

УДК 628.12

**ИЗУЧЕНИЕ ПРИЧИН ПОТЕРЬ ВОДЫ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ
С УЧЕТОМ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*канд. техн. наук, доц. В.Д. ЮЩЕНКО; Е.В. ЛЕСОВИЧ
(Полоцкий государственный университет);*

Ю.В. ЗЫКОВА

(Жилищно-ремонтная эксплуатационная организация, Новополоцк)

Представлены результаты исследований причин потерь воды при ее подаче от водозаборных сооружений к потребителям населенных пунктов. Произведена оценка каждого вида потерь воды на основании обработки данных производственного коммунального унитарного предприятия «Новополоцк-водоканал» и Новополоцкого коммунального унитарного предприятия «Жилищно-ремонтная эксплуатационная организация». Выполнен анализ полученных результатов.

Ключевые слова: *питьевая вода, коммунальное водоснабжение, жилищный фонд, утечки воды, объем водопотребления, экономия воды, обезжелезивание, обеззараживание воды.*

Общая характеристика потерь воды. Улучшение обеспечения населенных пунктов питьевой водой высокого качества и рациональное использование водных ресурсов являются приоритетными задачами жилищно-коммунальной реформы. На современном этапе развития коммунального водоснабжения городов Беларуси особую актуальность для сокращения водопотребления и устранения непроизводительных затрат приобретают вопросы оценки и управления утечками воды, поскольку они оказывают существенное влияние на себестоимость услуг как водопроводно-канализационных, так и промышленных предприятий с учетом местных производств. Для населения большие потери воды приводят к увеличению оплаты за услуги систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения.

Вода, используемая в населенных пунктах, имеет большую ценность как природный, так и производственный ресурс, распоряжаться которым необходимо с большой ответственностью. Один из способов снижения энергозатрат в системах водоснабжения – устранение причин утечек и нерационального использования воды, в том числе и питьевого качества [1; 5].

Потери воды ухудшают экономические показатели, происходит рост накладных расходов при обслуживании жилых зданий, а также при работе предприятий с увеличением себестоимости продукции. Это приводит к нерациональному расходованию средств и материальных ресурсов на реагенты и электроэнергию для очистки и перекачки теряемой воды, амортизацию и текущий ремонт необходимых для этого сооружений, так как прибыль от продаж не может компенсировать неоправданные издержки на дополнительные работы эксплуатационных служб водопровода.

Организация рационального использования воды, сокращение ее потерь требуют управления процессами водопотребления, направленного на разработку оптимальных подходов к решению имеющейся проблемы, что может быть обеспечено только при условии широкого внедрения комплекса взаимосвязанных технико-организационных мероприятий по оптимизации систем водоснабжения, совершенствованию методов планирования и экономического стимулирования как у водоканалов, так и у потребителей, дальнейшего улучшения нормирования, повышения эффективности учета и контроля расходования воды.

Экономическая оценка стоимости питьевой воды во многом связана со значительными объемами ее потерь и утечек, вызванных нерациональным расходованием, прежде всего при использовании питьевой воды для собственных нужд водопроводно-канализационных предприятий, и высокой степенью износа сетей и оборудования. Сегодня остро стоит проблема рационального использования воды в жилом секторе.

Основными причинами, которые вынуждают бороться с утечками воды из водопроводной сети, как и с другими видами ее потерь, являются [2; 5; 6]: *истощаемость водных ресурсов, как существующих, так и потенциальных; финансовые и экономические проблемы; вероятность вторичного загрязнения питьевой воды в случае снижения напора в месте утечки; необходимость привлечения новых источников воды и, как следствие, дополнительных мощностей сооружений и капитальных вложений.*

К числу организационно-технических мероприятий по воздействию на основные элементы системы водоснабжения с целью доставки питьевой воды потребителю с минимальными потерями относятся: активный поиск и контроль за утечками; скорость и качество ремонта; интенсификация аварийно-восстановительных и планово-профилактических работ; управление инфраструктурой – модернизация и реконструкция сети.

Таким образом, причинами, приводящими к значительным потерям воды и повышенным энергозатратам в системах водоснабжения, являются:

- неудовлетворительное техническое состояние наружных водопроводных сетей;
- отсутствие должного контроля и учета рабочих параметров работы систем водоснабжения;

- неудовлетворительный гидравлический режим работы водопроводных систем (избыточные напоры, гидравлические удары, воздушные пробки и т.п.);
- несовершенное и устаревшее оборудование насосных станций, водозаборных и водоочистных комплексов;
- несовершенное регулирование работы насосов;
- большие потери воды во внутренних водопроводных сетях и водоразборной арматуре и нерациональное ее использование;
- завышенные нормы водопотребления, связанные с устаревшей водоразборной арматурой и отсутствием учета водопотребления.

Потери воды во внутренних и наружных сетях водоснабжения в первую очередь зависят от их технического состояния, что на сегодня является наиболее значимой проблемой. Начинать работу по снижению водопотребления и, соответственно, снижению энергопотребления предлагается с сетей внутреннего и наружного водоснабжения. Снижение потерь воды в системах внутреннего водоснабжения зданий можно осуществлять за счет своевременного и качественного текущего и капитального ремонта трубопроводов, применения новой водосберегающей арматуры, установки регуляторов давления, поквартирных водосчетчиков и расширения систем горячего водоснабжения с рециркуляцией воды.

Объекты обследования: производственное коммунальное унитарное предприятие (ПКУП) «Новополоцкводоканал» и Новополоцкое коммунальное унитарное предприятие (НКУП) «Жилищно-ремонтная эксплуатационная организация».

Новополоцкий водопровод – это на 100%-ная подземная артезианская вода, которая добывается на водозаборе «Окунево». Скважины (43 шт.) имеют глубину от 100 до 182 м, что в высокой степени предохраняет ее от загрязнений. Вода после водозабора «Окунево» соответствует всем нормативным санитарным показателям, кроме содержания железа ($4,5 \text{ мг/дм}^3$), при предельно допустимой концентрации железа $0,3 \text{ мг/дм}^3$ [3; 8]. Повышенное содержание железа устраняется до $0,1 \text{ мг/дм}^3$ на станции обезжелезивания, где осуществляется его безреагентное удаление упрощенной аэрации с последующим фильтрованием через песчаную загрузку в сочетании физико-химических и биологических методов. Приняты 12 скорых фильтров, площадь каждого 30 м^2 . Растворенное в воде двухвалентное железо окисляется до трехвалентного (нерастворимого в воде), которое легко осаждается на фильтрующем материале.

Для обеззараживания перед резервуарами чистой воды вводится гипохлорит натрия NaOCl , содержание остаточного активного хлора в распределительной сети города и у потребителей принято не менее $0,3 \text{ мг/дм}^3$ (при предельно допустимой концентрации согласно санитарным нормам от $0,8$ до $1,2 \text{ мг/дм}^3$). Процесс дозирования гипохлорита натрия в воду полностью автоматизирован. Все технологические операции находятся под контролем микропроцессора управления, который регулирует дозирование реагента в зависимости от расхода воды, контролирует работу дозирующих насосов. Возможность передозировки реагента полностью исключена.

Жилищно-ремонтная эксплуатационная организация состоит из 5 жилищно-эксплуатационных служб, аварийно-диспетчерской службы, транспортной базы, ремонтно-строительной службы, котельной. Общая площадь обслуживаемого жилого фонда 2217 тыс. м кв., что составляет 509 жилых домов, в том числе 118 коттеджей. Основной сферой деятельности предприятия являются создание благоприятных условий для жизнедеятельности населения города, максимальное удовлетворение потребностей населения города в жилищно-коммунальных услугах.

Основные задачи работы предприятия:

- надлежащее содержание и эксплуатация жилищного фонда города;
- максимальное удовлетворение потребностей населения в жилищно-коммунальных услугах;
- получение прибыли для удовлетворения интересов собственника и социально-экономических потребностей членов трудового коллектива;
- осуществление контроля за обеспечением сохранности жилфонда;
- своевременное принятие мер по устранению аварий, неисправностей и неполадок в работе инженерного оборудования, строительных конструкций жилищного и нежилищного фонда;
- выполнение заявок населения по обеспечению бесперебойной работы инженерного оборудования и строительных конструкций жилых домов и т.д.

Изучение причин утечек воды в населенных пунктах от водоисточника до ее подачи к потребителю с учетом работы инженерных сетей и сооружений и явилось целью представляемой работы.

Для разработки методов сокращения, устранения непроизводительных затрат и утечек воды необходимо решить следующие задачи: произвести анализ структуры объемов потребления воды, определить величины потерь воды в системах коммунального водоснабжения, оценить объемы водопотребления.

Решение поставленных задач заключается в разработке и реализации мер, обеспечивающих повышение эффективности и надежности работы систем водоснабжения, совершенствование систем подачи и распределения воды, развитие нормативно-правовой базы и хозяйственного механизма водопользо-

вания, стимулирующего экономию питьевой воды. Для контроля за водопотреблением существенное значение имеет правильный учет воды, выполняемый с помощью средств измерений, которые должны применяться на всех стадиях подачи и реализации воды.

Результаты обследования и их обсуждение. Общие потери воды состоят из использования на собственные нужды при заборе из водоисточника, водоочистки, утечки и неучтенный ее расход. К собственным нуждам воды при работе водопроводных сооружений, прежде всего, относят промывные воды от скважин и скорых фильтров. Утечки и неучтенный расход воды представляют собой разность между количеством поданной в городскую сеть и полезно отпущенной, т.е. проданной воды потребителю, в частности населению. Термин «неучтенный расход» воды не исчерпывает всех потерь, имеющих при эксплуатации городского водопровода. В ряде случаев расход воды может быть учтен и оплачен, но вода израсходована нерационально [1; 6]. По данным ПКУП «Новополоцкводоканал», в сеть для обеспечения водоснабжением г. Новополоцка скважинами поднято воды за 2013–2015 гг. соответственно 7 840 320; 7 975 200 и 7 663 800 м³, а средние значения за месяц составили 653 360, 664 600 и 638 650 м³ и за эти годы 652 200 м³/мес. При этом общие ее потери (средние за месяц) за эти годы составили: 108 800, 115 850 и 114 820 м³, за рассматриваемый период – 113 157 м³/мес., или 16,7; 17,4; 18 и 17,4%. Общие потери представляют собой сумму неучтенных потерь и утечки воды на собственные нужды прокачки скважин и станции обезжелезивания, потерь воды в аварийных ситуациях, местные утечки в наружной водопроводной сети и потери воды во внутренних домовых и производственных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. Объемы потраченной воды на собственные нужды водозабора и станции обезжелезивания г. Новополоцка составляют в среднем в месяц 26800, 29620 и 37370 м³ за период 2013–2015 годов, в среднем за эти годы – 31360 м³/мес., или в % от общих потерь – 2,5, 2,6, 3,3 и 2,8%.

Потери воды в системах внутреннего холодного и горячего водоснабжения ввиду наличия разноэтажных зданий в микрорайонах города Новополоцка определить достаточно сложно. В качестве характерного принят микрорайон № 9. Используя данные НКУП «Жилищно-ремонтная эксплуатационная организация», разность в усредненных данных по замерам водосчетчиков в этом микрорайоне, в частности в жилых домах по улице Генова, и подачи воды от наружных водопроводных сетей можно считать как потери воды, в среднем составившие порядка 8,6%. Тогда неучтенные потери воды в аварийных ситуациях и на местные утечки в наружной водопроводной сети будут равны в среднем 6%.

На рисунке 1 представлены значения по месяцам рассматриваемого периода по годам в % от общего объема поднятой и реализованной воды, также ее общих потерь по пути «скважины – потребители» (население и промышленность) для города Новополоцка. Результаты полученных данных показывают:

- в 2015 году объем поднятой воды значительно снизился по отношению к 2013 и 2014 годам, что обусловлено как требованиями на государственном уровне, так и применением новых ресурсосберегающих технологий на предприятиях и снижением потребления воды на бытовые нужды в связи с повышением ее стоимости и применения в быту стиральных, посудомоечных машин и другой бытовой техники нового поколения;

- общий баланс по потерям составит: $2,8 + 8,6 + 6,0 = 17,4\%$.

- по нормативным данным [8], потери на собственные нужды водозаборных и водоочистных сооружений не превышает 4%, то есть установленные значения потерь воды в данных сооружениях можно считать достоверными и не превышающими этой величины;

- неучтенные потери воды в аварийных ситуациях и местные утечки в водопроводных сетях составляют около 45% от общих потерь. Эти потери являются непредсказуемыми, но сравнительно небольшими по сравнению с другими населенными пунктами, прежде всего городами Республики Беларусь. В связи с тем, что большая часть системы городского водоснабжения была построена еще в советское время, а трубопроводы ввели в эксплуатацию свыше 50–80 лет назад, износ систем очевиден. Имеются сведения, что в большинстве населенных пунктах потери воды в сетях водоснабжения могут достигать до половины из общего ее объема, которую подготовили, очистили и доставили потребителю. Одна из причин потери воды – неудовлетворительное техническое состояние водопроводных сетей. Износ водопроводных и канализационных сетей наружных и внутренних систем может достигать 50% от объемов подаваемой воды (для города Новополоцка – 17,4) и приближается к критическому уровню. Установлено, что для предотвращения полного износа необходимо ежегодно заменять не менее 3% сетей, но фактически заменяется в два раза меньше. Это неизбежно приводит к систематическому аварийному выходу сетей из строя, потерям и перебоям в подаче воды. Кроме того, утечки из неплотных соединений и поврежденных труб подземных водопроводных сетей могут разрушать подземные коммуникации, вызывать провалы мостовых и тротуарных покрытий, подмывы фундаментов зданий, размыв кабельных сетей, оседание трамвайных путей и т.д., что нередко приводит к авариям и увеличивает затраты на устранение повреждений [7].

- данные о потерях и неучтенных расходах воды свидетельствует о том, что значительный удельный вес занимают потери воды во внутренних домовых и производственных сетях. В связи с этим к уменьшению потерь воды должны быть привлечены не только персонал водопроводных хозяйств, но также население, организации жилищного хозяйства и промышленные предприятия.

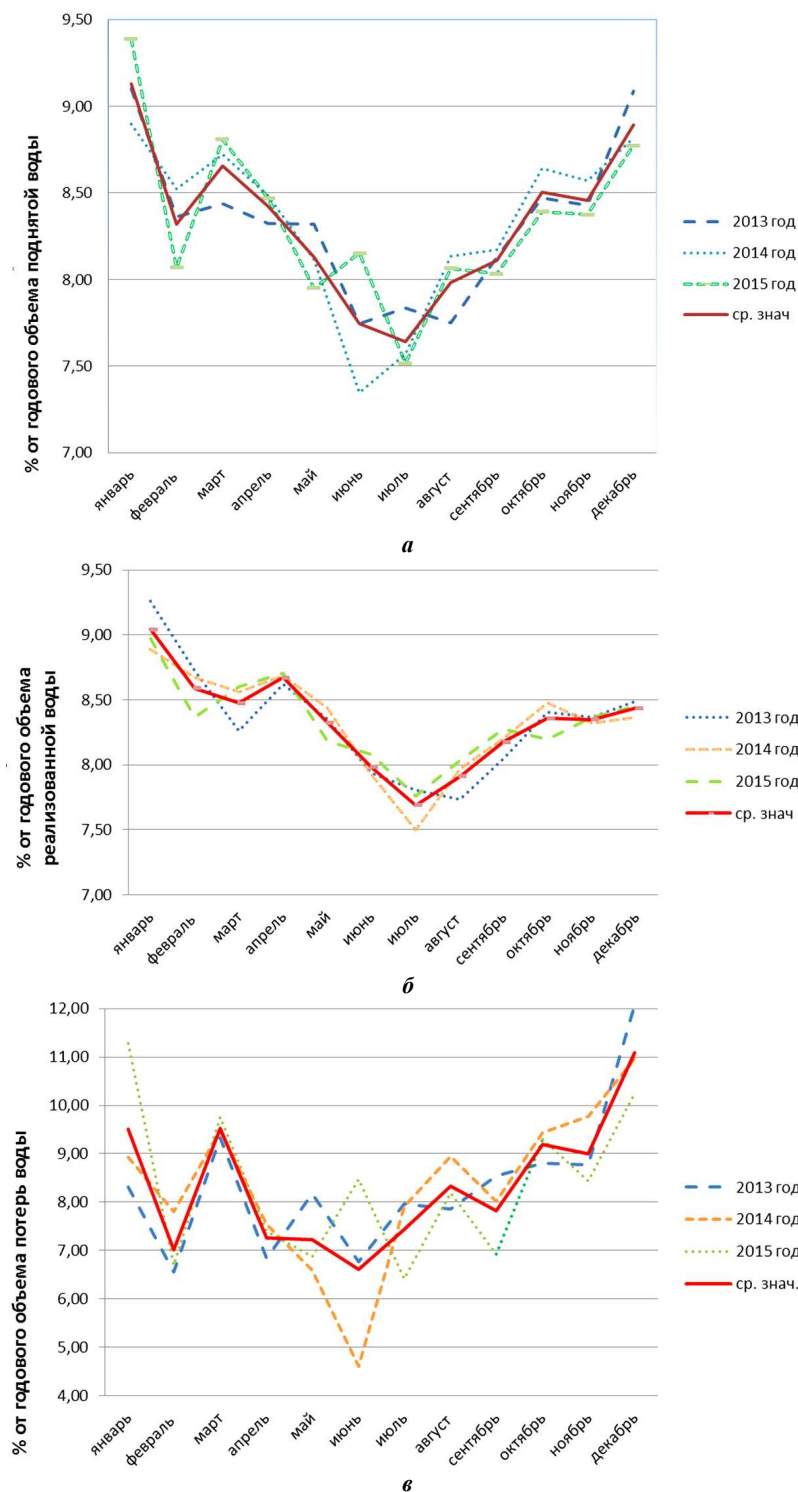


Рисунок 1. – Объемы воды по месяцам рассматриваемого периода по годам, в % от общего объема поднятой и реализованной воды, также ее общих потерь по пути «скважины – потребители» (население и промышленность) для города Новополоцка

Все потери и утечки делятся на неучтенные, то есть потери из труб до водомера, которые возникают при авариях и хищениях, и учтенные, но бесполезно расходуемые, – утечки из кранов из-за перепадов давления при регулировании температуры, а также неучтенные водомером, но полезно расходуемые (расходы на пожаротушение и полив территории). Причиной утечки воды из кранов смесителей и водоразборных кранов являются неплотности между прокладкой и седлом корпуса крана из-за каверн в седле. Такой дефект устраняют установкой втулки из полиэтилена на седло крана. Суммарное количество потерь может достигать 90% от всех при эксплуатации внутренних систем холодного и горячего водоснабжения.

Зимой из-за плохо выполненных утеплительных работ имеют место случаи замерзания стояков внутреннего водопровода или трубопроводов на вводах в подвальных помещениях. Устранение этого явления сопровождается местными потерями воды.

Часто в трубах может происходить их сужение, из-за отложения на стенках труб растворенных в воде солей кальция, магния, железа и взвешенных частиц, что является причиной снижения напоров, а также появления шумов. Чтобы устранить зарастание трубопроводов, необходимо промыть водопроводные сети водой, подаваемой с повышенной скоростью. При значительных отложениях применяют гидropневматический способ прочистки, при котором сжатый воздух от компрессора, поступая в водопровод, наполненный водой, расширяется и разбивается на отдельные воздушные пробки. При этом создаются значительные скорости воды с барботированием, разрушающие отложения в трубах.

Исходя из причин возникновения указанных проблем, можно выделить *мероприятия по снижению общих потерь воды*, в первую очередь неучтенные во внутреннем водопроводе, на более затратных направлениях:

- заменить старые сети в проблемных участках на новые. Это мероприятие требует выделения значительных средств, создавая длительные неудобства для жителей города в связи с отключением водоснабжения и обязательными земляными работами по дворовой территории микрорайонов города;
- достичь снижения потерь воды за счет замены труб посредством внедрения в них новых трубопроводных линий. С учетом особенностей систем этот метод применим только на определенных участках;
- при превышении требуемых напоров воды в зданиях и сооружениях необходимо их снижение до нормального уровня, и если потери воды не могут быть устранены полностью, необходимо хотя бы снизить их количество. Этот метод довольно доступный и не требует капитальных земляных работ и огромных финансовых инвестиций [4; 5; 8].

Заключение. Полученные данные по потерям воды позволяют решать вопросы при разработке мероприятий по их снижению, которые должны привести к устранению потерь и существенно сократить объемы водопотребления и водоотведения, повысив качество работы водопроводных и канализационных систем без дополнительного расширения, в том числе нового строительства. Ликвидация потерь и утечек в жилищном фонде позволит увеличить полезную мощность внутреннего водопровода и канализации, исключить отрицательное воздействие утечек воды на фундаменты и другие строительные конструкции зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, С.Г. Прогнозирование и оценка скрытых утечек из водопроводных сетей : автореф. дис. ... канд. техн. наук / С.Г. Иванов. – Вологда, 1997. – 20 с.
2. Никитин, А.И. Совершенствование проектирования водопроводных сетей с учётом надёжности водоснабжения потребителей / А.И. Никитин // Изв. вузов. Строительство. – 2000. – № 11. – С. 72–78.
3. Санитарные правила и нормы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : СанПиН 10-124 РБ 99 / Минздрав Респ. Беларусь. – Минск, 1999.
4. Белецкий, Б.Ф. Санитарно-техническое оборудование зданий (монтаж, эксплуатация и ремонт) / Б.Ф. Белецкий. – Ростов н/Д : Феникс, 2002. – 512 с.
5. Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.01-52-2007. – Минск, 2008. – 47 с.
6. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства / Ю.Н. Саргин [и др.] ; под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1990. – Ч. 2 : Водопровод и канализация. – 247 с.
7. Музалевская, Г.Н. Инженерные сети городов и населенных пунктов : учеб. пособие / Г.Н. Музалевская. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 148 с.
8. Сооружения водоподготовки. Обезжелезивание подземных вод. Правила проектирования : ТКП 45-4.01-201-2010 (02250). – Минск, 2011. – 68 с.

Поступила 17.08.2017

CAUSES OF WATER LOSSES IN SETTLEMENTS TAKING INTO ACCOUNT THE WORK OF ENGINEERING NETWORKS AND STRUCTURES

V. YUSHCHENKO, E. LESOVICH, Y. ZYKOVA

The results of studies of the causes of water losses during its supply from water intake facilities to consumers of settlements are presented. Each type of water loss was evaluated on the basis of data processing of the production communal unitary enterprise Novopolotsk-water canal and the Novopolotsk municipal unitary enterprise Housing and Repair Operating Organization. The analysis of the results is performed.

Keywords: drinking water, municipal water supply, housing stock, water leakage, water consumption volume, water saving, deferrization, water disinfection.