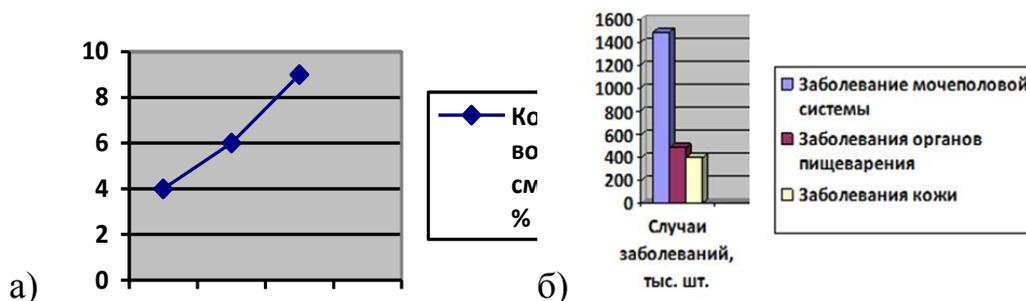


# ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Герц В.А., Сыродоева Л.В., Литвинов В.А.  
Оренбургский государственный университет

Здоровье человека напрямую зависит от качества потребляемой воды, однако в большинстве случаев вода, которая доходит до потребителя, по ряду причин не пригодна для питья. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), около 80% всех заболеваний являются следствием употребления загрязненной питьевой воды.

В России растет смертность от некачественной питьевой воды (Рисунок 1а). Проблема в том, что в России источник воды зачастую находится за несколько десятков километров до ее потребителя, а трубопроводные системы в стране крайне изношены. Следовательно, со станции очистки уходит чистая, безопасная вода, но по пути в нее попадает огромное количество примесей. Более того, любое нарушение физической целостности трубопроводов и ухудшение качественных показателей воды может вызвать вспышки эпидемий (Рисунок 1б).



а) Смертность, б) Заболевания

Рисунок 1 – Статистика смертей и заболеваний от некачественной питьевой воды в России

На качество водопроводной воды влияют место и способ забора, технология очистки, состояние труб и даже уровень потребления.



Рисунок 2 – Факторы, влияющие на состояние питьевой воды

Наиболее распространенный фактор, влияющий на состояние качества питьевой воды при транспортировке – это материал трубопровода. Потери воды от повреждений на трубопроводах в виде трещин, разрывов и разгерметизации стыков составляют от 8 до 40% от объема воды, поданной в сеть [1].

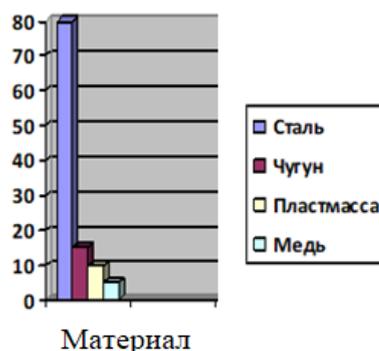


Рисунок 3 – Материал трубопроводов в России

Например, для Оренбургского водопровода основным материалом трубопроводов является сталь (свыше 70 % сетей), что усугубляет задачу, так как стальные трубы не имеют должной защиты от внешней и внутренней коррозии и начинают течь через 5-6 лет, создавая аварийные ситуации в сетях.

Помимо самих трубопроводов на качество воды так же влияет трубопроводная арматура, различные типы защитных покрытий и прочие материалы, которые применяют для герметизации стыков отдельных труб, они могут выделять в воду различные вещества во время коррозии, растворения, диффузии или отслоения.

Независимо от материала изготовления труб водопроводные сети подвержены старению. Вопросы со старением материалов сетей могут быть решены посредством мониторинга загрязняющих веществ, которые в процессе износа труб попадают в воду. Для потенциальных загрязнителей устанавливаются допустимые уровни загрязнений по различным ингредиентам (химическим веществам, примесям), некоторые из которых способны быть

источником питательных веществ для микроорганизмов, развивающихся в водной среде и на стенках труб [1].

Надежная внешняя и внутренняя изоляция трубопроводов, в том числе эффективная система электрозащиты от коррозии, являются важнейшими элементами защиты металлических водопроводных сетей от процессов коррозии и проникновения загрязнений в транспортируемую питьевую воду.

Один из распространенных факторов, влияющих на загрязнение питьевой воды – утечки рассматриваемые как эксфильтрация питьевой воды через структурные дефекты (трещины на участках сети) при отсутствии горизонта подземных вод над трубопроводом непосредственно не приводят к ухудшению качественного состава воды. Однако, с другой стороны практике известно, что некоторые микроорганизмы могут проникнуть в поврежденный трубопровод даже при противотоке (явление просачивания), поэтому игнорирование утечек как фактора нарушения санитарного состояния водопроводных сетей недопустимо. При профессиональном подходе к анализу утечек и их влиянию на режим работы водопроводной сети и качество воды необходимо производить мониторинг утечек, который заключается в мониторинге расходов в соответствующих зонах или на отдельных участках. Значительные утечки могут регистрироваться по падению давления в водопроводной сети с помощью манометров, а малые возможно обнаружить лишь при регулярных исследованиях с помощью течеискателей, работающих на основе прослушивания шума, создаваемого течами в трубопроводах [1]. Параллельно должна производиться оценка структурной целостности и эксплуатационной эффективности работы водопроводной системы посредством телеинспекции. На основании обследований возможно прогнозирование динамики структурных неисправностей.

Величина давления воды в водопроводной сети и его перепады оказывают не прямое влияние на качество воды. Тем не менее, этот дестабилизирующий фактор должен подлежать учету, так как связан с такими факторами как «материал труб» и «утечки из-за структурных дефектов». Большое давление в условиях утонения стенок трубопровода (по причине сплошной или язвенной коррозии) может привести к разрыву трубопровода. Одновременно нельзя допускать появления вакуума в трубопроводе. Например, при быстром его опорожнении в момент амплитуды низких давлений, близких к вакууму, возникающее разрежение на участке сети может способствовать прогибу стенки трубы и даже разрыву.

Одной из причин утраты физической целостности трубопровода и проникновения загрязнений в транспортируемую воду является применение непригодных ремонтных материалов и некачественное проведение ремонтных работ. Неудовлетворительное качество работ на этапе прокладки труб может вести к ранним структурным отказам трубопроводов. Иногда наблюдаются случаи повышения мутности воды за счет случайного проникновения в нее гумусовых веществ. Не исключено внесение загрязнений в воду при замене водопроводной арматуры и проведении теледиагностических работ. Явление

проникновения воздуха через вантузы или трубопроводную арматуру может оставаться необнаруженным в течение длительного интервала времени пока не проявятся характерные признаки, свидетельствующие об ухудшении качественных показателей воды, например, появление симптомов соответствующих заболеваний у населения.

Остаточные дозы дезинфицирующего средства (например, хлора) должны быть такими, чтобы обеспечивался бактерицидный эффект на всей длине разветвленной трубопроводной системы. Однако, различного рода нарушения гидравлического режима, связанные с общей тенденцией снижения водопотребления и неравномерностью ее потребления в течение суток, сезонов и времен года приводят к тому, что скорости варьируются в широких диапазонах. В реальных водопроводах в среднем от 0,1 до 0,8 м/с, что увеличивает время пребывания воды в трубопроводной системе и негативно отражается на остаточной дозе дезинфектанта [2].

Скорость течения воды в водопроводных сетях непосредственно связана с ее возрастом и является характеристикой, которая влияет на качество воды, поскольку множество нежелательных эффектов зависят от времени. Практика эксплуатации водопроводных сетей показывает, что продолжительность пребывания воды в магистральных, распределительных и внутридомовых водопроводных сетях, а также в накопительных резервуарах должна быть минимальной.

Таким образом, очевидно, что все перечисленные факторы негативно влияют на качество воды потребителя и отрицательно сказываются на здоровье и жизни человека.

В 2012 году в Оренбурге стартовал проект «Карта качества воды», цель которого - составить карту качества питьевой воды, доступной оренбуржцам.

В 10 точках города сделали забор трех проб воды с использованием стерильной лабораторной посуды:

1-я проба - вода из-под крана

2-я проба - водопроводная вода после отстаивания

3-я проба - разливная вода из киоска на улице

Результаты показали, что во всех районах города разные показатели питьевой воды.



Рисунок 4 – Карта качества воды в г. Оренбург

Например, на ул. Промышленная, Туркестанская, Ноябрьская вода из под крана чище, чем в киосках. А на ул. Химическая, МЖК, Джангильдина вода в кране имеет большую жесткость и высокие показатели хлоридов, магния и кальция, чем покупная. По приведенным результатам, можно сделать вывод, что отстаивание воды не всегда очищает воду, это наблюдается на ул. Промышленная, Ноябрьская, Химическая, МЖК, Джангильдина.

Ситуация на сегодняшний день не изменилась, количество автоматов с водой с каждым годом только увеличивается, что побуждает оренбуржцев задуматься о том, чем загрязнена наша вода. Для этого был проведен анализ 5 образцов воды в компании ООО "Оренбург Водоканал":

1. Вода покупная из автомата;
2. Вода покупная из автомата кипяченая;
3. Вода из-под крана центрального водоснабжения;
4. Вода отфильтрованная 3-х колонником "Барьер" ("Стандарт"), картридж год не менялся;

5. Вода отфильтрованная 3-х колонником "Барьер" ("Жесткость"), картридж новый.



Рисунок 5– Отбор образцов

Для начала сделан правильный отбор образцов (0,5 литра, чистая посуда, доставка в день забора), позже были получены следующие результаты:

Таблица 1 – Результаты 1 образца – вода покупная из автомата

Определяемые показатели	НД на методики измерения	Результаты исследования	Единичные измерения	ПДК, СанПиН 2.1.4.1074-01
Нитрит-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	<0,5	мг/дм <sup>3</sup>	3,0
Нитрат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	3,34±0,73	мг/дм <sup>3</sup>	45,0
Хлорид-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	87,2±8,7	мг/дм <sup>3</sup>	350
Сульфат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	47,2±4,7	мг/дм <sup>3</sup>	500
Жесткость общая	ГОСТ 31954-2012	2,07±0,31	°Ж	7,0

Таблица 2 – Результаты 2 образца – вода покупная из автомата кипяченая

Определяемые показатели	НД на методики измерения	Результаты исследования	Единичные измерения	ПДК, СанПиН 2.1.4.1074-01
Нитрит-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	<0,5	мг/дм <sup>3</sup>	3,0
Нитрат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	3,63±0,73	мг/дм <sup>3</sup>	45,0
Хлорид-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	92,2±9,2	мг/дм <sup>3</sup>	350
Сульфат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	49,6±5,0	мг/дм <sup>3</sup>	500
Жесткость общая	ГОСТ 31954-2012	1,13±0,17	°Ж	7,0

Таблица 3 – Результаты 3 образца – вода из-под крана центрального водоснабжения

Определяемые показатели	НД на методики измерения	Результаты исследования	Единичные измерения	ПДК, СанПиН 2.1.4.1074-01
Нитрит-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	<0,5	мг/дм <sup>3</sup>	3,0
Нитрат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	0,67±0,13	мг/дм <sup>3</sup>	45,0
Хлорид-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	136±14	мг/дм <sup>3</sup>	350
Сульфат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	108±11	мг/дм <sup>3</sup>	500
Жесткость общая	ГОСТ 31954-2012	5,7±0,9	°Ж	7,0

Таблица 4 – Результаты 4 образца – вода отфильтрованная 3-х колонником "Барьер" ("Стандарт")

Определяемые показатели	НД на методики измерения	Результаты исследования	Единичные измерения	ПДК, СанПиН 2.1.4.1074-01
Нитрит-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	<0,5	мг/дм <sup>3</sup>	3,0
Нитрат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	<0,5	мг/дм <sup>3</sup>	45,0
Хлорид-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	134±14	мг/дм <sup>3</sup>	350
Сульфат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	107±11	мг/дм <sup>3</sup>	500
Жесткость общая	ГОСТ 31954-2012	5,8±0,9	°Ж	7,0

Таблица 5 – Результаты 5 образца – Вода отфильтрованная 3-х колонником "Барьер" ("Жесткость")

Определяемые показатели	НД на методики измерения	Результаты исследования	Единичные измерения	ПДК, СанПиН 2.1.4.1074-01
Нитрит-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	<0,5	мг/дм <sup>3</sup>	3,0
Нитрат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	<0,5	мг/дм <sup>3</sup>	45,0
Хлорид-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	134±14	мг/дм <sup>3</sup>	350
Сульфат-ионы	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	108±11	мг/дм <sup>3</sup>	500
Жесткость общая	ГОСТ 31954-2012	1,37±0,21	°Ж	7,0

По результатам исследования можно сделать вывод, что самая жесткая вода течет из под крана, такие же показатели оказались у воды, которая очищена фильтром "Барьер" ("Стандарт") с просроченным картриджем, т.е. картриджи нужно менять согласно их сроку годности.

Еще ниже жесткость у воды, очищенной фильтром "Барьер" ("Жесткость"), но концентрация солей такая же, как у воды из под крана. Следовательно, фильтры нужно подбирать исходя из показателей вашей воды.

Вода из автомата имеет минимальные показатели жесткости и солей. Еще ниже жесткость у кипяченной воды из автомата.

Гарантией доброкачественности питьевой воды служит многоступенчатый контроль на всем пути ее движения – от водоисточника до потребителя. Специалисты лаборатории по контролю качества питьевой воды круглогодично проводят мониторинг источников водоснабжения Оренбурга и пригородных поселков, а также наблюдают состояние реки Урал в месте водозабора и качество воды из 250 скважин. Регулярно выполняются исследования состава сточных вод, сбрасываемых абонентами в централизованную систему водоотведения. Совсем недавно была проведена масштабная реконструкция очистных сооружений и осуществлен комплекс мероприятий по модернизации производственной лаборатории по контролю состава сточных вод центральной аналитической лаборатории ООО «Оренбург Водоканал».

Проанализировав причины ухудшения качества воды в водопроводных сетях, установлен перечень основных дестабилизирующих факторов, которые в значительной степени влияют на уровень её загрязнения во время транспортировки по распределительным трубопроводам систем централизованного водоснабжения.

Также на основе произведенного анализа, следует, что целесообразно использование установок для очистки воды, как в промышленных масштабах, например на центральных водопроводах, так и в индивидуальном порядке — в квартирах, домах, кафе, гостиницах и т. д.

#### *Список литературы*

1. Орлов В.А. Пути обеспечения санитарной надежности водопроводных сетей // *Вестн. Московского Государственного Строительного Университета.* – 2009 -№1.

2. Кузубова Л.И., В.Н. Корбина *Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование): Аналит. обзор / СО РАН, ГННТБ, НИОХ.- Новосибирск 1996. – 132 с. – (Сер. «Экология». Вып. 42).*

3. *Абрамов Н.Н. Водоснабжение// М.,1982. С.237 – 243*

4. *Отставнов А.А., Орлов Е.В., Хантаев И.С. / Определение приоритетных участков ремонта трубопроводных сетей систем водоснабжения и водоотведения //ВиСТ.- 2007.- Ns 3.- 25-29*