

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ ВОДЫ ИЗ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.В. Лепеш¹, Е.И. Саканская-Грицай²

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21.*

Рассмотрены факторы, влияющие на выбор способа очистки природных вод. Проведен подробный анализ химического состава природных вод Ленинградской области, в зависимости от источника и экологических факторов. Приведены некоторые технологические особенности очистки вод Санкт-Петербурга и Ленобласти.

Ключевые слова: типы источников водоснабжения коттеджных поселков; химический состав подземных и поверхностных вод Ленинградской области; антропогенное загрязнение вод Ленобласти; нормативы качества питьевой воды в сравнении; технологический процесс очистки воды на Водоканале СПб; технологические решения очистки воды для коттеджных посёлков Ленобласти.

ANALYSIS OF THE FACTORS CONTRIBUTING TO THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF WATER FROM NATURAL SOURCES IN THE LENINGRAD REGION

G.V. Lepesh, E.I. Gritsay

*St. Petersburg state University of Economics (SPbSEU),
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21.*

Examines the factors influencing the choice of method of purification of natural waters. The analysis of the chemical composition of natural waters of the Leningrad region, depending on the source and environmental factors. Are some technological features of cleaning of waters of St. Petersburg and Leningrad region.

Keywords: types of sources of water supply of cottage settlements; chemical composition of groundwater and surface water of Leningrad region; anthropogenic pollution of the waters of Leningrad region; standards on potable water quality in comparison; technological process of water purification on the Vodokanal SPb; technological solutions for water purification for cottage villages of the Leningrad region.

При строительстве и реконструкции систем водоснабжения коттеджных поселков в Ленинградской области в качестве источников используют подземные и поверхностные воды, имеющие различный химический состав и степень загрязнения [1]. При этом состав оборудования и технологическая схема водоподготовки, обеспечивающие как ее производительность, так и необходимое качество воды, определяются целой системой факторов, зависящих от четырех основных признаков:

- 1) особенности источника водоснабжения;
- 2) степени обобщенности водопользователей;
- 3) химического состава воды от источника;
- 4) антропогенных факторов.

1. Особенности источников водоснабжения в Ленинградской области

Ленинградская область имеет немалый ресурс подземных вод. Но лишь 37% потребляемого объема воды берется из этих источников и применяется как для водоснабжения коттеджных поселков, так и отдельных частных коттеджей.

Подземные воды области представлены двумя большими группами: водами, залегающими в молодых (четвертичных) горных породах, и водами, вмещаемыми древними отложениями.

Воды молодых пород (четвертичные воды) распространены повсеместно и залегают близко к поверхности земли. Недостатки этих вод – сильная изменчивость качества по площади и небольшая мощность водоносных горизонтов. Кроме того, они плохо защищены от поверхностного загрязнения и поэтому в этих водах нередко отмечается превышение норм содержания соединений азота, нефтепродуктов и тяжелых металлов, а также бактериологических загрязнений.

Более защищены от поверхностных загрязнений так называемые межморенные водоносные горизонты – относительно протяженные песчаные слои между пластами суглинков. Они распространены в основном в северной части области – на Карельском перешейке, на глубинах до 100 м. Достоинством межморенных вод является их напорный режим, недостатком – повышенное содержание железа и марганца.

Воды древних отложений также распространены по всей территории Ленобласти. Они залегают глубже четвертичных вод, отделены от поверхности мощной толщей пород и являются напорными, что обеспечивает им надежную защиту от поверхностного загрязнения.

Хорошую воду и в большом объеме из артезианских скважин глубиной 100 – 180 метров можно получить на Карельском перешейке (посёлки Репино, Рошино, Первомайское, Васкелово и другие близлежащие к ним) в скважинах, приуроченных к так называемому «Гдовскому» водоносному горизонту. А вот южнее «Гдовский» горизонт имеет значительную концентрацию хлоридов. В этих районах скважины бурят только на глубины около 40 метров (например во Всеволожске) и около 100 метров (Токсово) на межморенные горизонты, расположенные выше котлинских глин. На юге Ленинградской области по той же причине скважины еще менее глубокие 30 ÷ 40 метров (Гатчинский, Лужский районы), хотя и там есть глубокие водоносные горизонты 80 ÷ 150 метров.

Обеспечение водоснабжения из поверхностных источников наиболее просто в исполнении, но, вода, как правило, поступает сильно загрязненной от различных антропогенных факторов, к тому же возникают значительные трудности при эксплуатации поверхностного водопровода зимой. Однако схемы водоснабжения и водоочистки в значительной степени зависят от сезонной изменчивости статического уровня и состава воды в водоемах, что высокой квалификации обслуживающего персонала и современного оборудования для проведения анализов воды. При этом для отдельных районов Ленинградской области, таких как побережье Ладожского озера, п. Осиновец, п. Морозова, п. Борисова Грива и близлежащие к ним места, район Староладожского и Новолдожского каналов и ряд других поверхностный источник остаётся зачастую единственно возможным способом организовать водоснабжение загородного дома.

Хорошим и недорогим способом ввести воду в дом является водоснабжение из колодца, глубина которого колеблется от 4 до 6 метров. Качество воды в колодцах не всегда высокое, а производительность колодца зависит от того на каком геологическом слое колодец подпитывается водой. Основные недостатки колодцев те же, что и у поверхностных источников, хотя они более защищены от загрязнений вследствие своей локальности.

Промежуточный вариант между колодцами и скважинами, абиссинские колодцы, бурят, как правило, на небольшую глубину малым диаметром порядка 40 ÷ 50 мм. Бурят их обычно лишь в водообильных породах, таковыми явля-

ются обводненные известняки или крупнозернистый обводненный песок.

2. Степень обобщенности водопользователей

По степени обобщенности водопользователей можно разделить на три основные группы.

Первую группу представляет коттеджный поселок, имеющий общий водозабор, накопительную емкость, насосное оборудование. В зависимости от предполагаемой потребности в воде и желаемой степени ее очистки система водоочистки устанавливается каждым владельцем коттеджа индивидуально. Наиболее распространен в коттеджных поселках потребитель, который сам участвует в выборе оборудования для водоочистки, в зависимости от своих средств и желаний.

Вторая группа – это жители поселка, совместно эксплуатирующие общую станцию водоподготовки. Этот тип наиболее оправдан экономически, но предполагает высокую культуру пользователей.

К третьей группе водоснабжения относятся поселки, обеспечиваемые водой крупными водопользователями (санаториями, домами отдыха, предприятиями и др.), находящимися рядом. Здесь потребитель наиболее защищён, поскольку на крупных объектах проводится регулярный контроль качества воды. При таком водоснабжении владелец каждого коттеджа имеет возможность установить доочистку питьевой воды, а общая система очистки обслуживает сразу несколько коттеджей.

3. Химический состав источников питьевых вод Ленинградской области

Вода из подземных источников Ленинградской области, как правило, довольно жесткая и обогащена железом и марганцем. Более 60% источников характеризуются высоким содержанием сероводорода, а в воде из неглубоких скважин (до 50 м) чаще всего присутствуют техногенные загрязнения – неорганические, органические и микробиологические.

Формирование химического состава подземных вод в естественных природных условиях определяется общими геолого-тектоническими, природными ландшафтно-климатическими и литолого-фациальными условиями.

По О. А. Алекину подземные воды подразделяют:

- по степени минерализации: пресные – до 1 г/л; солоноватые – 1 ÷ 3 г/л; засоленные – 3 ÷ 10 г/л; соленые – 10 ÷ 50 г/л;

- по величине рН: щелочные – $11 \div 14$; слабощелочные – $8 \div 10$; нейтральные – 7; слабокислые – $4 \div 6$; кислые – $1 \div 3$;

- по общей жесткости (мг экв/л): очень мягкие до 1,5; мягкие – $1,5 \div 3$; умеренно жесткие – $3 \div 6$; жесткие – $6 \div 9$; очень жесткие – свыше 9.

Подземная вода содержит множество микроорганизмов, и некоторые из них могут вызвать у человека такие тяжелые заболевания, как гепатит или гастроэнтерит. Последствия употребления воды с химическими загрязнениями могут проявиться только через несколько лет.

Вода из скважин глубиной менее 100 м в северных и западных районах Ленинградской области (Курортном, Выборгском, Всеволожском) железистая. В более глубоких скважинах тех же районов наблюдаются высокая минерализация (солёная вода) и превышение по содержанию фтора. Вода из скважин южных районов (Гатчинского, Ломоносовского, Тосненского) обычно отличается повышенной жесткостью. Общая для всех районов проблема – загрязненность воды из колодцев и неглубоких скважин нитратами, гербицидами, пестицидами, нефтепродуктами, а также тяжелыми металлами.

Самыми чистыми с экологической точки зрения признаны артезианские воды – напорные подземные воды, содержащиеся в водоносном горизонте, заключенном между двумя водоупорными пластами. Но, несмотря на максимальную защищенность от поверхностного загрязнения, и они часто выходят на поверхность с нежелательными «добавками» из-за просчетов, допущенных при проходке и оборудовании скважин. В пробах могут быть обнаружены превышающие предельно допустимые концентрации бактериологических компонентов, азотистых соединений, железа и др. Иногда отмечается также смешение вод двух горизонтов, имеющих разный химический состав. И даже при соблюдении технологии бурения артезианская вода в Ленобласти не соответствует стандарту «экологически чистая природная питьевая». Причины – геологические, географические и прочие условия.

Гидрогеологические особенности Санкт-Петербурга и большей части территории Ленинградской области заключаются в том, что они питаются водами Ленинградского артезианского бассейна [2], особенностью которого является вертикальная и горизонтальная гидрохимическая зональность и смена гидрохимических поясов с северо-запада на юго-восток. В вертикальном разрезе выделяются 3 зоны:

- пресные воды с минерализацией до 1 г/л, преимущественно гидрокарбонатные магниевые-кальциевые;

- солёные воды с минерализацией от 1 до 35 г/л чаще хлоридные натриевые смешанного катионного состава, в районах распространения загипсованных пород – сульфатные кальциевые;

- рассолы с минерализацией 35-270 г/л хлоридные натриевые.

В таблице 1 представлены гидрохимическая зональность и химические особенности вод зоны Ленинградского артезианского бассейна. [2]. Зона солёных вод отсутствует лишь в северо-западной части Карельского перешейка, здесь выделяется один гидрохимический пояс. Два пояса – пресных и солоноватых вод выделяются только в Ленинградской области: на Карельском перешейке, севере Ладожско-Онежского перешейка и в Кингисеппском и Сланцевском районах.

Меньшую часть площадей Ленинградской области (северо-западная часть Карельского перешейка) питают воды Восточно-Балтийского гидрогеологического массива. Здесь наиболее распространены гидрокарбонатные натриевые ультрапресные и пресные воды. Преобладающая минерализация $0,01 \div 0,3$ г/л, реже $0,4 \div 0,8$ г/л.

Незначительна по площади часть Московского бассейна, входящая в восточные районы Ленинградской области, включает четвертичный водоносный комплекс, воды которого умеренно жесткие, пресные гидрокарбонатные кальциевые, реже магниевые или натриевые. Минерализация изменяется от $0,11 \div 0,5$ г/дм³.

Поверхностные воды, как правило – пресные. Они характеризуются значительными колебаниями состава и температуры в течение года, что объясняется характером их питания (поверхностное и подземное). Состав таких вод характеризуют наличием диспергированных минеральных, коллоидных и растворенных веществ. СНиП 2.04.02 – 84 дает следующие классификации поверхностных вод:

- по минерализации: очень малой – до 100 мг/л; малой – $100 \div 200$ мг/л; средней – $200 \div 500$ мг/л; повышенной – $500 \div 1000$ мг/л и высокой – свыше 1000 мг/л;

- по наличию гумусовых (в т.ч. фульвокислот): малоцветные – до 35 град; средней цветности – $35 \div 120$ град; высокой цветности – свыше 120 град;

- по количеству взвешенных веществ: маломутные – до 50 мг/л; средней мутности – $50 \div 250$ мг/л; мутные – $250 \div 1500$ мг/л; высокомутные – свыше 1500 мг/л;

- по степени бактериальной загрязненности (коли-индекс): сильно загрязненные – свыше 10000; загрязненные – более 1000; слабо загрязненные – свыше 100; удовлетворительные – более 10; хорошие – до 3. [3]

Таблица 1 - Гидрохимическая зональность Ленинградского артезианского бассейна, химические особенности зоны (часть Ленинградской обл, г.Санкт-Петербург и др.)

Пресные воды с минерализацией до 1 г/л		Соленые воды с минерализацией от 1 до 35 г/л	
Общее	Специфика	Общее	Специфика
<p>Железистые воды с содержанием закисного железа более 10 мг/л встречаются крайне редко.</p> <p>На большей части территории мощность пресных вод составляет 100÷200 м.</p> <p>Наибольшая – 200 ÷ 300 м на Ордовикском плато, на Лемболовской возвышенности, в бассейне реки Луга.</p> <p>Наименьшая – до 50 м Усть-Лужская, Приневская впадины, вдоль долин рек Волхова, Сяси.</p>	<p>Радоновые воды (содержание радона более 10 МЕ) Максимальное содержание радона 44÷55 МЕ у пос. Лопухинка в выходах источников вдоль глинта Ордовикского плато. В нижней пачке Гдовского водоносного комплекса (т.н. стрелнинский ВГ), в соленых хлоридных водах на контакте с породами кристаллического фундамента встречаются радоновые воды.</p> <p>Максимальное содержание радона 20÷25 МЕ определено в районе пос. Рыбацкое (г.Санкт-Петербург).</p> <p>Железистые воды в верхнем межморенном водоносном горизонте в г. Санкт-Петербурге (Полюстрово) и под Санкт-Петербургом (аналог полюстровских), содержание закисного железа достигает 17÷60 мг/л.</p>	<p>Йодистые и борные минеральные воды для Ленинградского артезианского бассейна не характерны.</p>	<p>Бромистые воды (концентрация брома более 25 мг/л) на юго-востоке Ленинградской области.</p> <p>В ломоносовском, ордовикском и кебродовикском водоносных комплексах содержание брома – 150 мг/л.</p> <p>Йодистые и борные В ломоносовском водоносном горизонте содержание йода 1÷1,7 мг/л, концентрация метаборной кислоты в единичных случаях достигает 22÷98 мг/л.</p>

4. Антропогенные факторы Ленинградской области

Наиболее существенными антропогенными загрязнителями водных сред Ленинградской области являются промышленные предприятия. Сбрасываемые ими сточные воды содержат значительные количества нефтепродуктов, взвешенных частиц, фенолов, тяжелых металлов, формальдегида, сероводорода и других веществ. Загрязнение поверхностных вод в значительной мере обусловлено также бытовыми и промышленными стоками в р. Неву, р. Волхов, р. Лугу и другие поверхностные источники водоснабжения Ленинградской области. Вода поверхностных источников загрязняется также за счет атмосферных выпадений (снег, дождь), непосредственного осаждения из загрязненной атмосферы, а также биогенными элементами – соединениями азота и фосфора за счет стоков с полей. Многие населенные пункты Ленинградской области не имеют очистных сооружений. На территории Ленинградской области расположены 16 полигонов и 217 свалок бытовых, промышленных и строительных отходов. Помимо этого, на закрытых территориях предприятий имеется 15

шламонакопителей, 6 золоотвалов и 27 иных хранилищ различных промышленных отходов. В области находятся два объекта подземного захоронения промышленных отходов: ГУПП «Полигон Красный Бор» и могильники радиоактивных отходов опытного завода РНЦ «Прикладная химия». А также склады минеральных удобрений, навозо- и помехохранилища, подверженные сбросам в открытую среду.

«Около 63% общего объема питьевой воды, подаваемой населению Ленинградской области, поступает после водоподготовки из поверхностных источников. Практически общепринятая технология обработки воды, особенно высокоцветной, зачастую не позволяет получить питьевую воду, отвечающую гигиеническим нормативам. Многие существующие водоочистные сооружения на территории Всеволожского, Выборгского, Кировского, Приозерского районов перегружены, работают в форсированном режиме, имеют большой процент износа, что в конечном итоге сказывается на качестве воды. В результате, независимо от сезона года населению подается питьевая вода, не отвечающая гигиеническим требованиям по окисляемости, цветности, мутности» [4].

Состав воды из артезианских скважин в каждом районе Ленобласти определяется в первую очередь принадлежностью скважины к гидрогеологическому району. Однако определенное влияние оказывает глубина скважины, ее близость к открытым водоемам, а также к антропогенным «источникам» – свалкам, животноводческим комплексам, местам длительного (более 70 лет) землепользования, глубоким карьерам.

«Проведенный несколько лет назад областной СЭС анализ показал, что около 12% проб воды не соответствуют микробиологическим нормам, около 20% – санитарно-химическим. Среди причин названы общее ухудшение качества воды в водоемах Ленобласти, а также сильный износ водозаборных и очистных сооружений региона (до 60%)».[4]

В Постановлении главного государственного санитарного врача по Ленинградской области от 21 марта 2013 г. N 05-п отмечается, что, несмотря на принимаемые меры в последние годы отмечается ухудшение качества воды по санитарно-химическим показателям [5].

«По результатам лабораторных исследований удельный вес неудовлетворительных проб питьевой воды по санитарно-химическим показателям в 2012 году остается на стабильно высоком уровне и составляет 29,4% (в 2011 – 26,8%) при среднероссийском показателе 16,9%. Выше среднеобластных показатели в Приозерском – 75,3%, Гатчинском – 47,2%, Тихвинском – 42,7%, Волховском – 40,2%, Всеволожском – 39,5%, Выборгском – 39,3% районах.

Доля нестандартных проб питьевой воды по микробиологическим показателям в 2012 году составила 3,6% (в 2011 году – 3,9%), при среднероссийском показателе 4,6%. На отдельных территориях данный показатель превышает среднеобластной уровень: в Ломоносовском – 13,1%, Кировском – 11,5%, Лужском – 5,8%, Выборгском – 8,1%, Гатчинском – 4,3% районах».

Согласно документу, до настоящего времени в области не разработаны проекты зон санитарной охраны для 64% источников водоснабжения. Самая неблагоприятная обстановка сложилась в Приозерском, Кировском, Ломоносовском и Волосовском районах.

Остается неудовлетворительным состояние водоемов, используемых для питьевого водоснабжения (водоемы I категории), где доля неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям в 2012 году составила –

47,9% (в 2011 году – 54,4%). По микробиологическим показателям удельный вес неудовлетворительных проб воды водоемов I категории в 2012 году составил – 39,7% (в 2010 году – 41,6%), что значительно выше среднероссийских показателей (21,9% и 17,8% соответственно).

5. Нормативы питьевой воды

В Российской Федерации качество питьевой воды должно удовлетворять определенным требованиям, установленным СанПиН 2.1.4.10749-01 «Питьевая вода» [6]. В Европейском Союзе (ЕС) нормы определяет директива «По качеству питьевой воды, предназначенной для потребления человеком» 98/83/ЕС. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) устанавливает требования к качеству воды в «Руководстве по контролю качества питьевой воды 1992 г». Также существуют нормы Агентства по охране окружающей среды США (U.S.EPA).

В нормах присутствуют незначительных отличия по различным показателям, но лишь вода соответствующего химического состава обеспечивает здоровье человека. Присутствие неорганических, органических, биологических загрязнений, а также повышенное содержание нетоксичных солей в количествах, превышающих указанные в представленных требованиях, приводит к развитию различных заболеваний.

Основные требования к питьевой воде заключаются в том, что она должна иметь благоприятные органолептические показатели, быть безвредной по своему химическому составу и безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении. Перед подачей воды в распределительные сети, в точках водозабора, наружной и внутренней водопроводных сетях качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам [6].

4. Существующие решения по очистке воды в СПб и Ленобласти

В качестве источника водоснабжения Санкт-Петербурга применяется р. Нева. С 2007 года в Водоканале Санкт-Петербурга действует уникальная двухступенчатая технология комплексного обеззараживания питьевой воды. Она включает в себя использование высокоэффективного и одновременно безопасного реагента – гипохлорита натрия (химический метод) и ультрафиолетовую обработку воды (физический метод), гарантируя эпидемиологическую безопасность водоснабжения Санкт-Петербурга, а также полное соответствие микробиологических показателей качества воды действующим нормативам. Система дозирования порошкообразного

активированного угля (ПАУ), обеспечивает удаление запаха и нефтепродуктов.

Технологический процесс водоподготовки на Водоканале включает следующие основные этапы:

- аммонирование воды (используется сульфат аммония – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$);
- обеззараживание воды (используется гипохлорит натрия – NaOCl);
- коагуляция загрязняющих веществ (используется сульфат алюминия – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$);
- флокуляция (используется катионный флокулянт);
- фильтрация через песчаную загрузку на контактных осветлителях (одноступенчатая схема очистки);
- отстаивание и фильтрация через песчаную загрузку на скорых фильтрах (двухступенчатая схема очистки);
- обеззараживание УФ-излучением.

С 2011 года на Южной водопроводной станции СПб работает новый блок К-6, где использованы самые современные технологии водоподготовки, позволяющие справиться с любыми изменениями состояния воды в Неве.

Основные этапы производства питьевой воды на К-6:

- предварительное озонирование воды (озон – O_3 получают из воздуха на территории станции);
- осветление воды: коагуляция, флокуляция и отстаивание в полочном отстойнике;
- фильтрация через скорые гравитационные фильтры с двухслойной загрузкой (песок и активированный уголь);
- первая ступень обеззараживания: гипохлорит натрия – NaOCl в сочетании с сульфатом аммония – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (гипохлорит натрия успешно борется с бактериями);
- вторая ступень обеззараживания: обработка ультрафиолетом (это позволяет уничтожить вирусы).

Преимущества нового блока помимо гарантировано высокого качества питьевой воды вне зависимости от состояния источника является также снижение экологической нагрузки на Неву (вода, которой промывают фильтры, не сбрасывается в реку, а очищается и снова используется). Причем производится обезвоживание и утилизация осадка, образующегося в процессе очистки воды. [7]

Проблемы водоподготовки в Ленинградской области заключаются, как правило, в удалении железа, марганца, сероводорода, снижении жесткости, устранении механических взвесей, обеззараживании воды. Чаще всего схема системы очистки воды в загородном доме включает в

себя фильтр механической очистки воды, систему обезжелезивания, фильтр умягчения и фильтр тонкой очистки.

Повышенное содержание железа, в том числе и неокисленного железа (двухвалентного) достаточно легко снижается до требуемых норм с использованием процессов аэрации, окисления, коагуляции на напорных фильтрах. Высокоэффективные современные каталитические фильтрующие загрузки типа Green Sand, MTM, Birm, Сорбент AC, неорганические ионообменные загрузки типа Cristal Right позволяют организовать процесс фильтрации соединений железа и марганца многократно, с периодической регенерацией загрузки на протяжении трех-пяти лет.

Способы умягчения воды подразумевают применение специальных приборов. Их задача устранить из воды излишек двух карбонатных солей – кальция и магния. Способы можно разделить на химические и физические. Химическая очистка воды подразумевает использование разнообразных реагентов, в процессе работы которых соли жесткости становятся малорастворимыми, выпадают в осадок и легко выводятся из систем, где используют воду. Сюда относят и натрий хлор, и фосфаты. Для такого умягчения чаще всего используют дозаторы, которые монтируют на трубу водопровода. При этом к химическому способу умягчения воды относится и химическое восстановление фильтрующих частей приборов. Самым известной системой очистки и умягчения воды является ионный обмен. Здесь картридж восстанавливают с помощью очень соленого раствора. Процесс снижения общей жесткости связан с высокими эксплуатационными затратами на таблетированную соль, которая расходуется при регенерации установок умягчения, а ионы натрия, которые поступают в воду в процессе умягчения вместо ионов кальция и магния (в количестве более 20 мг/л вредны для здоровья человека).

К физическому способу умягчения относят группу мембранный способ. Сюда входит очень популярный в последнее время обратный осмос. Это метод тонкой очистки с помощью давления. Такой способ умягчения воды очень хорошо устраняет любые примеси вплоть до бактерий с вирусами, что для питьевой воды немаловажно. В обратноосмотическую установку входит также механический фильтр и кондиционер для обеспечения комфортной жесткости воды путем ее минерализации. Без кондиционирования такая вода становится непригодной для личного использования.

«Комфортная» жесткость воды, обеспечивающая наилучшие ее вкусовые качества составляет 1,5 ÷ 2,5 мг-экв/л. Ввиду достаточно противоречивых требований к жесткости, в си-

стемах водоподготовки коттеджных поселков производится частичное умягчение воды.

Для обеззараживания и устранения запахов используются процессы аэрации и окисления перманганатом калия (KMnO_4) и гипохлоритом натрия (NaOCl). Процесс озонирования значительно реже используется в системах очистки воды коттеджных поселков ввиду сложности обслуживания установок достаточно высокой производительности и высокой вероятности превышения ПДК по содержанию озона.

Наиболее простой и малозатратный способ снижения нитратов в воде – введение в схему очистки воды установки денитрификации – напорного фильтра, содержащего нитратселективную анионообменную смолу, например, Purolite A-520.

При невысоком превышении ПДК (в два-три раза) удаление тяжелых металлов происходит посредством обработки воды на установках умягчения.

Наибольшую проблему представляет удаление избыточного количества фторидов. Наиболее простой и малозатратный способ решения этой проблемы для коттеджного поселка, расположенного в зоне повышенного содержания этого микроэлемента – монтаж в каждой точке разбора питьевой воды для коттеджа малогабаритных бытовых обратноосмотических установок. Число таких установок на один коттедж, как правило, невелико, так как вода для приготовления пищи потребляется из одной-двух точек. Ввиду того что фториды обладают физиологической активностью, оптимальным для подготовки питьевой воды является поддержание их концентраций в воде на уровне $0,7 \div 1,2$ мг/л. Такого содержания ионов фтора можно достигнуть за счет организации подмеса воды, не прошедшей обратноосмотическую установку.

Для обеззараживания воды в водоподготовке коттеджей всё более широко используется ультрафиолетовое излучение. Обеззараживающий эффект УФ излучения обусловлен, в основном, фотохимическими реакциями, в результате которых происходит гибель микроорганизмов, содержащихся в обрабатываемой воде, не оказывая воздействие на химический состав воды. Это выгодно отличает УФ обеззараживание от химической дезинфекции. Особенно эффективно применять УФ для обеззараживания поверхности

раздела вода – воздух вследствие проницаемости воздуха для УФ излучения.

Современная система водоподготовки коттеджа включает многостадийную обработку воды, реализующую практически все стадии технологического процесса водоподготовки в Водоканале.

Важность обеспечения населения качественной питьевой водой побуждает ученых и инженеров к поиску новых способов очистки воды, к приданию ей свойств не только безопасных для организма человека, но и оказывающих на него оздоравливающее действие. В последние годы появляются новые технологии обеспечения качества питьевой воды, основанные как на применении традиционных способов воздействия, так и на воздействии электрических [1] и магнитных полей, изменяющих жесткость, структуру воды и ее окислительно-восстановительный потенциал.

Литература

1. Лепеш Г.В., Матвеев А.П., Носов Э.С. Обоснование и разработка агрегатов электрореагентной очистки питьевой воды // Техничко-технологические проблемы сервиса. - 2010. № 1 (11) – с. 64 – 79. Химический состав подземных вод. Сайт: Государственный мониторинг состояния недр. Региональный центр ГМСН по Северо-Западному Федеральному округу. [Электронный ресурс]. – URL: <http://sevzapnedra.nw.ru/GMCN/system13.htm>, (дата обращения 01.08.2013).
2. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. Учебное пособие для вузов. - М.: Изд-во МГУ, 1996. – 680 с. Станислав ФРИД. Водные ресурсы Ленобласти. «Загородное обозрение» №4 / апрель 2009. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.zagorod.spb.ru/articles/2647/> (дата обращения 01.10.2013).
3. Постановление главного государственного санитарного врача по Ленинградской области от 21 марта 2013 г. N 05-п «Об обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения Ленинградской области в период паводка 2013».
4. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01». Технологии очистки. Сайт водоканал СПб. Электронный ресурс]. – URL: http://www.vodokanal.spb.ru/vodosnabzhenie/tehnologii_ochistki/ (дата обращения 01.10.2013).

¹Лепеш Григорий Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой "Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения" СПбГЭУ, тел. (812) 368-42-89, моб. +7 921 751 28 29, e-mail: GregoryL@yandex.ru;

²Саканская-Грицай Елена Ивановна – аспирант кафедры "Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения" СПбГЭУ, тел.: (812) 368-42-89, моб.: +7 965 099 62 09, e-mail: elena-gritsay@yandex.ru.