

УДК 628.144

А. Я. НАЙМАНОВ, Г. С. ТУРЧИНА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ОБЗОР СОСТОЯНИЯ СЕТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ РАЙОНА Г. МАКЕЕВКИ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Аннотация. В статье представлены результаты исследования состояния систем подачи и распределения воды города Макеевки. Были проанализированы отказы сети г. Макеевки на основании исследования статистики ремонтно-восстановительных работ Центрально-Городского района. В рамках статьи проведен анализ отказов по следующим параметрам: тип аварий, причины их появления, места их происхождения, диаметр и материал трубопроводов, на которых обнаружены поломки. Показатели ремонтно-восстановительных работ брались за период 2017–2020 гг. На основании исследования представлены фактические количественные данные по каждому из вышеназванных параметров, что позволяет сделать выводы о распределении отказов в системах подачи и распределения воды города Макеевки. Полученные численные значения по авариям на сети водоснабжения могут быть применены для определения интенсивности отказов трубопроводов при оценке надежности систем подачи и распределения воды.

Ключевые слова: водопроводная сеть, ремонтно-восстановительные работы, диаметры трубопроводов, статистический анализ.

Чтобы лучше понимать, какие характеристики сети водоснабжения оказывают наибольшее влияние на итоговую оценку надежности систем подачи и распределения воды, необходимо провести анализ ремонтно-восстановительных работ в течение определенного времени. Одним из способов проанализировать изменения надежности в системе водоснабжения может служить исследование аварий на сети: количество и тип отказов, причины их появления, места их происхождения, на каком диаметре трубопровода. Безусловно, отследить абсолютно все отказы невозможно, потому как ряд поломок, как и утечек воды, остаются незарегистрированными, и часто о них неизвестно эксплуатирующей организации. Однако, можно провести анализ реально выполненных работ по восстановлению системы от аварий по вышеназванным характеристикам.

Взаимосвязи надежности систем водоснабжения с отказом ее элементов посвящены работы ряда ученых, в частности, В. С. Макогонова, Ю. А. Ильина, В. С. Ромейко, Х. Х. Фама и др. [1, 2, 3, 4, 5]. Расчет таких показателей надежности, как интенсивности отказов и восстановления, основывался на проведенном статистическом анализе реальных данных по отказам и восстановлениям систем водоснабжения из разных материалов.

Авторами проведено исследование восстановительных работ сетей Центрально-Городского района города Макеевки. За период с 2017 по 2020 года в этом районе было проведено 4 920 ремонтно-восстановительных работ, анализ проходил по нескольким параметрам. Во-первых, исходя из места аварии: в колодце или непосредственно на сети. Во-вторых, рассматривалась причина аварии, например, износ оборудования, коррозия или перелом труб. Также учитывалось, где произошла поломка: непосредственно на трубе, в местах стыка, на определенном виде запорно-водоразборной арматуры или оборудовании. Следующий этап исследования – определение, на каком из диаметров и из какого материала были зафиксированы отказы системы водоснабжения заданного района. Отметим, что общая протяженность водопроводной сети города составляет 1 562 км, длина сети в пределах Центрально-Городского района насчитывает 257 км. Данные для исследования брались из журналов учета проведения ремонтно-восстановительных работ сетей водоснабжения в городском водоканале.

Согласно исследованию, в среднем количество ремонтов, проводимых в колодцах, составляет около 46,1 % от общего количества восстановительных работ в системе подачи и распределения воды (рисунок 1).

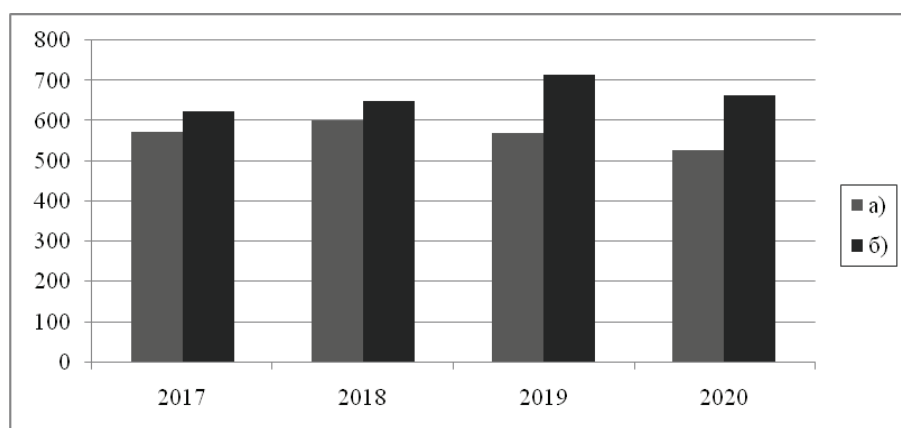


Рисунок 1 – Количество ремонтных работ по годам, проводимых: а) в колодцах; б) на сети.

Вместе с тем отказов вследствие коррозии было зафиксировано 671 в 2017 году, 685 в 2018, 618 в 2019 и 449 в 2020, что составляет в среднем 49 % от общего количества. Износ элементов сети (например, частей задвижки, пожарных гидрантов, вантузов, нарушение сварочного шва на стыке труб и т. д.) встречается 490 раз в 2017 году, 550 в 2018, 647 в 2019 и 732 раза в 2020. В среднем ремонтные работы вследствие износа элементов также составляет около 49 %. На оставшиеся 2 % приходятся восстановительные работы, проводимые по иным причинам, например, из-за перелома труб, поиска скрытых утечек, отключения или подключения отдельных зданий и пр.

Локализация аварий по местам, где производились ремонтные работы, представлена в таблице 1. Согласно анализу, за период 2017–2020 гг. в районе были зафиксированы следующие значения: 54,4 % от общего количества мест аварии – поломка непосредственно на трубопроводах; 16,4 % – на стыках труб, 17,3 % – замена и ремонт задвижек, 9,3 % – ремонт и установка пожарных гидрантов, 2,6 % – суммарный процент, приходящийся на прочие виды ремонтных работ.

Таблица 1 – Распределение мест аварий на сети

Места обнаружения	2017	2018	2019	2020
Трубопровод	701	731	699	544
Стыки труб	162	173	198	271
Задвижки	214	220	219	199
Пожарные гидранты	102	97	132	129
Прочее	17	30	35	47
Всего	1 196	1 251	1 283	1 190

Если рассматривать только первые две строчки из таблицы, – ремонтные работы, проводимые на трубопроводах – то среди них можно выделить три материала трубопроводов: сталь, чугун и пластик. Отображение доли каждого из вышеназванных материалов, встречаемых при отказах труб, показана на круговой диаграмме (рисунок 2).

Большая часть отказов приходится на трубы из стали, однако и изначально подавляющая часть трубопроводов в сети – стальная. Что же касается распределения ремонтно-строительных работ по диаметрам, то здесь прослеживается некоторая закономерность (таблица 2).

Более наглядно распределение по диаметрам во время ремонтных работ на трубопроводах можно рассмотреть на графике (рисунок 3).

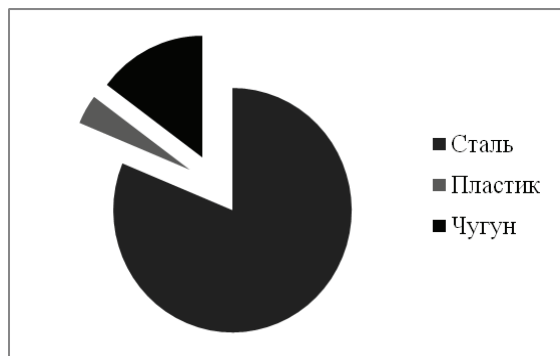


Рисунок 2 – Распределение отказов трубопроводов по материалу.

Таблица 2 – Распределение отказов по диаметрам труб в Центральном-Городском районе за 2017–2020 гг.

Диаметр, мм	Материал трубопровода		
	Сталь	Чугун	Пластик
До 50	415	36	44
63–100	1 113	84	187
110–150	663	19	192
200	260	0	62
250	8	0	0
300	264	0	27
400	93	0	5
500	9	0	0
600	29	0	9
700	19	0	0
800	1	0	0
900	2	0	0
1 000	9	0	0

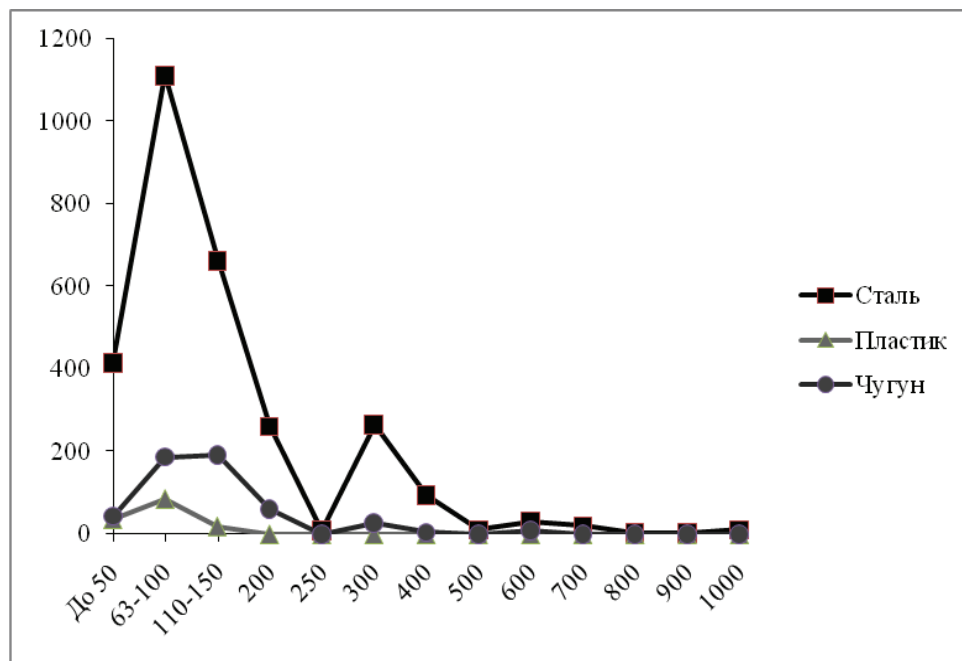


Рисунок 3 – Распределение ремонтно-восстановительных работ по диаметрам трубопровода.

Наибольшее количество поломок наблюдается на сотом и ближайших к нему диаметрах. Чем дальше от сотого диаметра в меньшую или большую сторону, тем меньшее количество ремонтно-восстановительных работ встречается. Помимо этого, обнаружено, что с каждым годом постепенно увеличивается количество труб из пластика, однако и аварии на трубопроводах из этого материала также случаются.

Также стоит отметить положительную динамику в реновации сети водоснабжения, так в 2017 году общая длина замененных/проложенных труб в Центрально-Городском районе составила около 498 м, в 2018 – 569 м, в 2019 – 834 м, а в 2020 – 1 745 м.

Благодаря разветвленности исследования, по данному району было обработано свыше 24 тысяч показателей, это позволяет сделать определенные выводы, касающиеся распределения отказов на сети г. Макеевки. Вполне естественно, что наибольшее количество отказов наблюдается на трубах из стали – большая часть городской сети состоит из стальных трубопроводов. Кроме того, чем меньше диаметр трубопроводов – тем больше частота отказов. Согласно исследованию, отказы труб составляли около 54 % от общего объема всех отказов, при этом в половине случаев причина – коррозия объекта. Вполне вероятно, что у труб большего диаметра толщина стенки будет больше, чем у трубопроводов меньшего диаметра, и это помогло сохранить такие участки сети в лучшем состоянии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин, Ю. А. Расчет надежности подачи воды : научное издание / Ю. А. Ильин. – Москва : Стройиздат, 1987. – 320 с. : ил. – (Надежность и качество). – Текст : непосредственный.
2. Защита трубопроводов от коррозии / В. С. Ромейко, В. Г. Баталов, В. Е. Бухин [и др.] ; под редакцией В. С. Ромейко. – Москва : ООО «Издательство ВНИИМП», 2002. – 218 с. – Текст : непосредственный.
3. Макогонов, В. С. Исследование надежности водопроводных сетей : специальность 05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Макогонов Владимир Семенович ; Московский инженерно-строительный институт им. В. В. Куйбышева. – Москва, 1972. – 146 с. : ил. – Текст : непосредственный.
4. Фам Ха Хай. Совершенствование обеспечения потребителей водой с учетом надежности водопроводных систем подачи и распределения воды в условиях Вьетнама : специальность 05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ха Хай Фам ; ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ». – Москва : Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2015. – 125 с. : ил. – Текст : непосредственный.
5. Aklog, D. Reliability-based optimal design of water distribution networks / D. Aklog, Y. Hosoi. – Текст : непосредственный // Water Science and Technology: Water Supply. – London : IWA Publishing, 2003. – С. 11–18.

Получена 08.10.2021

А. Я. НАЙМАНОВ, Г. С. ТУРЧИНА ОГЛЯД СТАНУ МЕРЕЖИ ВОДОПОСТАЧАННЯ РАЙОНУ М. МАКІЇВКИ НА БАЗІ АНАЛІЗУ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті представлені результати дослідження стану систем подачі та розподілу води міста Макіївки. Були проаналізовані відмови мережі м. Макіївки на базі дослідження статистики ремонтно-відновлювальних робіт Центрально-Міського району. У рамках статті проведено аналіз відмов за наступними параметрами: тип аварій, причина їх появи, місця їх походження, діаметр та матеріал трубопроводів, на яких були виявлені поломки. Показники ремонтно-відновлювальних робіт бралися за період 2017–2020 рр. На базі дослідження представлені фактичні кількісні дані за кожним з вищезазначених параметрів, що дозволяє зробити висновки про розповсюдження відмов у системах подачі та розподілу води міста Макіївки. Отримані численні значення щодо аварій на мережі водоспоживання можуть бути застосовані для знаходження інтенсивності відмов при оцінюванні надійності систем подачі та розподілу води.

Ключові слова: водопровідна мережа, ремонтно-відновлювальні роботи, діаметри трубопроводів, статистичний аналіз.

AUBEKIR NAIMANOV, GALINA TURCHINA
OVERVIEW OF THE STATE OF THE WATER SUPPLY NETWORK OF THE
MAKEYEVKA DISTRICT BASED ON THE ANALYSIS OF REPAIR AND
RESTORATION WORKS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article presents the results of a study of the state of water supply and distribution systems in the city of Makeyevka. The failures of the Makeyevka network were analyzed on the basis of a study of the statistics of repair and restoration works of the Central City district. Within the framework of the article, failures were analyzed according to the following parameters: the type of accidents, the causes of their occurrence, the places of their origin, the diameter and material of pipelines on which breakdowns were found. Parameters of repair and restoration work were taken over the period of 2017–2020. Based on the research, actual quantitative data for each of the above parameters are presented, which allows us to draw conclusions about the distribution of failures in the water supply distribution systems of the city of Makeyevka. The obtained numerical values of accidents on the water supply network can be used to determine the failure rate of pipeline when assessing the reliability of water supply systems.

Key words: water supply network, repair and renewal operations, diameters of pipelines, statistical analysis.

Найманов Аубекир Ягопирович – доктор технических наук, профессор кафедры городского строительства и хозяйства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: водоснабжение, очистка воды, методы повышения надежности сетей водоснабжения и канализации.

Турчина Галина Сергеевна – магистр; ассистент кафедры городского строительства и хозяйства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: надежность сетей, методы повышения надежности сетей водоснабжения.

Найманов Аубекі́р Ягопірови́ч – доктор технічних наук, професор кафедри міського будівництва та господарства ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: водопостачання, очищення води, методи підвищення надійності мереж водопостачання та каналізації.

Турчина Галина Сергіївна – магістр; асистент кафедри міського будівництва та господарства ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: надійність систем, методи підвищення надійності мереж водопостачання.

Naimanov Aubekir – D. Sc. (Eng.), Professor, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: water supply, water purification, methods of increasing reliability of water supply and sewer nets.

Turchina Galina – master's student; Assistant, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reliability of systems, methods of increasing reliability of water supply nets.