

EDN: HDYNWJ

УДК 628.144

**Г. С. ТУРЧИНА**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ПУТЕМ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ**

**Аннотация.** Согласно нормативным документам [3, 4], снижение количества подаваемой воды не должно быть более 30 % от расчетного на протяжении временного промежутка, зависящего от категории города. С увеличением срока эксплуатации отказы водопроводной сети происходят чаще, бывают случаи, когда сложность аварийной ситуации влечет за собой полное прекращение подачи воды по отдельным трубопроводам из-за конфигурации сети. При каждой аварии появляются экономические издержки не только на ремонт, но и от сопутствующих убытков из-за вынужденного снижения воды, поставляемой абонентам. В связи с этим в статье рассмотрены вопросы резервирования сети водоснабжения путем заложения дополнительного сечения трубопроводов и с помощью создания дополнительных колец на сети. Стоит отметить, что оба способа несут дополнительные затраты ресурсов и применять их необходимо из условий баланса между капитальными затратами и снижением рисков от потерь во время эксплуатации сети благодаря повышению ее надежности за счет резервирования.

**Ключевые слова:** водопроводная сеть, надежность, диаметры трубопроводов, расход воды.

Существует необходимость в определении направления развития и совершенствования проектной документации, связанной с надежностью систем водоснабжения. Данные вопросы решаются на правительственном уровне через ряд постановлений и законов [1, 2, 3]. Суть данных требований регламентирует необходимость определения параметров надежности как эксплуатируемых, так и проектируемых объектов водного хозяйства. В [4] п. 7.4 нормирована продолжительность полного прекращения подачи воды или сокращенной подачи воды. Эти величины могут считаться аналогами качества функционирования систем водоснабжения. И все же, если изучить нормативную документацию, можно заметить чрезвычайно малое количество сведений по теме оценки надежности кольцевых сетей водоснабжения.

Помимо оценки состояния сети, необходимо искать пути повышения ее надежности. Одними из них возможно рассмотреть резервирование сети дополнительными кольцами и увеличением полезного сечения трубопроводов.

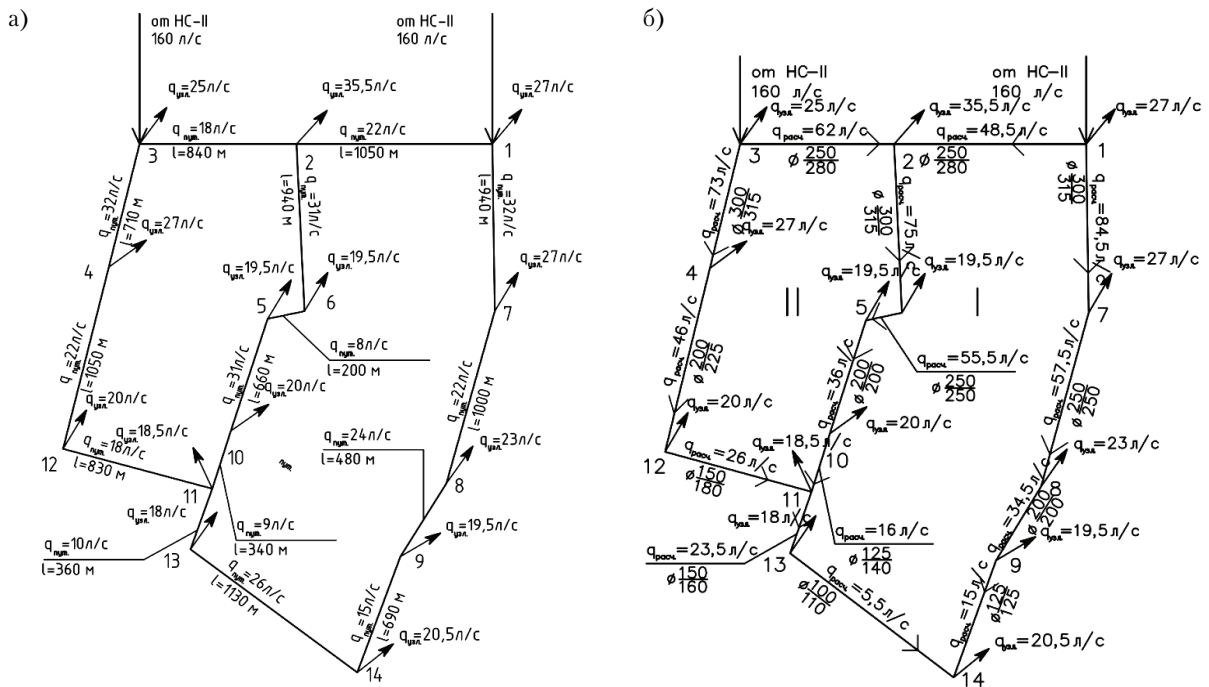
Согласно [4], отказом участка можно считать подачу воды меньше 70 % от расчетного. При этом кольцевые сети водоснабжения могут передать недостающий объем жидкости через смежные участки. Важным в данном случае является определить количество воды, которое возможно передать через такие трубопроводы в обход аварийного.

Рассмотрим на примере сети водоснабжения, состоящей из двух колец (рисунок 1).

Необходимо определить, сколько воды потребуется транспортировать через другие участки для обеспечения требуемого расхода жидкости. Это значение будет зависеть также и от количества аварийных участков. Например при работоспособности всех участков, расчетные расходы в сети будут иметь следующий вид (рисунок 1). В случае отключения одного участка возможны следующие ситуации (рисунок 2), а при авариях на двух участках, необходимость передачи через смежные участки большего количества жидкости резко возрастает.

На рисунке 2 заметно резкое увеличение расхода для пропуска всего требуемого количества воды при транзите к другим трубопроводам в обход аварийного. Еще более заметно увеличение необходимого расчетного расхода через смежные трубопроводы в случае отказа одновременно двух участков.





**Рисунок 1** – Сеть водоснабжения из двух колод: а) с длинами трубопроводов, узловыми и путевыми расходами; б) с расчетными расходами и диаметрами участков (над чертой – из чугуна, под чертой – из пластика).

Частично данную проблему решает наличие дополнительных уличных линий, соединяющих между собой участки магистральной сети, однако предполагается, со временем город будет расти, и дефицит пропускной способности будет все сложнее компенсировать прокладкой уличных трубопроводов.

Естественно, структурное строение сети, количество колод, живое сечение труб – все это оказывает значительное влияние на надежность сети в целом. Логично будет предположить, что оценка степени влияния всех вышеназванных качеств позволит определить наиболее «слабые» места в сети и выбрать сбалансированное решение между затраченными средствами и снижением уязвимости системы [4, 5]. Как отмечали исследователи в своей работе, большее значение в подобной оценке появится, если рассматриваются «сравнения различных проектных решений» [6].

По понятным причинам, в случае аварии на некоторых участках подать необходимое количество воды в объеме не менее 70 % от расчетного через смежные участки может быть невозможно вследствие недостаточной пропускной способности трубопроводов, по которым транспортируется жидкость в обход аварийного участка. Например, глядя на рисунки 1 «б» и 2 «г», можно понять, что при аварии на участке 3–4 для транзита через участок 11–12 на трубопроводы 4–12 будет не хватать воды для нормальной подачи, т. к. диаметр на предшествующем участке 11–12 будет недостаточным для этого. А для транзита на участок 7–8 (рисунки 1 «б» и 2 «в») при поломке на участке 1м7 будет недостаточная пропускная способность на участках 8–9, 9–14, 13–14 и 11–12. Таким образом теряется возможность возместить недостаточную подачу воды из-за аварии в необходимом объеме даже при наличии резервирования в виде колод. Это происходит из-за того, что обеспечить транзит необходимого количества жидкости будет невозможно ввиду недостаточной пропускной способности предшествующих трубопроводов, по которым, предположительно, будет перемещаться жидкость в обход аварийного участка.

Во избежание подобного при замене устаревшего трубопровода или новом проектировании возможно делать поправку на увеличение диаметра труб в разумных пределах. Это поможет обеспечить заданные функции забора воды из системы и ее дальнейшего транзита по сети не ниже необходимого количества в случае отказа отдельных трубопроводов.

В случае аварии на одном из участков вполне возможно временное снижение расхода на участках, зависимых от аварийного трубопровода, до 70 % от изначального расчетного расхода.

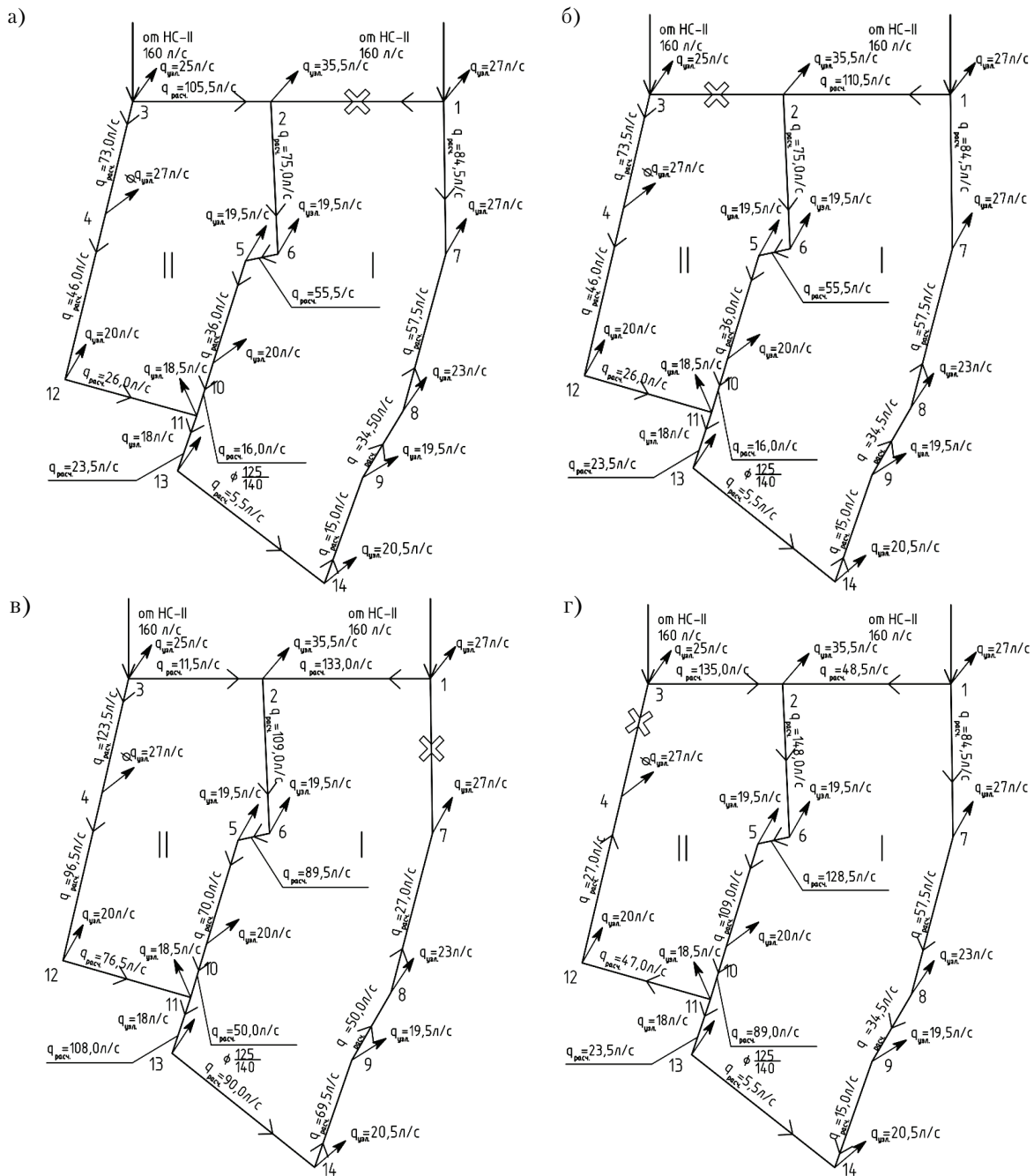


Рисунок 2 – Распределение расхода воды в сети: в случае аварии на участках: а) 1–2; б) 2–3; в) 1–7; г) 2–6.

Для системы на рисунке 1 возможно предусмотреть дополнительную пропускную способность трубопроводов для транзита недостающего количества жидкости через другие участки. Это позволит более эффективно предотвращать снижение количества подаваемой воды из-за отключения отдельного трубопровода для всей сети. К тому же предусмотренный резерв полезного сечения труб сможет обеспечивать дополнительный расход жидкости в условиях постоянного увеличения плотности населения и расширяющегося города, а следовательно, и количества потребляемой воды на перспективу.

Таким образом, для определения диаметров трубопроводов системы на рисунке 1, исходя их возможного понижения расхода на участках сети на 70 % от расчетного, можно предусмотреть следующие расходы

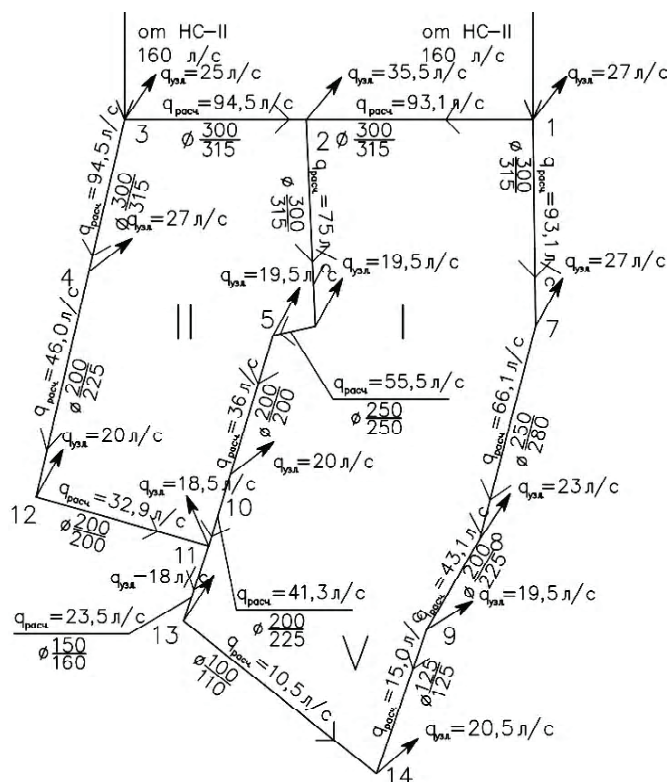
$$q_{2-3} = q_{3-4} = 0,7 \cdot (160 - 25) = 94,5 \text{ л/с}, \quad (1)$$

$$q_{1-7} = q_{1-2} = 0,7 \cdot (160 - 27) = 93,1 \text{ л/с}, \quad (2)$$

где 27 и 25 – расход в узлах 1 и 3,  
160 – расход из водовода, подающего воду в сеть,  
0,7 – означает, что при поломке одного из прилегающих к водоводу участку по смежному необходимо подать количество воды не менее 70 % от запроектированного для обеспечения нормального режима водопотребления.

Зачастую для определения диаметров трубопроводов с учетом дополнительного резервирования сечения достаточно просчитать необходимый расход воды на участках, находящихся вблизи водоводов, в обход условно аварийного трубопровода, а затем, отталкиваясь от ситуаций, когда один из этих участков будет отключен, дополнительно найти расходы жидкости по пути к отключенным участкам через предыдущие трубопроводы.

Подобным образом можно получить следующее распределение расходов по сети и подобрать на основании него диаметры трубопроводов (рисунок 3).



**Рисунок 3** – Сеть водоснабжения из двух колец с дополнительным резервированием пропускной способности трубопроводов.

Для новых систем будет полезно учесть дополнительное резервирование полезного сечения не только для бесперебойной подачи воды в сеть во время аварии каким-либо из трубопроводов, но и с учетом роста численности потребителей в будущем. В отличие от проектирующихся новых сетей для существующих сетей расчет по такому способу технически более сложен ввиду целого ряда влияющих факторов. Со временем внутренний диаметр труб может уменьшаться, дополнительные подключения на сети и многое другое со временем оказывает все большее влияние на изменение количества жидкости, пропускаемой через трубопровод. К тому же с длительностью срока эксплуатации ухудшается общее состояние сети. Похожая ситуация наблюдается во многих городах России [8, 9, 10].

Несмотря на то, что в некоторых случаях население может не ощущать последствия сильного износа сети города [11], состояние последних сказывается на количестве ремонтно-восстановительных работ, следовательно, и на затратах средств для поддержания системы в работоспособном состоянии. К тому же на трубопроводах большего диаметра значительно ниже показатели аварийности.

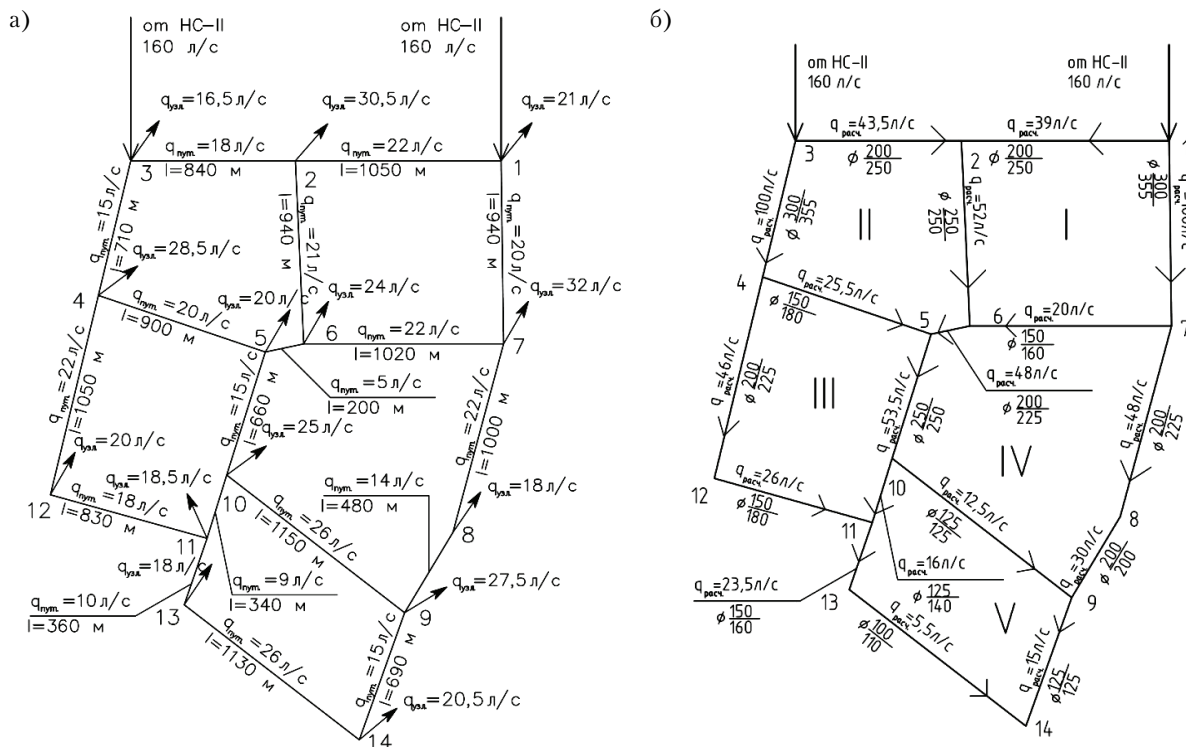
Например, при обследовании аварий на водопроводной сети Центрального района г. Макеевки, протяженностью 257 км, за 4 года эксплуатации было выявлено 4 920 отказов, 3 552 из них приходится на линейную часть сети (таблица).

**Таблица** – Распределение числа повреждений по материалам и диаметрам труб

| Диаметры труб, мм | Количество повреждений по материалам труб, шт. |       |         | Всего отказов |
|-------------------|--|-------|---------|---------------|
|                   | Сталь  | Чугун | Полимер |               |
| До 50             | 415  | 44    | 36      | 495           |
| 63–100            | 1 113  | 187   | 84      | 1 384         |
| 110–200           | 924  | 154   | 19      | 1 197         |
| 250–300           | 272  | 27    | –       | 299           |
| 400–500           | 103  | 5     | –       | 108           |
| 600–700           | 48   | 9     | –       | 57            |
| 800–1 000         | 12   | –     | –       | 12            |
| Итого             | 2 887  | 526   | 139     | 3 552         |

Прослеживается закономерность в распределении отказов по диаметрам (таблица): чем меньше диаметр – тем больше число аварий на трубопроводах. К тому же некоторые виды санации проще проводить на участках труб, имевших больший диаметр.

Для сети на рисунке 1 можно рассмотреть возможность повышения надежности через увеличение количества колец. Дополнительный постоянно нагруженный резерв за счет увеличения числа колец может дать следующий результат (рисунок 4). Для сети с измененной конфигурацией были подобраны новые диаметры трубопроводов. На рисунке 4 из значения приведены для чугунных (над чертой) и полиэтиленовых (под чертой) труб.



**Рисунок 4** – Схемы пятикольцевой водопроводной сети: а) с узловыми, путевыми расходами и длинами участков труб; б) с расчетными расходами и диаметрами трубопроводов.

Пример нескольких вариантов конфигураций сети для одного и того же района позволяет рассмотреть влияние на надежность системы одновременно обоих параметров: резервирования пропускной способности трубопроводов и резервирования путем увеличения количества колец.

Исходя из условий надежности, диаметры труб подбираются таким образом, чтобы в случае отказа одного из участков из каждого узла отводилось не менее 70 % расчетного расхода воды. Например, из узла 1 отводится

$$(160 - 21) \cdot 0,7(2 - 1) = 97,3, \quad (3)$$

где 2 – количество участков сети, выходящих из расчетного узла.

Полученное значение будет больше 39 л/с на участке 1–2 и меньше расчетного значения 100 л/с на участке 1–7, следовательно, принимается значение 97,3 л/с для участка 1–2 и оставляем 100 л/с для 1–7.

Аналогичным образом проводится расчет для других трубопроводов

$$\begin{aligned} (160 - 21) \cdot 0,7(2 - 1) &= 97,3, \\ q_{2-3} = q_{3-4} &= (160 - 16,5) \cdot 0,7/1 = 100,5 \text{ л/с}, \end{aligned} \quad (4)$$

100 л/с < 100,5 л/с, 43,5 л/с < 100,5 л/с, принимаем 100,5 л/с на участках 3–4 и 2–3.

$$q_{2-6} = (100,5 - 30,5) \cdot 0,7/1 = 49 \text{ л/с}, \quad (5)$$

49 л/с < 52 л/с, принимаем 52 л/с.

Для удаленных от водоводов участков значение расхода в скобках состоит из расхода узла и расхода примыкающих к узлу участков, по которым вода будет транспортироваться далее согласно схеме сети.

$$(32 + 48 + 20) \cdot 0,7/2 = 35 \text{ л/с}, \quad (6)$$

35 л/с < 48 л/с, принимаем 48 л/с на участке 5–6.

$$(28,5 + 25,5 + 46) \cdot 0,7/2 = 35 \text{ л/с}, \quad (7)$$

25,5 л/с < 35, 35 л/с < 46 л/с, принимаем 35 л/с для участка 4–5 и 46 л/с для 4–12 и, т. к. для выполнения требования к подачи воды не менее 70 % от проектной, на участке 11–12 будет

$$46 \cdot 0,7 = 32,2 \text{ л/с}, \quad (8)$$

$$(53,5 + 20) \cdot 0,7/2 = 25,7 \text{ л/с}, \quad (9)$$

25,7 л/с < 48 л/с, принимаем 48 л/с на трубопроводе 7м8.

На участке 8–9 будет

$$48 \cdot 0,7 = 33,6 \text{ л/с}, \quad (10)$$

$$(12,5 + 16 + 25) \cdot 0,7/2 = 18,7 \text{ л/с}, \quad (11)$$

$$(27,5 + 15) \cdot 0,7/2 = 14,9 \text{ л/с}, \quad (12)$$

14,9 л/с < 15 л/с, 14,9 < 18,7, принимаем 15 л/с на участке 9–14 и 18,7 л/с на 9–10.

$$(23,5 + 18,5) \cdot 0,7/2 = 14,5 \text{ л/с}, \quad (13)$$

14,5 л/с < 23,5 л/с, принимаем 23,5 л/с.

В общем виде специфику расчета можно поделить на 3 этапа:

- 1) определение подводящих трубопроводов, подключающихся к узлу, и расходов на этих участках;
- 2) определение возможности транзита необходимого количества жидкости по отводящим из узла трубопроводам, учитывая резервирование сети кольцами, по формуле

$$q_{\text{рез}} = (q_n - q_i) \cdot 0,7(n - 1), \quad (14)$$

где  $q_n$  – расход воды на подводящем участке, л/с;

$q_i$  – расход узла, л/с;

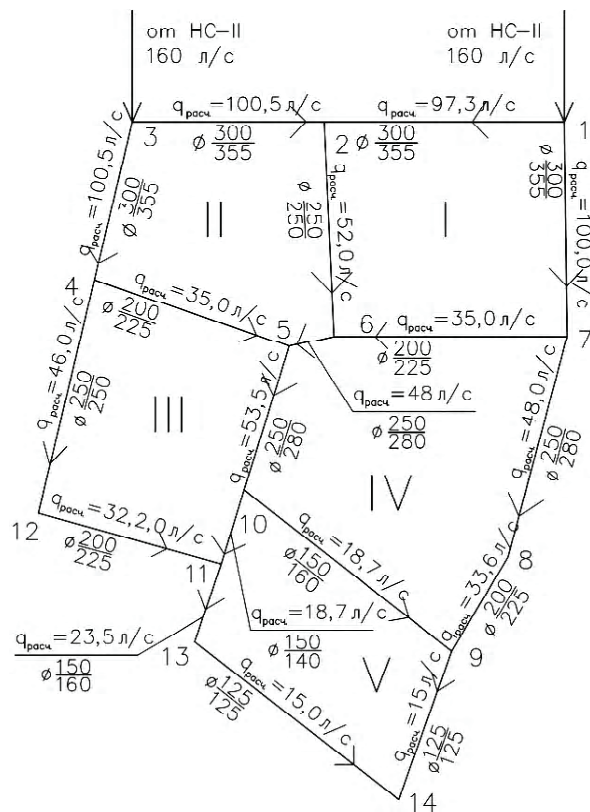
$n$  – количество участков сети, выходящих из расчетного узла;

- 3) сравнение полученных значений с расчетным расходом по участкам, выбор большего из значений (расчетного или согласно формуле 14).



Можно провести дополнительную проверку по потерям давления и увязке колец в специальных программах.

Итоговые значения расходов и диаметров с учетом дополнительного резервирования показаны на рисунке 5.



**Рисунок 5** – Схема пятикольцевой водопроводной сети с дополнительным резервированием пропускной способности трубопроводов.

Можно заметить, что наибольшее увеличение диаметров труб наблюдается на трубопроводах, примыкающих к водоводам. Это логично, учитывая, что в случае отключения трубопровода, идущего следом за водоводом (например, участков 3–4 или 1–7), от сети, из-за недостаточной пропускной способности фактически снижается расход на всей последующей цепочке трубопроводов. В остальной части сети подобная тенденция сильно снижается, позволяя сохранить баланс между капитальными затратами и надежностью системы, ведь в случае аварии будут экономические издержки, связанные не только с ремонтными работами, но и потерями средств из-за снижения подачи воды абонентам. Как видно из таблицы, количество аварий на большинстве действующих сетей довольно велико вследствие их сильного износа. При такой частоте отключения и при отсутствии предусмотренных средств резервирования эксплуатационные издержки будут больше. Данные наблюдения подсказывают, что необходимо, исходя из имеющихся ресурсов, предусматривать возможность дополнительного резервирования, находя оптимальный баланс между капитальными вложениями и дальнейшими затратами на эксплуатацию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О схемах водоснабжения и водоотведения : постановление Правительства Российской Федерации N 782 (с изменениями от 18 марта, 13 декабря 2016 г., 31 мая 2019 г., 22 мая 2020 г.) : утверждено Постановлением Правительства РФ 5 сентября 2013 г., г. Москва. – Текст : электронный // Минстрой России : [сайт]. – 2020. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/1099/> (дата обращения: 10.10.2022).
2. О водоснабжении и водоотведении : Федеральный закон № 416-ФЗ : принят Государственной думой Федер. Собр. Рос. Федерации 23 ноября 2011 г. : одобрен Советом Федерации 29 ноября 2011 г., г. Москва. – 2011 г. –

- Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – 2011. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122867/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/) (дата обращения: 10.10.2022).
3. Правила предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов : постановление Правительства Российской Федерации N 354 ( с изменениями : утверждено Постановлением Правительства РФ от 6 мая 2011 г. № 354, г. Москва). – Текст : электронный // Законодательство России : [сайт]. – 2011. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102147807> (дата обращения: 20.07.2022).
  4. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения = Water supply. Pipelines and portable water treatment plants : свод правил : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. N 1016 : актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\* : дата введения 2022-01-28. – Москва : Минстрой России, 2021 г. – Текст : электронный // Минстрой России : [сайт]. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/02f/31.pdf> (дата обращения: 10.10.2022).
  5. Moneim, Mohamed Abdel. Modelling Reliability Based Optimization Design / Mohamed Abdel Moneim. – Текст : электронный // Scientific and Engineering Applications Using MATLAB. – London : Intechopen Limited, 2011. – P. 87–104. – DOI: 10.5772/19452. – URL: <https://www.intechopen.com/chapters/17562> (дата обращения: 14.10.2022).
  6. Aklog, D. Reliability-based optimal design of water distribution networks / D. Aklog, Y. Hosoi. – DOI: 10.2166/ws.2003.0080. – Текст : электронный // Water Supply. – 2003. – No 3 (1–2). – P. 11–18. – URL: <https://iwaponline.com/ws/article-abstract/3/1-2/11/25698/Reliability-based-optimal-design-of-water?redirectedFrom=fulltext> (дата обращения: 14.10.2022).
  7. Аугусти, Г. Вероятностные методы в строительном проектировании / Г. Аугусти, А. Баратта, Ф. Кашиати ; перевод с английского Ю. Д. Сухова. – Москва : Стройиздат, 1988. – 584 с. – ISBN 5-274-00212-9. – Текст : непосредственный.
  8. Сайриидинов, С. Ш. О некоторых аспектах повышения эффективности действующих элементов систем водоснабжения / С. Ш. Сайриидинов. – Текст : электронный // Градостроительство и архитектура : научно-технический журнал. – 2021. – Том 11, № 4. – С. 11–21. – URL: <https://journals.eco-vector.com/2542-0151/article/view/99638> (дата обращения: 12.10.2022).
  9. Проблемы изношенных трубопроводов Дальнего Востока России и пути их восстановления / Л. Д. Терехов, Н. В. Твардовская, А. В. Федорчук, Е. А. Твардовская. – Текст : электронный // Яковлевские чтения-2022: системы водоснабжения и водоотведения. Современные проблемы и решения : сборник докладов участников XVII Международной научно-технической конференции, посвященной памяти академика РАН С. В. Яковлева / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, инженерно-экологического строительства и механизации ; отв. ред. Н. А. Макиша. – Москва : ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022 г. – С. 54–61. – URL: [https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2022/Sbornik\\_Yakovlevskiye-chteniya\\_2022.pdf](https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2022/Sbornik_Yakovlevskiye-chteniya_2022.pdf) (дата обращения: 13.10.2022).
  10. Адеев, И. И. Состояние водопровода города Томска / И. И. Адеев, Е. Ю. Осипова. – Текст : электронный // Материалы Международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д. И. Менделеева, посвященной 10-летию Института промышленных технологий и инжиниринга : сборник статей : в 2 томах, ISBN 978-5-9961-2212-7 ; том 2 / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет» ; отв. ред. А. Н. Халин. – Тюмень : ТИУ, 2019 г. – С. 295–302. – URL: <https://www.tyuiu.ru/wp-content/uploads/2018/03/Materialy-konferentsii-im.-D.-I.-Mendeleeva-2018-Tom-2.pdf> (дата обращения: 13.10.2022).
  11. Щапова, Я. А. К оценке состояния системы водоснабжения и качества водопроводной воды в городе (по результатам опроса жителей г. Тюмени) / Я. А. Щапова. – Текст : электронный // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития – 2019 : материалы международной научно-практической конференции : в 2 томах, ISBN 978-5-9961-2134-2 ; том 2 / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет» ; отв. ред. А. Б. Храмов. – Тюмень : ТИУ, 2019 г. – С. 209–215. – URL: <https://www.tyuiu.ru/wp-content/uploads/2015/08/Sbornik-Arhitektura-2019-tom-2.pdf> (дата обращения: 12.10.2022).

Получена 09.10.2022

Принята 28.10.2022

Г. С. ТУРЧИНА  
 ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ ШЛЯХОМ  
 РЕЗЕРВУВАННЯ ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ  
 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Згідно з нормативними документами [3, 4], зниження кількості води, що постачається не повинно бути більше ніж 30 % від розрахункової протягом часу, який залежить від категорії міста. Зі



збільшенням терміну експлуатації відмови водопровідної мережі відбуваються частіше, бувають випадки, коли складність аварійної ситуації спричиняє повне припинення постачання води по окремих трубопроводах із-за конфігурації мережі. У разі кожної аварії з'являються економічні витрати не тільки на ремонт, але й від супутніх збитків із-за вимушеного зниження води, що постачається абонентам. У зв'язку з цим у статті розглянуті питання резервування мережі водопостачання шляхом закладання більшого поперечного перетину трубопроводів і за допомогою створення додаткових кілець на мережі. Варто відмітити, що обидва способи несуть додаткові затрати ресурсів і застосовувати їх необхідно за умови балансу між капітальними витратами й зниженням ризику від збитку під час експлуатації мережі завдяки підвищенню її надійності за рахунок резервування.

**Ключові слова:** водопровідна мережа, надійність, діаметри трубопроводів, витрати води.

GALINA TURCHINA  
IMPROVING THE RELIABILITY OF THE WATER SUPPLY NETWORK BY  
REDUNDANCING ITS ELEMENTS  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** According to regulatory documents [3, 4], the decrease in the amount of supplied water should not be more than 30 % of the estimated amount during the time period depending on the category of the city. As the service life increases, water network failures occur more often, there are cases where the complexity of an emergency situation entails a complete cessation of water supply through individual pipelines due to the configuration of the network. In each accident, economic costs appear not only for repairs, but also from associated losses due to a forced decrease in water supplied to subscribers. In this regard, the article considers the issues of water supply network redundancy by laying a pipelines with additional useful cross section and by creating additional loops on the network. It is worth noting that both methods carry additional resource costs, and they must be applied from the conditions of the balance between capital costs and reducing risks from losses during network operation, due to improving its reliability through redundancy

**Key words:** water supply network, reliability, diameters of pipelines, water flow rate.

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

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

**Turchina Galina** – MPhil; 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.