text] / T. Angkasuwansiri, S. K. Sinha // *Technology Interface International Journal*. 2013. Vol. 13(2). P. 68–79.
15. Blanchard, B. S. Life-cycle cost analysis: A technique for efficient asset management [Text] / B. S. Blanchard // *Corros & Materials*. 1996. Vol. 21(6). P. 6–10.
6. Petrosov, V. A. Management of regional water supply systems [Text] / V. A. Petrosov. – Kharkov : Basis, 1999. – 320 p. (in Russian)
7. Romeiko, V. S. Pipeline protection against corrosion [Text] / V. S. Romeiko, V. G. Batalov, V. I. Gotovtsev, etc. – M. : VNIIMP, 2000. – 208 p. (in Russian)
8. Methodological guidance on the substantiation of the reliability and manufacturability of external water supply and sewage networks with integrated design, project management and engineering monitoring. – Lugansk : view of SNU im. V. Dahl, 2004. – 140 p. (in Russian)
9. Nasonkina, N. G. Improving the environmental safety of drinking water supply systems [Text] / N. G. Nasonkina. – Makeyevka : DonNASA, 2005. – 181 p. (in Russian)
10. Nasonkina, N. Systems analysis of estimation of ecological safety of the systems of water and sewage economy [Text] / N. Nasonkina, V. Sashnovskay // *Modern industrial and civil construction*. 2009. Vol. 5, № 3. P. 114–123.
11. Chunin, R. V. Development of the theory and practice of modeling and optimization of water supply and drainage systems [Text] / R. V. Chunin. – Irkutsk : ISTU publishing house, 2011. – 323 p. (in Russian)
12. Thomas, A. A Framework to Evaluate the Life Cycle Costs and Environmental Impacts of Water Pipelines [Text] / A. Thomas, B. R. Mantha, and C. C. Menassa // *ASCE Pipelines Conference*. Kansas City, Missouri, 2016. – P. 1152–1163.
13. Welling, S. M. Practice Review of the Cost of Condition Assessment and Renewal Engineering of Wastewater Pipelines as Part of the WATER i D Project [Text] / S. M. Welling, S. K. Sinha // *Pipelines and Trenchless Construction and Renewals-A Global Perspective : proceedings of the Pipelines 2013 Conference, held in Fort Worth, Texas, June 23–26, 2013*. – P. 627–635.
14. Angkasuwansiri, T. Comprehensive list of Parameters Affecting Wastewater Pipe Performance [Text] / T. Angkasuwansiri, S. K. Sinha // *Technology Interface International Journal*. 2013. Vol. 13(2). P. 68–79.
15. Blanchard, B. S. Life-cycle cost analysis: A technique for efficient asset management [Text] / B. S. Blanchard // *Corros & Materials*. 1996. Vol. 21(6). P. 6–10.

Насонкина Надежда Геннадьевна – доктор технических наук, профессор кафедры городского строительства и хозяйства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: системы водоснабжения и водоотведения, экологическая безопасность систем водоснабжения.

Антоненко Светлана Евгеньевна – кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и хозяйства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: электрохимическое умягчение воды, новые материалы и оборудование при проектировании систем отопления.

Трякина Алена Сергеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и хозяйства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: водоснабжение, очистка природных вод.

Гутарова Марина Юрьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и хозяйства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: нормирование водопотребления населением городов.

Забурдаев Вячеслав Семенович – зав. лабораторией кафедры городского строительства и хозяйства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: системы водоснабжения и водоотведения, экологическая безопасность систем водоснабжения.

Берёза Павел Георгиевич – ассистент кафедры городского строительства и хозяйства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: инновационные технологии в отоплении, вентиляции и кондиционировании, системы водоснабжения и водоотведения.

Насонкіна Надія Геннадіївна – доктор технічних наук, професор кафедри міського будівництва і господарства ДООУ ВПО «Донбаської національної академії будівництва і архітектури». Наукові інтереси: системи водопостачання і водовідведення, екологічна безпека систем водопостачання.

Антоненко Світлана Євгенівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства ДООУ ВПО «Донбаської національної академії будівництва і архітектури». Наукові інтереси: електрохімічне зм'якшення води, нові матеріали і устаткування при проектуванні систем опалення.

Трякіна Альона Сергіївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства ДООУ ВПО «Донбаської національної академії будівництва і архітектури». Наукові інтереси: водопостачання, очищення природних вод.

Гутарова Марина Юріївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства ДООУ ВПО «Донбаської національної академії будівництва і архітектури». Наукові інтереси: нормування водоспоживання населенням міст.

Забурдаєв Вячеслав Семенович – зав. лабораторією кафедри міського будівництва та господарства ДООУ ВПО «Донбаської національної академії будівництва і архітектури». Наукові інтереси: системи водопостачання і водовідведення, екологічна безпека систем водопостачання.

Береза Павло Георгійович – асистент кафедри міського будівництва та господарства ДООУ ВПО «Донбаської національної академії будівництва і архітектури». Наукові інтереси: інноваційні технології в опаленні, вентиляції та кондиціонуванні, системи водопостачання та водовідведення.

Nasonkina Nadiya – D.Sc. (Eng.), Professor, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: water and wastewater treatment, ecological safety of the water systems.

Antonenko Svetlana – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: electrochemical softening the waters, new materials and the equipment at designing of systems of heating.

Tryakina Alyona – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: water supply, purification of natural water.

Gutarova Marina – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: regulation of water consumption by urban population.

Zaburdaev Viacheslav – The assistant of Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: water and wastewater treatment, ecological safety of the water systems.

Bereza Pavel – The assistant of Municipal Building and Economy Department. Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: innovative technology for heating, ventilation and air-conditioning, system of water supply and sanitation.