

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический
 университет имени В.М. Шукшина»
 (АГГПУ им. В.М. Шукшина)

Факультет математики и естественных наук
 Кафедра естественнонаучных дисциплин, безопасности жизнедеятельности и туризма

**Проблемы и перспективы очистки питьевой воды в городе
 Бийске Алтайского края**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 06.03.01 Биоэкология
 Профиль подготовки Биоэкология

Допустить к защите

И.о. зав. кафедрой естественнонаучных
 дисциплин, безопасности жизнедеятельности и
 туризма

«__» _____ 2018 г.

Волковский Е.В.

(Ф.И.О.)

 (подпись)

Выполнила студентка

Г-БЭ141 _____ группы

Эмирасанова

фамилия

Виктория Викторовна _____

имя, отчество

 (подпись)

Научный руководитель:

канд. биол. наук, доцент

ученая степень, звание

Волковский Е.В.

фамилия, имя, отчество

 (подпись)

Оценка

«__» _____ 2018 г.

Подпись _____

(Председатель ГЭК)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Значение воды и методы ее очистки	6
Глава 2. Общая характеристика МУП «Водоканал»	22
Глава 3. Основные загрязнения воды и методы их удаления	32
Заключение	42
Библиографический список (список информационных источников)	47

ВВЕДЕНИЕ

От чистоты водоемов, рек, озер, морей зависит многообразие животного и растительного водного мира, и как следствие благосостояние нации и развитие экономики страны в целом. Когда мы говорим о сточных водах, то часто не задумываемся о масштабах этой проблемы. Сточные воды, являясь одним из активнейших загрязнителей окружающей среды, поражают биоценоз не только водоемов, но и близлежащих к ним территорий. Поэтому, нарушая биоценоз водного мира, мы нарушаем биогеоценоз в целом. Вода - одна из составляющих абиотических факторов любого биогеоценоза.

Говоря о сточных водах, следует упомянуть и об острой проблеме нарастающего дефицита пресной воды. Загрязнение водохранилищ, рек, озер - прямой источник возникновения инфекционных кишечного-полостных заболеваний, некоторые из которых могут носить тяжелый характер. Это говорит о возможности снижения качества жизни населения.

Рассматривая сточные воды как одного из крупнейших по своим масштабам и сильнейших по своей интенсивности антропогенных воздействий, нам следует обратить внимание на эффективность методов очистки водоемов, а в условиях рыночной экономики на издержки, понесенные в процессе их очистки. Вопросы очистки, обезвреживания и утилизации сточных вод являются неотъемлемой частью проблемы охраны природы, оздоровления окружающей человека среды и обеспечения санитарного благоустройства городов и др. населённых мест. Одним из решений данной проблемы является разработка малоотходных технологий производства и создание замкнутых систем водопользования.

Проблема чистой воды с каждым годом становится наиболее актуальной: так например, ученые предполагают, что в ближайшие 30 лет таяние ледников (одни из основных запасов пресной воды на Земле) приведет к сильным колебаниям в уровне многих крупных рек, таких как Брахмапутра, Ганг, Хуанхэ, что поставит полтора миллиарда жителей Юго-

Восточной Азии под угрозу нехватки питьевой воды. При этом уже сейчас расход воды, например, из реки Хуанхэ настолько велик, что она периодически не достигает моря [38].

Для того чтобы избежать водного кризиса, разрабатываются новые технологии очистки и дезинфекции воды, её опреснения, а также методы её повторного использования. Однако помимо научных изысканий необходимы действенные методы организации контроля над водными ресурсами стран: к сожалению, в большинстве государств использованием и планированием водных ресурсов занимается несколько организаций (так, в США этим заняты более двадцати разных федеральных агентств). В частности, Марк Шеннон (Mark Shannon) и его коллеги из университета Иллинойса в Эрбане–Шампейн (США) провели обзор новых научных разработок и систем нового поколения в следующих областях: дезинфекции воды и удаления патогенов без использования избыточного количества химических реагентов и образования токсичных побочных продуктов; обнаружение и удаление загрязняющих веществ в низкой концентрации; повторное использование воды, а также опреснение морской и воды из внутренних водоемов. Что немаловажно, эти технологии должны быть относительно недорогими и пригодными к использованию в развивающихся странах [39].

Вместе с тем над подобными разработками работали еще в советском союзе, но в связи с возникшими экономическими и политическими проблемами в 90-х данными разработками достаточно длительное время не занимались. И лишь с 2005 года отечественные ученые вновь вернулись к данному вопросу. Основной причиной разработки водных очистных сооружений является достаточно большая концентрация железа, марганца и др. веществ. Не исключением является и Алтайский край. Вместе с тем на территории Республики Алтай вода качественно отличается и имеет меньшую жесткость [40, 41].

Таким образом, **актуальность темы исследования** обусловлена ежегодным увеличением потребления воды и сокращением доступной питьевой воды.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение состава природной воды поставляемой в город Бийск и методы ее очистки.

Для реализации поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить значение воды и методы ее очистки;
2. Дать общую характеристику деятельности МУП «Водоканал»;
3. Изучить влияние примесей воды на здоровье людей;
4. Основные загрязнения воды и методы их удаления.

Предметом исследования является МУП «Водоканал».

Объект исследования является очистка загрязненной воды.

ГЛАВА 1. ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ И МЕТОДЫ ЕЕ ОЧИСТКИ

Вода – не пассивный растворитель, как принято считать, это активное действующее вещество в молекулярной биологии; при замерзании она расширяется, а не уменьшается в объеме, как большинство жидкостей, достигая наибольшей плотности при 4°C. Пока никто из теоретиков, работающих над общей теорией жидкостей, не приблизился к описанию её свойств [42].

Для жителей нашей планеты вода в первую очередь является ресурсом, поскольку без чистой питьевой воды человечество обречено на вымирание, но при этом доступность её с годами становится все более проблематичной. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в настоящее время 1,2 млрд. человек не имеют её в необходимом количестве, миллионы людей умирают ежегодно от болезней, вызванных растворенными в воде веществами. В январе 2008 года на Всемирном экономическом форуме ООН (World Economic Forum Annual Meeting 2008), проходившем в Швейцарии, утверждалось, что к 2025 году население более половины стран мира будет испытывать недостаток в чистой воде, а к 2050 году – 75% [1].

Количество и таких веществ постоянно увеличивается как в развитых, так и в развивающихся странах: от привычных загрязнителей (тяжелых металлов, продуктов нефтепереработки) до таких канцерогенных соединений, как эндокринные дизраптеры (endocrine disrupter) и нитрозоамины (nitrosamines), от «привычных» паразитов, патогенных бактерий и вирусов (например, холерного вибриона) до относительно недавно открытых прионов. Увеличивающееся население Земли, особенно та его часть, что проживает в городах (в 2008 году оно должно достичь 50%), а также продолжающийся рост потребления воды – особенно в производстве, сельском хозяйстве и энергетике – тянет за собой и большие затраты водных ресурсов из традиционных источников [2].

Проблема чистой воды с каждым годом становится наиболее актуальной: так например, ученые предполагают, что в ближайшие 30 лет таяние ледников (одни из основных запасов пресной воды на Земле) приведет к сильным колебаниям в уровне многих крупных рек, таких как Брахмапутра, Ганг, Хуанхэ, что поставит полтора миллиарда жителей Юго-Восточной Азии под угрозу нехватки питьевой воды. При этом уже сейчас расход воды, например, из реки Хуанхэ настолько велик, что она периодически не достигает моря [4].

Для того чтобы избежать водного кризиса, разрабатываются новые технологии очистки и дезинфекции воды, её опреснения, а также методы её повторного использования. Однако помимо научных изысканий необходимы действенные методы организации контроля над водными ресурсами стран: к сожалению, в большинстве государств использованием и планированием водных ресурсов занимается несколько организаций (так, в США этим заняты более двадцати разных федеральных агентств). В частности, Марк Шеннон (Mark Shannon) и его коллеги из университета Иллинойса в Эрбане–Шампейн (США) провели обзор новых научных разработок и систем нового поколения в следующих областях: дезинфекции воды и удаления патогенов без использования избыточного количества химических реагентов и образования токсичных побочных продуктов; обнаружение и удаление загрязняющих веществ в низкой концентрации; повторное использование воды, а также опреснение морской и воды из внутренних водоемов. Что немаловажно, эти технологии должны быть относительно недорогими и пригодными к использованию в развивающихся странах [3, 5].

Тонкая зараза. Дезинфекция особенно важна в развивающихся странах Юго-восточной Азии и Субсахары: именно там патогены, живущие в воде, чаще всего становятся причиной массовых заболеваний. Наряду с болезнетворными организмами – такими, как гельминты (глисты), простейшие одноклеточные, грибы и бактерии, повышенную опасность

представляют вирусы и прионы. Свободный хлор – самый распространенный в мире (а также самый дешевый и один из самых эффективных) дезинфектор – отлично справляется с кишечными вирусами, однако бессилен против вызывающих диарею криптоспоридий *C. parvum* или микобактерий. Ситуация осложняется и тем, что многие возбудители болезней живут в тонких биопленках на стенках водопроводных труб. В Индии, где потребность в дезинфекции воды ощущается довольно остро, для этих целей применяется жавелевая вода [5-7].

Новые эффективные методы дезинфекции должны состоять из нескольких барьеров: удаление с помощью физико-химических реакций (например, коагуляции, седиментации или мембранной фильтрации) и обезвреживание с помощью ультрафиолета и химических реагентов. Относительно недавно для фотохимического обезвреживания патогенов вновь стали использовать свет видимого спектра, а в некоторых случаях эффективно использование комбинирование УФ с хлором или с озоном. Правда, такой подход иногда вызывает появление побочных вредных веществ: например, от действия озона в воде, содержащей ионы бромидов, может появиться канцероген бромат.

В развивающихся странах используется технология дезинфекции воды в бутылках из полиэтилена терефталата (PET) с помощью, во-первых, солнечного света, во-вторых, гипохлорида натрия (этот метод используется в основном в сельской местности). Благодаря хлору удалось снизить частоту желудочно-кишечных заболеваний, однако в областях, где в воде содержится аммиак и органический азот, метод не работает: с этими веществами хлор образует соединения и становится неактивен [16].

Предполагается, что в будущем методы дезинфекции будут включать действие ультрафиолета и наноструктур. Ультрафиолетовое излучение эффективно в борьбе с бактериями, живущими в воде, с цистами простейших, однако не действует на вирусы. Тем не менее, ультрафиолет способен активировать фотокаталитические соединения, например, титана

(TiO^2), которые в свою очередь способны убивать вирусы. Кроме того, новые соединения, такие как TiO^2 с азотом (TiON) или с азотом и некоторыми металлами (палладием), могут активироваться излучением видимой части спектра, на что требуется меньше затрат энергии, чем при облучении ультрафиолетом, или даже просто солнечным светом. Правда, подобные установки для дезинфекции имеют крайне небольшую производительность.

Другой важной задачей в очищении воды является удаление вредных веществ из нее. Существует огромное количество токсичных веществ и соединений (таких как мышьяк, тяжелые металлы, галогенсодержащие ароматические соединения, нитрозоамины, нитраты, фосфаты и многие другие). Список предположительно вредных для здоровья веществ постоянно растет, а многие из них токсичны даже в ничтожных количествах. Обнаружить эти вещества в воде, а потом удалить их в присутствии других, нетоксичных примесей, содержание которых может быть на порядок выше, – сложно и дорого. А кроме всего прочего, это поиск одного токсина может помешать обнаружению другого, более опасного. Методы мониторинга загрязняющих веществ неизбежно связаны с использованием сложного лабораторного оборудования и привлечением квалифицированного персонала, поэтому очень важно везде, где только возможно, находить недорогие и относительно простые способы идентификации загрязнений [43].

Важна здесь и своего рода «специализация»: например, триоксид мышьяка (As-III) раз в 50 токсичнее пентоксида (As-V), и поэтому необходимо измерять их содержание и вместе, и по отдельности, для последующей нейтрализации или удаления. Существующие же методы измерения или имеют низкий предел точности, или требуют квалифицированных специалистов [44].

Ученые считают, что перспективным направлением в разработке методов обнаружения вредных веществ является метод молекулярного распознавания (*molecular recognition motif*), основанном на использовании

сенсорных реактивов (вроде знакомой со школы лакмусовой бумажки), вместе с микро- или нанофлюидным управлением (micro/nanofluidic manipulation) и телеметрией. Подобные биосенсорные методы можно применять и к болезнетворным микроорганизмам, живущим в воде. Однако в этом случае надо следить за наличием в воде анионов: их присутствие может нейтрализовать достаточно действенные – при других условиях – методы. Так, при обработке воды озоном бактерии гибнут, но если в воде находятся ионы Br^- , происходит окисление до BrO_3^- , то есть один вид загрязнения меняется на другой [46, 47].

В настоящее время органические вредные вещества в воде стараются посредством реакций превратить в безобидные азот, углекислый газ и воду. Серьезные анионные загрязнители, такие как нитраты и перхлораты, удаляют с помощью ионообменных смол и обратного осмоса, а токсичные рассолы сливают в хранилища. В будущем, возможно, будут использоваться биметаллические катализаторы для минерализации этих рассолов, а также активные нанокатализаторы в мембранах для трансформации анионов [48].

Повторное использование воды. В настоящее время специалисты по охране природы пытаются разработать методики повторного использования промышленных и городских сточных вод, предварительно доведенных до качества питьевой воды. Но в этом случае приходится иметь дело с огромным количеством всевозможных загрязнителей и патогенов, а также органических веществ, которые должны быть удалены или трансформированы в безвредные соединения. Следовательно, все операции удорожаются и усложняются [50, 51].

Городские сточные воды обычно проходят обработку в очистных сооружениях, в которых во взвешенном состоянии находятся микробы, удаляющие органику и остатки пищевых веществ, а потом в отстойных резервуарах, где происходит разделение твердых и жидких фракций. Воду после такой очистки можно сбрасывать в поверхностные водоемы, а также

использовать для ограниченного полива и на некоторые заводские нужды. В настоящее время одна из активно внедряемых технологий – мембранные биореакторы (Membrane Bioreactor). Эта технология сочетает использование взвешенной в воде биомассы (как в обычных очистных сооружениях) и водных микро- и ультратонких мембран вместо отстойников. Воду после МБР можно свободно использовать для ирригации и для заводских нужд [52].

МБР также могут принести большую пользу в развивающихся странах с плохой канализацией, особенно в быстрорастущих мегаполисах: они позволяют обрабатывать непосредственно сточные воды, отделяя из них полезные вещества, чистую воду, азот и фосфор. МБР используют также как предварительную обработку воды для обратного осмоса; если же потом обработать её УФ (или фотокаталитическими веществами, реагирующими на видимый свет), то она будет пригодна для питья. В будущем, возможно, системы для «повторного использования воды» будут состоять только из двух этапов: МБР с нанофильтрационной мембраной (что избавит от необходимости этапа обратного осмоса) и фотокаталитического реактора, который послужит преградой для патогенов и уничтожит органические загрязнители с малой молекулярной массой. Правда, одной из серьезных преград является быстрое засорение мембраны, и успех развития этого направления очистки воды во многом зависит от новых модификаций и свойств мембран [8].

Немалую преграду составляют и законы об охране окружающей среды: во многих странах строго запрещено повторное использование воды для коммунальных нужд. Однако из-за нехватки водных ресурсов меняется и это: так, в США повторное использование воды ежегодно возрастает на 15%.

Без соли. Увеличить запасы пресной воды с помощью опреснения вод морей, океанов и засоленных внутренних водоемов – очень соблазнительная цель, ведь эти запасы составляют 97,5% всей воды на Земле. Технологии

опреснения шагнули далеко вперед, особенно за последнее десятилетие, однако до сих пор они требуют много энергии и капиталовложений, что сдерживает их распространение. Скорее всего, доля крупных установок по опреснению воды традиционным (термальным) способом уменьшится: они расходуют слишком много энергии и сильно страдают от коррозии. Предполагается, что будущее за небольшими системами опреснения, рассчитанными на одну или несколько семей (это касается в основном развивающихся стран). Современные технологии опреснения используют мембранное разделение с помощью обратного осмоса и температурную дистилляцию. Сдерживающими факторами для развития опреснения являются, как уже было сказано, высокое потребление энергии и эксплуатационные расходы, быстрое загрязнение мембран установок, а также проблема утилизации соляного рассола и присутствие в воде остатков загрязнителей с низким молекулярным весом, например, бора.

Перспективность исследований в этом направлении определяется прежде всего снижением удельных затрат энергии, и тут определенный прогресс налицо: если в 1980-х годах они в среднем составляли $10 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$, то в настоящее время они сократились до $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$. Но есть и другие важные успехи: создание новых материалов для мембран (например, из нанотрубок из углерода), а также создание новых очистных биотехнологий.

Остается надеяться, что в ближайшие годы наука и технологии действительно сильно шагнут вперед – ведь даже оставаясь пока для многих почти незаметным, призрак водного кризиса давно уже бродит не только по Европе, но и по всему миру [9, 10].

Вода и проблемы. Еще двадцать лет назад в России о проблемах водоочистки особенно не задумывались даже специалисты – воды было много: по наличию ресурсов пресной воды страна занимает второе место в мире после Бразилии. Но качество отечественной воды с каждым годом ухудшается. По словам директора Института водных проблем РАН

академика Виктора Данилова-Данильяна, «Россия занимает первое место в мире по объему водных ресурсов на душу населения, однако только 1% воды соответствует нормативам первого класса (пригодна к питьевому употреблению без очистки)» [25].

Его слова подтверждает и председатель Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии Наталья Комарова: «По данным надзорных органов, в России от 35 до 60% питьевой воды не удовлетворяют санитарным нормам. Не отвечает нормам состояние порядка 40% поверхностных и 17% подземных источников питьевого водоснабжения. Первая причина – это изношенность систем водоснабжения и несовершенство технологий водоподготовки. Вторая - ухудшение качества воды в водных объектах питьевого назначения» [11].

Так, например, в Санкт-Петербурге 36% канализационных стоков сбрасываются в Неву без очистки. А Волга несет в себе воды, в которых предельно допустимые концентрации (ПДК) многих веществ превышены в сотни раз. Далеки от нормы даже подземные ресурсы волжского бассейна. «Особенно значительно загрязнение нефтепродуктами в Брянской, Вологодской, Орловской, Ростовской, Самарской, Свердловской областях. И фенолом - в Череповце, Москве, Саратове, Тольятти», - констатирует Виктор Данилов-Данильян. Российские реки все-таки немного чище западных по одной причине: в 90-е годы XX века производство (в т.ч. и сельскохозяйственное) сократилось столь значительно, что, по данным Федерального агентства водных ресурсов, объем сброса загрязненных сточных вод снизился с 27,1 до 17,2 млрд. м³ воды. Но факт остается фактом – 99% имеющейся у нас воды нуждается в различной степени очистки [25].

Технологии очистки воды. Очистка воды включает, как правило, несколько последовательно выполняемых операций, решающих существующие проблемы с качеством воды, в зависимости от степени загрязнения исходного источника. Это очистка от механических, химических

и органических примесей с последующим улучшением качества конечной воды. Среди наиболее известных методов очистки - такие способы как: методы осаждения (коагуляция, флокуляция, химическое осаждение), осветление воды, мембранные методы (макрофильтрация, микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос), использование химических реагентов, адсорбация; обезжелезивание, обессоливание, кондиционирование, обеззараживание и умягчение воды; удаление органических загрязнений, дехлорирование воды, удаление нитратов [12].

Каждый из способов предполагает наличие конкретного оборудования и реагентов. Линейка необходимого оборудования, соответственно, будет выглядеть следующим образом: фильтры грубой очистки, блоки окисления, осветлительные фильтры, установки умягчения, фильтры тонкой очистки, бактерицидные установки, установки обработки питьевой воды на основе технологии обратного осмоса. Как правило, в очистке используется именно такая цепочка оборудования. Она комбинируется в разных вариациях, в зависимости от веществ, которые надо удалить, и направления очистки. Это может быть очистка и улучшение питьевой воды или очистка промышленных стоков [13].

В зависимости от химического состава воды применяется соответствующее оборудование. Так, например компания «Системы и технологии» (Пермь) выпускает оборудование для очистки сточных и промышленных вод. Вместе с тем сточные и промышленные воды могут содержать различный спектр загрязняющих веществ вследствие чего, как правило, применяется уникальное оборудование с широким спектром очистки воды. Но при этом такое оборудование достаточно дорогостоящее и его цена колеблется от 3 до 20 млн. руб. При этом, как правило, для очистки питьевой воды применяется зарубежное оборудование.

При подборе различных технологий необходимо учитывать и индивидуальные характеристики воды, в зависимости от региона нахождения. Так, например, вода в Санкт-Петербурге – чрезвычайно мягкая,

а в Поволжье и на Северном Кавказе, наоборот, имеет повышенную жесткость – более 7-10 мг-экв/л. Мягкой считается вода с жесткостью 1,5-3 мг-экв/л, умеренно жесткой - 3-6 мг-экв/л, жесткой - 6-9 мг-экв/л и очень жесткой - свыше 9 мг-экв/л). Река Томь - основной источник питьевой воды в крупных городах Кемеровской области – сильно загрязнена стоками предприятий Кемерово. У водозабора города Юрги отмечены повышенные концентрации аммиака, фенола, метанола и др. Сильно загрязнены в Омской области реки Иртыш и Омь. ПДК здесь превышены по нефтепродуктам в 2-3, меди - 6-11, цинку - 2-5, железу - 3-7 (Омь), марганцу - 4-6 (Иртыш) и 16-20 (Омь) раз. Но чаще всего низкое качество питьевой воды из централизованных систем водоснабжения связано с повышенным содержанием в ней железа и марганца. Избыток железа природного происхождения характерен для подземных вод в южной и центральной части России, а также в Сибири. По данным региональных органов санэпидемслужбы, около 50 млн. человек, т. е. треть населения страны, пьют воду с повышенным содержанием железа. В Тульской области ПДК по железу нарушены в 3,7 раза, в Томской и Тюменской областях в 30% проб норматив по железу превышен в 5 раз [19].

Во многих случаях оптимальным решением вопроса становится применение модульных станций водоочистки, которые могут эксплуатироваться на открытых площадках (непосредственно у подземных источников и нефтяных месторождений). В случаях чрезвычайных обстоятельств мобильные станции водоочистки просто незаменимы благодаря своей автономности и транспортабельности. Такие установки обычно представляют собой контейнер, начиненный оборудованием для водоочистки, снабженный системами жизнеобеспечения. Каждая установка собирается с учетом конкретных условий ее эксплуатации на основе базового комплекта оборудования для предварительной очистки от взвешенных веществ на гидроциклонах и предфильтрах, для двухступенчатого озонирования, электрокоагуляции, обессоливания и постфильтрации.

Потребитель получает установку водоочистки уже укомплектованной. Эксплуатационные затраты значительно снижаются за счет безреагентной технологии фильтрации.

Оборудование и производители. Большинство отечественных фирм, занимающихся водоочисткой и водоподготовкой, собирают систему, как конструктор, из различных комплектующих, чаще беря за основу продукцию двух-трех зарубежных производителей, таких как OSMONICS, ECOWATER, KINETIKO, ATOLL, ERIE (все - США), S.I.A.T.A. (Италия) и др. Немногие завозят готовые системы целиком, например от RAIN SOFT (США), CWG (Германия). Линейку фильтров собственной разработки (серия «Сапфир») в нержавеющей баллонах для комплектации полной системы водоочистки предлагает ЗАО «Мембранная техника и технология». Обеспечивая качество воды по нормам ГОСТа, оборудование стоит примерно на 40% дешевле импортных аналогов [20].

Сетчатые фильтры грубой очистки и редукторы давления к ним производят фирмы RBM (Италия), HONEYWELL BRAUKMANN (Германия), SYR (Германия). В зависимости от производительности, ручные фильтры стоят \$ 80-400, автоматические дороже приблизительно на \$ 200. Конкуренцию сетчатым приборам пытаются составить дисковые и пружинные. Дисковый фильтр DF1-75 (ARKAL, Израиль) с пропускной способностью до 4 м³/ч стоит \$ 110. Недавно в продаже появился оригинальный отечественный прибор «Термофильтр» (ООО «ЭКОСЕРВИС ТЕХНОХИМ-М»), использующий батарею пружинных фильтрующих элементов. Он способен удалять не только механические примеси, но и коллоиды, нефтепродукты, причем успешно работает даже на горячей воде [33].

Если в воде присутствует тонкая фракция (глина, ил), ни сетчатый, ни дисковый фильтр не подходит - примеси слишком быстро забивают

фильтрующую поверхность. В таких случаях применяются осадочные фильтры.

Они состоят из так называемого «универсального корпуса» (баллона) и фильтрующей загрузки (песок, антрацит, гравий для дренажного слоя) и задерживает частицы от 80 мкм. Алюмосиликаты (например, Filter-Agregat в фильтрах модели ST-PF от KINETICO) пропускают лишь частицы менее 20 мкм. «Универсальным» корпус называют потому, что он может использоваться практически в любой из ступеней системы водоочистки, надо лишь поместить в него загрузку соответствующего состава. Корпуса делают из пищевого полиэтилена, стеклопластика высокой прочности и даже нержавеющей стали. Баллоны способны работать под давлением до 8,8 атм и выдерживать гидравлический удар до 53 атм. Стоимость осадочного фильтра импортного производства составляет \$ 600-800 в расчете на 1 м³/ч производительности [34].

Фильтры для обезжелезивания. Растворенное в воде железо, а также часто сопровождающий его марганец в автономных системах убирают путем каталитического окисления. Особенно распространены фильтрующие среды на основе диоксида марганца: Birm, MGS (Manganese GreenSand), Filox, Pyrolox. Причем если первая из них удаляет только железо, а для восстановления свойств (регенерации) ей достаточно обратной промывки водой в течение получаса, то вторая удаляет еще марганец и сероводород, зато для регенерации требует промывки марганцовкой, а потом и удаления остатков последней.

У способа каталитического окисления есть некоторые ограничения: он не удаляет органическое железо, малоэффективен при высоком содержании железа (выше 15 мг/л), а вода не должна быть кислотной (рН менее 7). Иначе приходится применять специальные меры - например, использовать корректор кислотности (дополнительный корпус, устанавливаемый перед

обезжелезивателем). Фильтры для обезжелезивания производительностью 1,5 м³/ч стоят \$ 1000-1300.

Фильтры для «умягчения». Для снижения жесткости воды, то есть уменьшения растворенных в ней солей кальция и магния (точнее, их ионов) до оптимальной величины, применяются так называемые умягчители. В них засыпается катионообменная смола, в результате чего происходит обмен ионов кальция и магния из воды на ионы натрия из смолы. Смола (например, IMAC HP1110 от ROHM & HAAS) может служить 6-8 лет. Есть смолы с серебросодержащими катионитами, позволяющие проводить дополнительно обеззараживание воды. По цене умягчители мало отличаются от фильтров-обезжелезивателей. Кроме этого, в процессах водоочистки активно применяются фильтры комбинированной очистки и адсорбционные фильтры.

Сегодня на нашем рынке реализует свою продукцию целый ряд зарубежных фирм. Универсальные корпуса (баллоны) предлагают фирмы STRUCTURAL (Бельгия), PARK International (США), PEVASA (Испания). Фильтрующие среды (загрузка для фильтров) - фирмы PUROLITE (Великобритания), DOW CHEMICAL, ROHM & HAAS, CALGON (США), BAYER (Германия), MITSUBISHI (Япония), NORIT и CHEMVIRON CARBON (Нидерланды).

Блоки управления - фирмы AUOTROL, FLECK, ECOWATER SYSTEMS (все - США).

В последнее время все чаще и чаще на конечном этапе водоочистки используются ультрафиолетовые стерилизаторы. Приборы предназначены для обеззараживания воды от находящихся в ней вирусов и бактерий. Ультрафиолетовые лучи с длиной волны 254 нанометра (коротковолновый ультрафиолет), испускаемые ртутно-кварцевой лампой, вызывают изменения в ДНК всех микроорганизмов и препятствуют их жизнедеятельности и размножению. Цена приборов - около \$ 300 при производительности 1 м³/ч.

Мембранные системы для получения питьевой воды. Свое название система получила от полупроницаемой полимерной пленки, которая работает

по принципу обратного осмоса и, подобно стенкам клеток живых организмов, пропускает через свои мельчайшие поры (3-5 анг) лишь воду и частицы, соизмеримые с молекулами воды. В результате композитная полимерная мембрана становится непреодолимым препятствием для большинства нежелательных компонентов, находящихся в воде: микроорганизмов, вирусов, пестицидов, коллоидов, высокомолекулярной органики и ионов тяжелых металлов. Такие системы на нашем рынке предлагаются, в основном, отечественной сборки из импортных комплектующих. Это, например, P-5000 (WOONJIN COWAY), Osmo 300 (OSMONICS), HF-550 (HYDRA FILTER), «Ключ м2» (ЗАО «МТТ»).

«Диапазон применения водоочистных систем достаточно велик, - считает заместитель гендиректора компании Water Land (С.-Петербург) Денис Фролов. - Это и питьевые системы (замена бутылкам с водой), и комплексная очистка воды в квартирах, домах, коттеджах. Цены на системы водоочистки различны, зависят от многих факторов – объема потребляемой воды, установленного в системе оборудования, производителя данного оборудования...

Система водоочистки комплектуется в соответствии с характеристиками воды, которые получают в результате предварительного анализа, и выставление цены «вслепую» может или напугать клиента, или, наоборот, придать ему излишний оптимизм. Могу порекомендовать следующее: если вы недовольны качеством воды, заниматься самодеятельностью при выборе фильтра или системы фильтров не стоит, обратитесь к специалистам – мы поможем определиться и с анализом воды, и с выбором оборудования, и с монтажом...»

«Сегодня наиболее распространены механические, угольные, ионообменные фильтры для воды, однако современная водоочистка предлагает технологии нового поколения: это обратный осмос, биологическая водоочистка, ультрафиолет с ультразвуком, - говорит гендиректор Группы предприятий КИТ (Пермь) Дмитрий Голдобин. -

Качественная промышленная очистка воды предполагает комбинирование различных технологий и методов в зависимости от исходного состояния воды и поставленных задач.

Сейчас потребителю предлагаются, например, фильтры марок: ГЕЙЗЕР, АТОЛЛ, АКВАКИТ, АКВАФОР, АКВАПРО, НОВАЯ ВОДА. Но важно знать, есть ли сервисная служба у продавцов данных марок, готовая осуществить гарантийное и послегарантийное обслуживание.

Для оценки экономичности различных методов водоочистки необходимо учитывать и капитальные, и эксплуатационные расходы. Например, сорбционные системы очистки (песчаные фильтры, активированный уголь, ионообменные смолы, природные минералы и т.д.) изначально являются более дешевыми, чем мембранные. Они задерживают примеси внутри фильтрующего материала, который со временем истощается и требует замены или восстановления. Таким образом, эксплуатационные расходы могут довольно быстро превзойти стоимость самого оборудования. Стоимость же обратноосмотических систем чуть выше. Но установки не накапливают внутри себя примеси и не требуют частого восстановления. Вне зависимости от качества исходной воды они требуют лишь промывки мембранных элементов. Срок службы элементов составляет не менее пяти лет. Поэтому выходит, что с точки зрения эксплуатационных затрат мембранные системы являются экономически более выгодными. На работу любой установки влияет грамотное сервисное обслуживание...».

Производители и перспективы. Конкретный выбор оборудования зависит от качества исходной воды и требований заказчика».

Соответственно, выбор технологий, поставщиков оборудования, комплектующих и расходных материалов, базируется на уровне цены, надежности, доступности и степени избыточности. Кроме того, нельзя не заметить, что как бы ни была хорошо спроектирована и рассчитана система, ее может испортить неквалифицированный монтаж.

Вместе с тем, по мнению специалистов, уровень проектов систем водоочистки, выполняемых в России за последние несколько лет, значительно вырос. Кроме того, явно виден переход к применению современных, высокоэффективных, ресурсосберегающих технологий.

Повышенное внимание к вопросам охраны водных ресурсов демонстрируют последнее время и властные органы. Так, в правительстве РФ разрабатывается концепция долгосрочной государственной программы «Водная стратегия России». Программа будет включать в себя повышение качества водопроводной воды, очистку загрязненных стоков и водоемов, а также разработку и внедрение новых технологий водоочистки и водоподготовки.

ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МУП «ВОДОКАНАЛ»

Сведения о юридическом лице: Муниципальное унитарное предприятие города Бийска "Водоканал" ОГРН 1022200556388, ИНН / КПП – 2204000549 / 220401001 (По состоянию на 06.11.2017).

Наименование: Полное наименование – Муниципальное унитарное предприятие города Бийска "Водоканал", Сокращенное наименование – МУП г. Бийска "Водоканал", ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения 2032201647465, 29.05.2003.

Адрес (место нахождения): Почтовый индекс: 659342, Субъект Российской Федерации – край Алтайский, Город (волость и т.п.) – город Бийск, Улица (проспект, переулок и т.д.) – Улица Волочаевская, дом 1, корпус 1. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 1022200556388 / 27.08.2002.

Сведения о регистрации. Способ образования – Создание юридического лица до 01.07.2002. ОГРН – 1022200556388, Дата присвоения ОГРН – 27.08.2002. Регистрационный номер, присвоенный до 1 июля 2002 года – 1200. Дата регистрации до 1 июля 2002 года – 11.11.1997. Наименование органа, зарегистрировавшего юридическое лицо до 1 июля 2002 года – Администрация города Бийска Алтайского края. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 1022200556388 / 27.08.2002.

Сведения о регистрирующем органе по месту нахождения юридического лица. Наименование регистрирующего органа – Межрайонная инспекция Федеральной налоговой службы России № 15 по Алтайскому краю. Адрес регистрирующего органа – 656068, Барнаул г., Социалистический пр-кт, д. 47. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2152204244630 / 30.10.2015.

Сведения об учете в налоговом органе. ИНН 2204000549, КПП – 220401001, Дата постановки на учет – 04.04.1997, Наименование налогового

органа – Межрайонная инспекция Федеральной налоговой службы №1 по Алтайскому краю, ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2082204020325 / 08.04.2008.

Сведения о регистрации в качестве страхователя в территориальном органе Пенсионного фонда Российской Федерации. – Регистрационный номер – 032014000028, Дата регистрации – 03.06.1991, Наименование территориального органа Пенсионного фонда – Государственное учреждение - Управление Пенсионного фонда Российской Федерации в городе Бийске Алтайского края. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2062204017104/21.03.2006.

Сведения о регистрации в качестве страхователя в исполнительном органе Фонда социального страхования Российской Федерации. Регистрационный номер – 220604118022061. Дата регистрации – 01.05.1995. Наименование исполнительного органа Фонда социального страхования – Филиал №6 Государственного учреждения - Алтайского регионального отделения Фонда социального страхования Российской Федерации. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2132204047534/06.02.2013.

Сведения об учредителях (участниках) юридического лица. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ сведений о данном лице – 1022200556388/27.08.2002. ИНН – 2226008301. Полное наименование – Муниципальное учреждение комитет по управлению муниципальным имуществом г. Бийска. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 1022200556388/27.08.2002. Номинальная стоимость доли (в рублях) – 3421575. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 1022200556388/27.08.2002

Сведения о видах экономической деятельности по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности. (ОКВЭД ОК 029-2014 КДЕС. Ред. 2) Сведения об основном виде деятельности. Код и наименование вида деятельности – 36.00.2

Распределение воды для питьевых и промышленных нужд. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2062204083291/30.11.2006.

Сведения о дополнительных видах деятельности:

1. Код и наименование вида деятельности – 33.13 Ремонт электронного и оптического оборудования. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2122204062968/07.08.2012

2. Код и наименование вида деятельности – 35.30.14 Производство пара и горячей воды (тепловой энергии) котельными. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2172225457590/01.08.2017.

3. Код и наименование вида деятельности – 35.30.2 Передача пара и горячей воды (тепловой энергии). ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2172225457590/01.08.2017

4. Код и наименование вида деятельности – 35.30.3 Распределение пара и горячей воды (тепловой энергии). ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2172225457590/01.08.2017.

5. Код и наименование вида деятельности – 35.30.4 Обеспечение работоспособности котельных. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2172225457590/01.08.2017

6. Код и наименование вида деятельности – 35.30.5 Обеспечение работоспособности тепловых сетей. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2172225457590/01.08.2017

7. Код и наименование вида деятельности – 35.30.6 Торговля паром и горячей водой (тепловой энергией). ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2172225457590/01.08.2017

8. Код и наименование вида деятельности – 37.00 Сбор и обработка сточных вод. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2122204062968/07.08.2012

9. Код и наименование вида деятельности – 43.22 Производство санитарно-технических работ, монтаж отопительных систем и систем кондиционирования воздуха. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2122204062968/07.08.2012.

Сведения о лицензиях:

1. Номер лицензии БАР 02098 ВЭ. Дата лицензии – 22.08.2011. Дата начала действия лицензии – 13.09.2011. Дата окончания действия лицензии – 19.08.2036. Вид лицензируемой деятельности, на который выдана лицензия – Пользование участками недр для целей геологического изучения и добычи подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения или технологического обеспечения водой объектов промышленности. Место действия лицензии – 659342, Россия, Алтайский край, Бийск г, Нагорный пгт. Наименование лицензирующего органа, выдавшего или переоформившего лицензию – Управление по недропользованию по Алтайскому краю. ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2112204047239/13.09.2011

2. Номер лицензии – ВХ-63 002269. Дата лицензии – 31.12.2013. Дата начала действия лицензии – 10.02.2014. Вид лицензируемой деятельности, на который выдана лицензия – Эксплуатация взрывоопасных производственных объектов, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси с кислородом воздуха или друг с другом (горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, пылеобразующие вещества), вещества, способные к самопроизвольному разложению со взрывом, за исключением объектов, предназначенных для осуществления розничной торговли бензином и дизельным топливом

Место действия лицензии – 659300, Россия, Алтайский край, Бийск г, Наименование лицензирующего органа, выдавшего или переоформившего лицензию – Сибирское управление Ростехнадзора. ГРН и дата внесения в

ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2142204008692/10.02.2014

3. Номер лицензии – 22.01.16.001.Л.000018.04.06. Дата лицензии – 18.04.2006. Дата начала действия лицензии – 18.04.2006. Вид лицензируемой деятельности, на который выдана лицензия Деятельность в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется в медицинских целях) и генно-инженерно-модифицированных организмов III и IV степеней потенциальной опасности, осуществляемая в замкнутых системах

Место действия лицензии 659342, Алтайский край, г. Бийск, Волочаевская улица, дом 1/1

Наименование лицензирующего органа, выдавшего или переоформившего лицензию Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Алтайскому краю

ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2152225268996/09.11.2015

4. Номер лицензии – ЛО-22-01-004156. Дата лицензии – 20.05.2016. Дата начала действия лицензии – 20.05.2016. Вид лицензируемой деятельности, на который выдана лицензия – Медицинская деятельность (за исключением указанной деятельности, осуществляемой медицинскими организациями и другими организациями, входящими в частную систему здравоохранения, на территории инновационного центра "Сколково")

Место действия лицензии – 659342, Алтайский край, г. Бийск, ул. Волочаевская, 1/1

Наименование лицензирующего органа, выдавшего или переоформившего лицензию Главное управление Алтайского края по здравоохранению и фармацевтической деятельности

ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2162225455764/26.05.2016

5. Номер лицензии – (22) - 1111 – ТР. Дата лицензии 16.08.2016. Дата начала действия лицензии – 16.08.2016

Вид лицензируемой деятельности, на который выдана лицензия – Деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности

Наименование лицензирующего органа, выдавшего или переоформившего лицензию Управление Росприроднадзора по Алтайскому краю и Республике Алтай

ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2162225848563/16.08.2016

6. Номер лицензии – 022 № 00229. Дата лицензии – 26.02.2016. Дата начала действия лицензии – 26.02.2016

Вид лицензируемой деятельности, на который выдана лицензия – Деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности

Наименование лицензирующего органа, выдавшего или переоформившего лицензию Управление Росприроднадзора по Алтайскому краю и Республике Алтай

ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2162225849113/16.08.2016

7. Номер лицензии – 022 № 00150. Дата лицензии – 19.08.2013. Дата начала действия лицензии – 19.08.2013. Вид лицензируемой деятельности, на который выдана лицензия – Деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности.

Наименование лицензирующего органа, выдавшего или переоформившего лицензию Управление Росприроднадзора по Алтайскому краю и Республике Алтай

ГРН и дата внесения в ЕГРЮЛ записи, содержащей указанные сведения – 2162225860290/22.08.2016

Полная сумма денежных средств, полученная предприятием от реализации оказанных услуг, за последние пять полных лет значительно колеблется. Так максимальный показатель выручки 274940 составила в 2013 году, что может быть связано со значительным увеличением стоимости тарифов (Рис. 1). Вместе с тем минимальная выручка составила в 2015 году 256571. Такие значительные колебания прибыли могут быть объяснены высокой степенью аварийности систем водоснабжения. Кроме того, на 2015 год пришлось основная часть произошедших аварий за последние 5 лет. Вместе с тем несколько меняет ситуация за счет поднятия тарифов, поскольку ремонт систем водоснабжения стал входить в ежемесячную плату физических и юридических лиц.

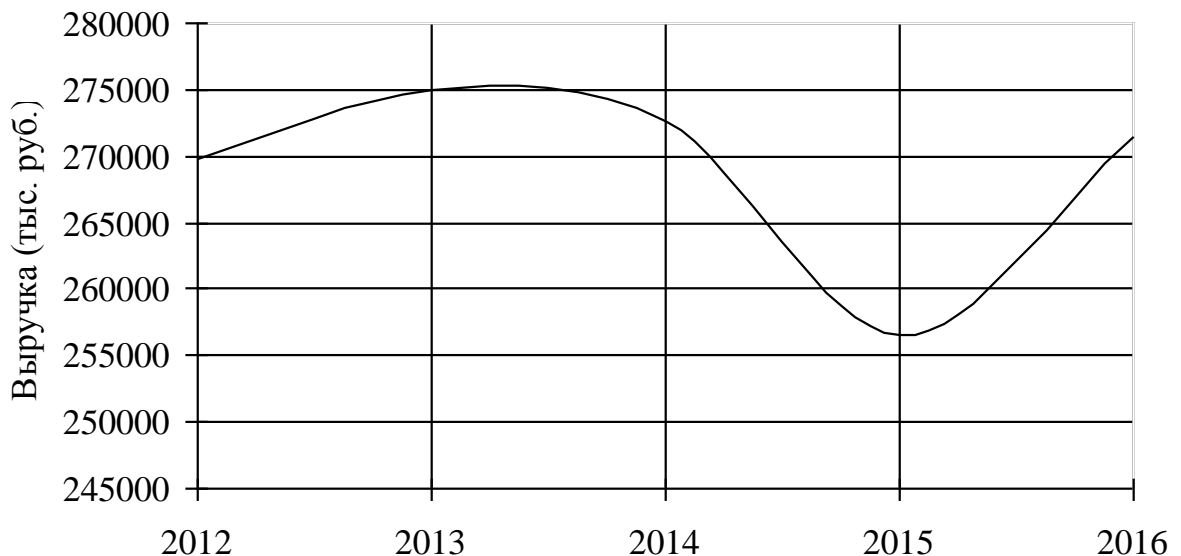


Рисунок 1. Выручка получаемая МУП г. Бийска «Водоканал»

Несмотря на монополию и высокую востребованность предоставляемых организацией услуг (холодное и горячее водоснабжение) МУП «Водоканал» в городе Бийске, судя по официальным данным, является убыточным (Рис. 2, 3). Такое положение может быть связано с высокой

степенью аварийности водоснабжающих систем города, на ремонт которой идет основная часть прибыли.

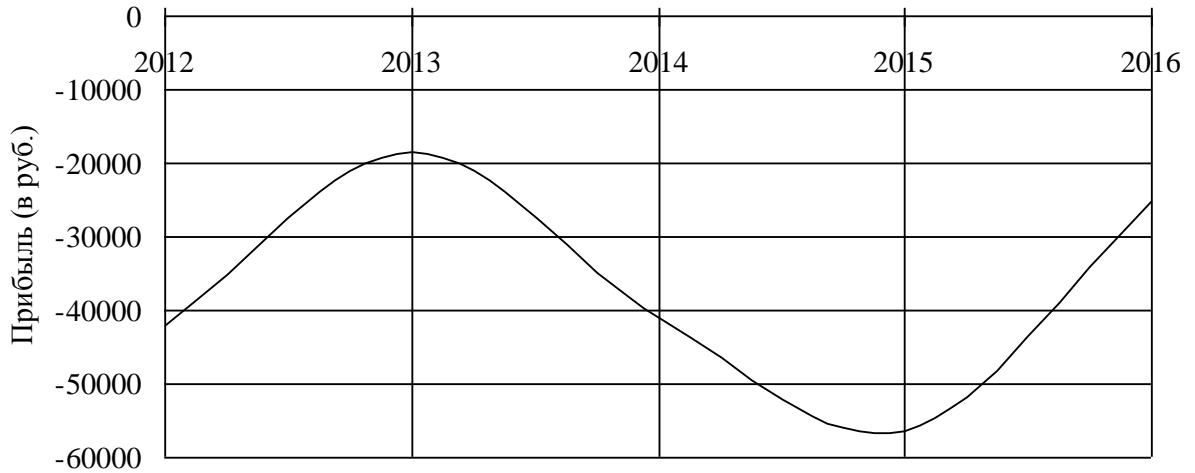


Рисунок 2. Прибыль получаемая МУП г. Бийска "Водоканал"

Вместе с тем на прибыльности предприятия значительно сказались проверки контролирующих органов. В результате чего МУП «Водоканал» получил ряд штрафов и предписаний.

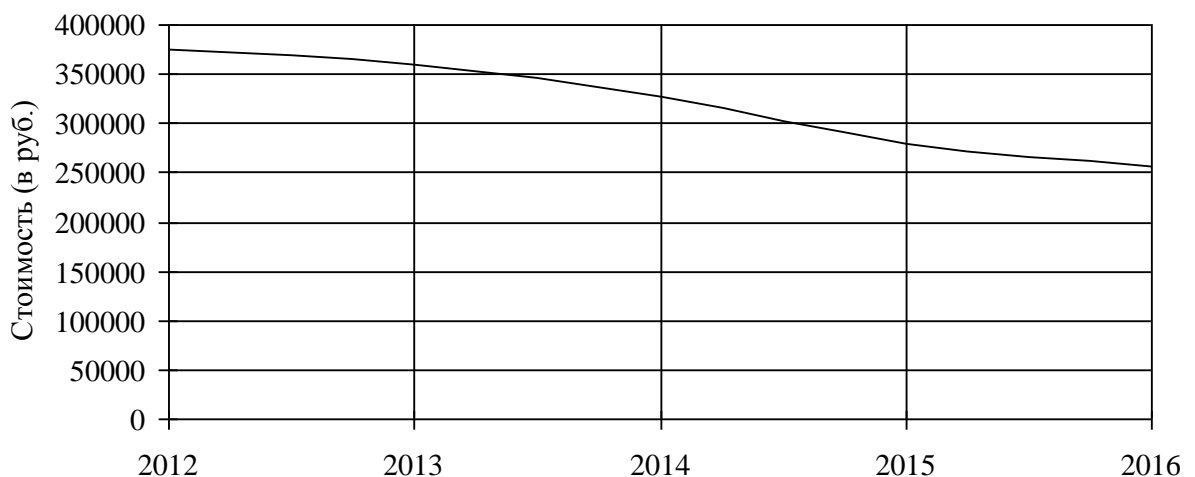


Рисунок 3. Стоимость оказываемых услуг МУП г. Бийска "Водоканал"

За период с 2015 года в отношении МУП Г. Бийска "Водоканал" проведено 28 проверок (7 плановых, 21 внеплановая). По результатам проведенных проверок выявлено 51 нарушение. Из них в 2017 году – 12 проверок (3 плановые, 9 внеплановых), выявлено 23 нарушения.

Вода является одним из основополагающих элементов от качества и количества которого напрямую зависит жизнь на нашей планете. Кроме того, с развитием хозяйственной деятельности человека вода как природный элемент становится все более ограниченной в использовании. Вместе с тем в связи с укрупнением населенных пунктов (городов) возникает острая необходимость в большом количестве воды, которая используется не только в виде питьевого ресурса, но и как технический ресурс.

Для обеспечения потребностей людей в воде создаются специальные скважины как правило из артезианского слоя который обладает достаточной чистотой ресурса. Как правило, вода добывается в месте расположения населенного пункта. Таким образом, нет возможности выбора. Несмотря на то что артезианский слой обладает достаточной чистотой, вода насыщается химическими веществами почвенных слоев, через которые протекает. Таким образом, качество питьевой воды напрямую зависит от места ее добычи. В связи с этим перед организациями, поставляющими питьевую воду в населенных пунктах, становится задача очистки воды не только от потенциальных опасностей (микробиологические, паразитологические, органолептические и др.). Но также необходимо снижение химических и физических показателей насыщающих воду. Для выполнения подобных задач было создано специализированные очистные сооружения.

Вместе с тем в зависимости от глубины залегания артезианского слоя и чистоты воды могут быть использованы также и поверхностные воды (г. Барнаул, г. Камень-на-Оби, г. Рубцовск), остальные населенные пункты Алтайского края снабжаются артезианской водой.

Помимо природных факторов влияющих на качество воды есть и антропогенные, а в частности на качество воды влияет состояние самой

системы водоснабжения, которая в большинстве своем менялась 30-70 лет назад. Таким образом, благодаря очистным сооружениям и очистным мероприятиям вода, поступающая в систему водоснабжения, соответствует требованиям санитарных норм. Вместе с тем очищенная вода поступает в старую систему водоснабжения и в результате обогащается различными веществами, в том числе и биологическими патогенами. Для борьбы с ними в воду добавляется хлорка

ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ И МЕТОДЫ ИХ УДАЛЕНИЯ

Жесткая вода и методы ее умягчения. В настоящее время все чаще в научной литературе и средствах массовой информации, демонстрируют вред, наносимый бытовой и санитарной технике известковыми отложениями из-за использования жесткой воды. С другой стороны, утверждается, что недостаток кальция в организме чреват заболеваниями опорно-двигательной системы, недостаток магния провоцирует инфаркт. И поэтому питьевая вода должна содержать в достаточном количестве эти самые соли жесткости.

Кроме того при проектировании инженерных коммуникаций с учетом минимизации текущих затрат: умягченная вода подается только в контур горячего водоснабжения для увеличения срока службы котла. Контур отопления - закрытый, в него заливается мягкая вода с добавкой антифриза. Жесткость холодной воды, используемой в ванных комнатах, поддерживается на уровне 3-4 мг-экв/л. При смешении горячей и холодной воды потребитель получает воду с жесткостью 1,5-2 мг-экв/л. Не умягчается холодная вода в сливных бачках унитазов и вода, идущая на полив газонов.

Определить, насколько жесткая вода, просто. Если интересуют цифры, то нужно отдать пробу воды на анализ в лабораторию. Такой лабораторией могут быть лаборатории водоснабжающей организации, Росприроднадзора, Центра лабораторного анализа и технических измерений и др. По классификации отечественного гидрогеохимика О.А. Алекина мягкой считается вода с жесткостью 1,5-3 мг-экв/л, умеренно жесткой – 3-6 мг-экв/л, жесткой – 6-9 мг-экв/л и очень жесткой – свыше 9 мг-экв/л.

Согласно государственному отраслевому стандарту (ГОСТ 2874-82) "Вода питьевая" жесткость не должна превышать 7 мг-экв/л. Жесткая вода обладает следующими проявлениями:

- у человека – это шелушение кожи, ее сухость и грубость;

- на технике известковые отложения. Вместе с тем накипь на стенках чайника не может служить индикатором, так как она образуется и при малой жесткости.

Вместе с тем государственный отраслевой стандарт (ГОСТ 2874-82) имеет примечание в котором говорится следующее: «...Для водопроводов, подающих воду без специальной обработки, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается: сухой остаток до 1 500 мг/л; общая жесткость до 10 мг-экв/л; железо до 1 мг/л; марганец до 0,5 мг/л...». Таким образом, согласно требованиям стандарта качество предоставляемой воды может быть согласовано с контролирующей организацией. Получается, что можно не очищать воду, а просто согласовать ее качество. Исходя из технических характеристик жесткость воды, в 7 мг-экв/л является максимальным показателем жесткости воды с минимальной степенью образования известкового налета на трубах водоснабжения. В тоже время мягкая вода обладает высокими коррозионными свойствами. Так например жесткая вода добывается в Поволжье и Северном Кавказе, а мягкая в Санкт-Петербурга. Кроме того, вода может быть мягкой, но с достаточно большим содержанием железа (железистая вода). В связи с использованием новых материалов при создании или ремонте водных сетей (пластик, металлопластик и др.) степень коррозии воды не имеет значения, поскольку новые материалы ей вообще не подвержены. Вместе с тем из жесткой карбонатной воды можно достаточно легко получить мягкую посредством ее кипячения. Но при этом образуется осадок карбонат кальция с выделением углекислого газа. Этот процесс мы можем наблюдать при кипячении воды в чайнике. В промышленности термический способ применяют при наличии дарового тепла. Реагентные методы наиболее распространены на станциях муниципальной водоподготовки и сводятся к переводу солей кальция в нерастворимые соединения, выпадающие в осадок. В зависимости от состава воды прибавляют соду, гашеную известь или и то, и другое. Вода умягчается и попутно освобождается от мутных взвесей. Неудобства и недостатки

способа следующие: большой объем твердых отходов, необходимость точной дозации химикатов и специально оборудованные склады для их хранения.

Обратный осмос и электродиализ применяются при одновременном обессоливании воды, в том числе и для питьевых целей. Поэтому наибольшее распространение получил способ умягчения на синтетических ионнообменных смолах. Во время работы ионы жесткости, имеющиеся в исходной воде, заменяются на ионы натрия смолы, отсюда и название способа. Во время регенерации ионообменной смолы раствором поваренной соли осуществляется обратный процесс: ионы натрия из поваренной соли заменяются на ионы солей жесткости, задержанные смолой. Технически это воплощается в современных импортных умягчителях, представляющих собой высокопрочный напорный бак (по виду напоминающий газовый баллон), заполненный ионообменной смолой. Бак сконструирован из пищевого полиэтилена и армирован снаружи стекловолокном. Это позволяет ему работать под давлением до 8,8 атмосфер и выдерживать гидравлический удар до 53 атмосфер. Выпускаются баки самых различных размеров, что позволяет в зависимости от анализа исходной воды и необходимой производительности подобрать фильтр на основе типового оборудования. Программируемый автоматический клапан, управляющий работой умягчителя (регенерирующий ионообменную смолу в нужной последовательности с необходимой частотой без вмешательства людей), настраивается таким образом, что включает фильтр на регенерацию или по расходу воды, или по времени. Частота регенераций рассчитывается в зависимости от жесткости исходной воды и емкости умягчителя по солям жесткости.

Услуги водоотведения Водоканал стал осуществлять с 1967 года, после приемки канализационно-очистных сооружений от ЖКО «Химкомбината». Технологический цикл был примитивным, все операции производились вручную. Необходимо было в корне перестроить производственный процесс.

В 1968-1969 годы началось строительство вторичных отстойников, хлораторной с использованием жидкого хлора и других объектов, необходимых для пропуска сточных вод до 40-50 тыс.м³ в сутки.

За период с 1997 года по 2008 год было принято на баланс МУП г. Бийска «Водоканал» 143,8 км водопроводных и 155,8 км канализационных сетей; водозаборы: №2, пос. Молодежный, Нефтебазы, Новый, Фоминское, Одинцово, Жаворонки, Мало-Угренева, Нагорный, Водозабор и очистные сооружения пос. Сорокино. На момент передачи все вышеперечисленные объекты находились в плачевном состоянии: на скважинах водозаборов требовалась замена насосного оборудования, промывка и ремонт водонапорных башен; ремонт и многократная промывка водопроводных сетей, так как анализы питьевой воды не соответствовали требованиям СанПиНа. Очистные сооружения пос. Сорокино практически не работали: отсутствовали воздуходувки соответственно не работали аэротенки, т.е. не проводилась биологическая очистка стоков. Всё это было восстановлено и запущено в работу в кратчайшее время.

Ежегодно проводится плановая замена насосного оборудования скважин. Были проложены новые водопроводные сети по пер. Телецкий, Веселый, Текстильный, Шатского, Третьяка, Донскому, ул. Севастопольская, Граничная. Выполнены закольцовки водопровода и подключены к городскому водопроводу пос. Химик, Строителей, Сахарного завода, Льнокомбината, квартала АБ, что позволяет бесперебойно и в достаточном количестве снабжать жителей города качественной питьевой водой. Ежегодно проводится замена 3-4 км водопроводных сетей, что позволило сократить число аварий на сетях водопровода до 2 ед на 10 км сетей, когда в среднем по РФ данный показатель составляет 8 ед.

На очистных сооружениях города проведены большие работы по улучшению качества сбрасываемой воды в реку Бия; заменены решетки, построены две песколовки, вторичный отстойник, проведена замена аэрационных труб на аэротенках, капитально отремонтированы первичные и

вторичные отстойники с заменой отводящих коллекторов Д-800 мм протяженностью 100 м.

Для контроля качества питьевой воды регулярно проводится отбор проб воды лабораториями МУП г Бийска «Водоканал» и ТО «Роспотребнадзора». Результаты бактериологического и химического анализов Водозабора №1, основного поставщика питьевой воды для населения города, соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4-1074-01 «Питьевая вода. Контроль качества...».

В апреле 2011 года на баланс предприятия принята станция обезвоживания и утилизации сырого осадка на городских КОС. Осадки влажностью 99,7%, образующиеся при очистке сточных вод, обезвоживаются, с помощью современной компактной и высокопроизводительной техники декантирующих центрифуг фирмы «Флотвег», до 65% влажности. Обезвоженный осадок – кек – утилизируется на полигоне ТБО, что позволило уйти от эксплуатации иловых полей и затрат на наращивание дамбы. Тем самым решена проблема по экологической безопасности не только нашего города, но и районов, расположенных ниже по течению реки Обь [17].

В декабре 2011 года принята на баланс предприятия станция обезжелезивания Водозабора №2, что улучшает показатели качества питьевой воды, повышает уровень санитарно-эпидемиологического благополучия 18 000 человек населения города Бийска, пользующихся питьевой водой Водозабора № 2, а именно района квартала «АБ», пос. «Полиэкс», микрорайона «Строитель». Благодаря строительству станции обезжелезивания на Водозаборе №2 удалось добиться следующих показателей [19]:

Наименование компонентов	Исходные данные, мг/дм ³	Данные после завершения строительства, мг/дм ³
железо	1,8	0,1 – 0,15
марганец	0,3	0,1
мутность	4,2	0,25

В декабре 2011 года на баланс предприятия принята станция обезжелезивания на Водозаборе №3, которая улучшает показатели качества питьевой воды, повышает уровень санитарно-эпидемиологического благополучия 9 000 человек населения пос. Сорокино, Молодежное. Благодаря строительству станции обезжелезивания на Водозаборе №3 удалось добиться следующих показателей:

Наименование компонентов	Исходные данные, мг/дм ³	Данные после завершения строительства, мг/дм ³
железо	2	0,15 – 0,19
марганец	0,4	0,1
мутность	4,5	0,3

Так основными загрязнителями являются железо и марганец, а также мутность добываемой воды. Кроме того, МУП «Водоканал» производит очистку сточных вод [20].

Данные мероприятия производятся посредством следующего оборудования:

- Система обезжелезивания VW PRO 40 (40 кубов в час).

Система обезжелезивания VW PRO 40 применяется в промышленной водоподготовке при большой производительности. Смена фильтрующей загрузки «Экоферокс» осуществляется 1 раз в 5 лет.

Максимально компенсируемое значение железа – до 20.

- аэрационный компрессор CAP-2 в сборе – 3 шт;
- переменный переключатель компрессоров;
- аэрационная труба – 2 шт;
- композитный корпус фильтра 3072 – 5 шт;
- автоматический клапан управления;
- фильтрующая загрузка «Экоферокс» (1820 литров);
- дренажно-распределительная система;
- песок кварцевый (Рис. 1., Приложение 1).

Опасность употребления воды с повышенным содержанием марганца

Высокое значение марганца в воде придаёт ей желтоватый оттенок и отталкивающий вязущий привкус. От такой воды на сантехнике и в трубах появляются чёрные наросты и тёмные пятна. Но куда важнее то, что марганец, будучи тяжёлым металлом, имеет свойство накапливаться в организме и вызывать серьёзные заболевания.

При значениях марганца выше 0,1 мг/л потребление такой воды вредит здоровью.

Большая концентрация марганца в воде может способствовать нарушению работы центральной нервной системы. Тяжёлый металл забивает каналы нервных клеток, вследствие чего снижается проводимость нервного импульса. Результатом этого являются: снижение скорости реакции, работоспособности, головокружение, судороги и депрессия. Постоянное употребление воды с превышенным содержанием марганца приводит к заболеваниям сердечно-сосудистой системы и разрушению скелета человека. Особенно опасны отравления марганцем во время беременности, т.к. он напрямую влияет на развитие плода и интеллект будущего ребёнка.

Способы очистки воды от марганца. В отличие от железа марганец удалить из воды намного сложнее. Очень часто при очистке воды, содержащей одновременно и железо, и марганец, можно наблюдать типичную картину: в воде после аэрации и фильтрования содержание железа снизилось до 0,05 мг/л и ниже, а содержание марганца осталось прежним или упало незначительно – на 10-15% от исходной величины, оставаясь выше ПДК. Если железо сравнительно легко окисляется кислородом воздуха и образует хорошо фильтруемый осадок гидроокиси железа при pH от 6,8 и выше, то с марганцем дело обстоит иначе. Для окисления кислородом растворимого в воде марганца (II) до марганца (IV), образующего осадок нерастворимого диоксида MnO_2 , требуется либо повышение уровня pH до 9 и выше, либо окислитель более сильный, чем кислород, либо комбинация того

и другого. Поэтому практически все известные способы эффективного удаления марганца из воды предполагают использование реагентов – щелочи, извести, сильных окислителей - хлора и его производных, перманганата калия, перекиси водорода, озона или специальных окислительных загрузок для фильтров (требующих для регенерации опять-таки сильных окислителей) [2]. Это усложняет состав оборудования для очистки воды от марганца и повышает эксплуатационные расходы потребителей.

Преимущества применения озона для очистки воды от марганца.

Применительно к очистке воды от марганца и не только, из всех перечисленных реагентов озон выделяется своими существенными преимуществами, а именно:

Озон имеет самый высокий окислительный потенциал по сравнению с остальными окислителями и поэтому быстрее и полнее окисляет марганец;

Озон удобен в эксплуатации, т.к. производится и используется прямо на месте и поэтому не требует закупки, хранения, разведения и, следовательно, не несет рисков для персонала, в отличие от «химических» реагентов;

Озонирование не приводит к росту в воде концентраций веществ токсичных и ухудшающих органолептические свойства воды, не изменяет минерального состава воды. Наоборот, в результате озонирования вкусовые качества воды заметно улучшаются.

Благодаря озону глубина очистки воды от марганца может быть существенно увеличена: остаточное содержание марганца снижается в 2-3 раза ниже ПДК - до сотых долей мг/л, в то время как применение хлорсодержащих окислителей часто не позволяет снизить содержание марганца даже до ПДК – 0,1 мг/л [3].

Отдельно стоит отметить такое преимущество озона, как его универсальность: озоновая установка очистки воды от марганца к тому же надежно обеззараживает и дезодорирует воду.

Благодаря этим преимуществам озон и технология озонирования воды позволяют получать питьевую воду высочайшего качества в промышленных масштабах без затрат на закупку реагентов (или с минимальными затратами), практически без участия персонала и необходимости выполнять рутинные ручные операции, не поддающиеся автоматизации.

Современные озоновые установки для очистки воды от марганца.

В учебных пособиях и методических материалах по очистке воды от железа и марганца закрепилось мнение, что озоновые технологии очистки воды от марганца хоть и отличаются высокой эффективностью, но широкого распространения не получили ввиду высокой стоимости, сложности, низкой надежности, повышенных энергозатрат и т.п. Это представление об озонировании воды в системах очистки от железа и марганца является устаревшим. Современная озоновая установка отличается компактностью, эксплуатационной надежностью и длительным сроком службы до капитального ремонта – 10 лет и более, благодаря использованию современной элементной базы, материалов и технологий. Озонированием можно без труда дополнить уже эксплуатируемые фильтры очистки воды от железа и марганца на станциях обезжелезивания, что на порядок повысит эффективность очистки воды от марганца. Единственным недостатком озоновой установки является то, что она лишает производителей и продавцов химической продукции определенного сектора рынка сбыта и устраняет зависимость потребителя очищенной воды от поставок реагентов. Для потребителя стоимость озонаторного оборудования пока еще остается относительно высокой по сравнению с дозаторами химикатов. Затраты оправдываются простотой эксплуатации оборудования и стабильностью результата [23, 25, 26].

Очистка воды от марганца озоном – оптимальный выбор для предприятий пищевой промышленности и всех потребителей, где решающее значение имеет гарантированное качество питьевой воды и отказ от использования химикатов [27].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для жителей нашей планеты вода в первую очередь является ресурсом, поскольку без чистой питьевой воды человечество обречено на вымирание, но при этом доступность её с годами становится все более проблематичной. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в настоящее время 1,2 млрд. человек не имеют её в необходимом количестве, миллионы людей умирают ежегодно от болезней, вызванных растворенными в воде веществами.

Для того чтобы избежать водного кризиса, разрабатываются новые технологии очистки и дезинфекции воды, её опреснения, а также методы её повторного использования.

Новые эффективные методы дезинфекции должны состоять из нескольких барьеров: удаление с помощью физико-химических реакций и обезвреживание с помощью ультрафиолета и химических реагентов.

В настоящее время органические вредные вещества в воде стараются посредством реакций превратить в безобидные азот, углекислый газ и воду. Серьезные анионные загрязнители, такие как нитраты и перхлораты, удаляют с помощью ионообменных смол и обратного осмоса, а токсичные рассолы сливают в хранилища.

МУП «Водоканал» 5-ю лицензиями на различные виды деятельности:

1. Пользование участками недр для целей геологического изучения и добычи подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения или технологического обеспечения водой объектов промышленности;

2. Пользование участками недр для целей геологического изучения и добычи подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения или технологического обеспечения водой объектов промышленности.

3. Эксплуатация взрывоопасных производственных объектов, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси с кислородом воздуха или друг с другом (горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, пылеобразующие вещества), вещества, способные к самопроизвольному разложению со взрывом, за исключением объектов, предназначенных для осуществления розничной торговли бензином и дизельным топливом

4. Деятельность в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется в медицинских целях) и генно-инженерно-модифицированных организмов III и IV степеней потенциальной опасности, осуществляемая в замкнутых системах

5. Медицинская деятельность (за исключением указанной деятельности, осуществляемой медицинскими организациями и другими организациями, входящими в частную систему здравоохранения, на территории инновационного центра "Сколково")

6. Деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности.

Полная сумма денежных средств, полученная предприятием от реализации оказанных услуг, за последние пять полных лет не стабильна, колебания составили до 93%, такое колебание может быть связано с изменением стоимости тарифов.

Несмотря на монополию и высокую востребованность предоставляемых организацией услуг (холодное и горячее водоснабжение) МУП «Водоканал» в городе Бийске, судя по официальным данным, является убыточным. Такое положение может быть связано с высокой степенью аварийности водоснабжающих систем города, на ремонт которой идет основная часть прибыли.

Недостаток кальция в организме чреват заболеваниями опорно-двигательной системы, недостаток магния провоцирует инфаркт. И поэтому питьевая вода должна содержать в достаточном количестве данные соли жесткости.

Согласно государственному отраслевому стандарту (ГОСТ 2874-82) "Вода питьевая" жесткость не должна превышать 7 мг-экв/л.

Согласно требованиям стандарта качество предоставляемой воды может быть согласовано с контролирующей организацией. Получается, что можно не очищать воду, а просто согласовать ее качество. Исходя из технических характеристик жесткость воды, в 7 мг-экв/л является максимальным показателем жесткости воды с минимальной степенью образования известкового налета на трубах водоснабжения. В тоже время мягкая вода обладает высокими коррозионными свойствами. Так например жесткая вода добывается в Поволжье и Северном Кавказе, а мягкая в Санкт-Петербурга. Кроме того, вода может быть мягкой, но с достаточно большим содержанием железа (железистая вода). В связи с использованием новых материалов при создании или ремонте водных сетей (пластик, металлопластик и др.) степень коррозии воды не имеет значения, поскольку новые материалы ей вообще не подвержены. Вместе с тем из жесткой карбонатной воды можно достаточно легко получить мягкую посредством ее кипячения. Но при этом образуется осадок карбонат кальция с выделением углекислого газа. Этот процесс мы можем наблюдать при кипячении воды в чайнике. В промышленности термический способ применяют при наличии дарового тепла. Реагентные методы наиболее распространены на станциях муниципальной водоподготовки и сводятся к переводу солей кальция в нерастворимые соединения, выпадающие в осадок. В зависимости от состава воды прибавляют соду, гашеную известь или и то, и другое. Вода умягчается и попутно освобождается от мутных взвесей. Неудобства и недостатки способа следующие: большой объем твердых отходов, необходимость точной дозации химикатов и специально оборудованные склады для их хранения.

Для контроля качества питьевой воды регулярно проводится отбор проб воды лабораториями МУП г Бийска «Водоканал» и ТО «Роспотребнадзора». Результаты бактериологического и химического анализов Водозабора №1, основного поставщика питьевой воды для населения города, соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4-1074-01 «Питьевая вода. Контроль качества...».

Основными загрязнителями воды в г. Бийске являются железо и марганец, а также мутность добываемой воды. Кроме того, МУП «Водоканал» производит очистку сточных вод посредством системы обезжелезивания VW PRO 40 (40 кубов в час).

Опасность употребления воды с повышенным содержанием марганца

При значениях марганца выше 0,1 мг/л потребление такой воды вредит здоровью.

Большая концентрация марганца в воде может способствовать нарушению работы центральной нервной системы. Тяжёлый металл забивает каналы нервных клеток, вследствие чего снижается проводимость нервного импульса. Результатом этого являются: снижение скорости реакции, работоспособности, головокружение, судороги и депрессия. Постоянное употребление воды с превышенным содержанием марганца приводит к заболеваниям сердечно-сосудистой системы и разрушению скелета человека. Особенно опасны отравления марганцем во время беременности, т.к. он напрямую влияет на развитие плода и интеллект будущего ребёнка.

В отличие от железа марганец удалить из воды намного сложнее. Очень часто при очистке воды, содержащей одновременно и железо, и марганец, можно наблюдать типичную картину: в воде после аэрации и фильтрования содержание железа снизилось до 0,05 мг/л и ниже, а содержание марганца осталось прежним или упало незначительно – на 10-15% от исходной величины, оставаясь выше ПДК. Если железо сравнительно легко окисляется кислородом воздуха и образует хорошо фильтруемый

осадок гидроокиси железа при рН от 6,8 и выше, то с марганцем дело обстоит иначе. Для окисления кислородом растворимого в воде марганца (II) до марганца (IV), образующего осадок нерастворимого диоксида MnO_2 , требуется либо повышение уровня рН до 9 и выше, либо окислитель более сильный, чем кислород, либо комбинация того и другого. Поэтому практически все известные способы эффективного удаления марганца из воды предполагают использование реагентов – щелочи, извести, сильных окислителей - хлора и его производных, перманганата калия, перекиси водорода, озона или специальных окислительных загрузок для фильтров (требующих для регенерации опять-таки сильных окислителей) [2]. Это усложняет состав оборудования для очистки воды от марганца и повышает эксплуатационные расходы потребителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ)

1. World Economic Forum Annual Meeting 2008. The Power of Collaborative Innovation. Davos, Switzerland 23-27 January [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. *Алексеев, Л.С.* Контроль качества воды: Водоснабжение и водоотведение / Л.С. Алексеев. – М: Инфра-М, 2006. – 154 с.
3. *Алиев, О. К.* Конституционные основы охраны окружающей природной среды и природопользования: характеристика, проблемы, тенденции [Текст] / О. К. Алиев // Юрист. - 2012. - № 8. - С. 14-18.
4. *Алинзер, А.С.* Качество городской среды как фактор интенсификации прогресса [Текст] / А. С. Алинзер // Проблемы качества городской среды. - М.: Экология, 2010. - С. 33 - 35.
5. *Аницкий, О. Н.* Научно-технический прогресс, человеческий фактор и воспроизводственные функции городской среды [Текст] / О.Н. Аницкий // Проблемы качества городской среды. - М.: Наука, 2010. - С. 28-30.
6. Антропогенное загрязнение городов Алтайского края [Текст]: доклад / О. И. Гусева. – Бийск, 2014. – 4 с.
7. *Ахманов, М.Н.* Вода, которую мы пьем. Качество питьевой воды и ее очистка [Текст] / М.Н. Ахманов. – СПб.: Невский проспект, 2012. – 192 с.
8. *Ашихмина, Т. Я.* Экологический мониторинг [Текст]: учебно-методическое пособие для ВУЗов / Т. Я. Ашихмина. – Киров: Константа, 2005. – 188 с.
9. *Бавыкина, Е. Н.* К вопросу об экономическом аспекте экологических проблем г. Бийска [Текст] / Е. Н. Бавыкина // Алтай: экология и природопользование: тр. VI Рос.-монгол. науч. конф. молодых ученых и студентов. – Бийск, 2010. – С. 155-158.

10. *Бажова, Т. И.* Особенности природной флоры Бийска [Текст] / Т. И. Бажова // Вопросы природопользования и методические аспекты их изучения: сб. ст. - Бийск, 2013. - С. 25-30.

11. *Бакланова, С. Л.* Экологическое образование в курсе «География Алтайского края» [Текст] : учеб.-метод. пособие для студентов педвуза / С. Л. Бакланова. – Бийск: БПГУ, 2009. – 296 с.

12. *Барбаш, Н. Б.* Методика изучения территориальной дифференциации городской среды [Текст]: учебно-методическое пособие / Н. Б. Барбаш. - М. : Экология, 2013. - 157 с.

13. *Беляев, И. П.* Индикаторы качества окружающей среды. Экология большого города [Текст] / И. П. Беляев, Е. И. Пупырев // Альманах. - М.: Прима-Пресс, 2006. - 168 с.

14. Бийск [Текст]: энциклопедия / К. Г. Колтаков, В. П. Никишаева. – Бийск: БПГУ, 2009. – 415 с.

15. Бийск [Электронный ресурс] // Википедия: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Бийск](https://ru.wikipedia.org/wiki/Бийск) (дата обращения 05.03. 2017)

16. *Воронов Ю. В.* Водоотведение и очистка сточных вод : учебник. – изд. 4-е, доп. и перераб. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 702 с.

17. Все реки – Обь [Электронный ресурс] // Информационный сайт о реках России: <http://vsereki.ru/severnyj-ledovityj-okean/bassejn-karskogo-morya/ob> (дата обращения 02.04. 2017)

18. География и природа Алтай - Чемровка [Электронный ресурс] // Информационный портал Алтай: <http://www.altai.tv/geo-id-141.html> (дата обращения 01.04. 2017)

19. *Горшенов Н. Я.* Обзор и итоги русской литературы по вопросу искусственно-биологической очистки сточных вод (до середины 1908 г.) // Известия Томского Технологического Института [Известия ТТИ]. – 1909. – Т. 14, № 2. – С. 1-12.

20. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2014 году» – Барнаул, 2015. – 150 с.

21. *Дзагоева, Е. А.* Географическое положение. Рельеф [Текст]: энциклопедия / Е. А. Дзагоева. – Бийск: БПГУ, 2009. – 368 с.

22. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Алтайском крае в 2014 году» . – Барнаул 2015 г.- 266 с.

23. *Долгополов, А. Я.* Комплексная оценка состояния земель в районах с интенсивным антропогенным воздействием на природную среду [Текст]: учебное пособие / А. Я. Долгополов, В. М. Смольянинов, Т. В. Овчинникова. – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2012. – 125 с.

24. *Исаакович, Р. Я.* Технологические измерения и приборы [Текст]: учебник / Р. Я. Исаакович. - М. : Наука, 2013. - 244 с.

25. Качество атмосферного воздуха по городам [Барнаул, Бийск, Заринск] [Текст] // Природа Алтая. – 2012. – № 6. – С. 4-9.

26. Климат и экология Бийска [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://nesiditsa.ru/city/biysk#h2_1 (дата обращения 06.04. 2017)

27. *Копылова, Р. Т.* Антропогенные источники загрязнения поверхностных вод в окрестностях города Бийска [Текст] / Р. Т. Копылова, И. А. Унжакова, Л. А. Крюкова // Ландшафты Западной Сибири: проблемы исследований, экология и рациональное использование: материалы VI Междунар. межвуз. конф., посвящ. Дню Земли. – Бийск, 2011. – С. 61-65.

28. *Красилов, В. А.* Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты [Текст]: учебное пособие / В. А. Красилов. - М.: Изд-во Института охраны природы и заповедного дела, 2012. - 239 с.

29. Красная книга Алтайского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений [Текст]: справочник / А. И. Шмамков. – Барнаул: ОАО «ИПП «Алтай», 2006. – 262 с.

30. *Миляев, В. Б.* Управление качеством атмосферного воздуха на основе сводных расчетов загрязнения атмосферы [Текст] : методическое

пособие / В. Б. Миляев, Н.С. Буренин, Я. С. Канчан. - СПб: НИИ Атмосфера, 2010. - 201 с.

31. Особо охраняемые природные территории г. Бийска [Текст] : справочник / Е. А. Дзагоева, Г. С. Петрищева, Н. А. Цехановская, С. Л. Бакланова; Бийск. гос. пед. ин-т, Ком. экологии и охраны окружающей среды при администрации г. Бийска. – Бийск: НИЦ БиГПИ, 2011. – 86 с.

32. Отчет о научной и научно-организационной деятельности Института водных проблем за 2016 г. [Электронный ресурс] ИВП РАН г. М.: 2016. С. 126. Режим доступа: свободный <http://www.iwp.ru/upload/medialibrary/885/88532b779b624ddc7b9c6badc542fd87.pdf> (дата обращения 07.11.2017)

33. Охрана окружающей среды [Текст] : учебник / С. В. Белов. - М.: Высшая школа, 2012. - 155 с.

34. Очистка сточных вод от взвешенных веществ и неорганических примесей. – М.: НИЦ «Глобус», 2007. – Т. 1. – 81 с.

35. *Петрищева, Г. С.* Бийсковедение. Природа и человек [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений / Г. С. Петрищева, Е. А. Дзагоева, Н. А. Цехановская. – Бийск: Изд. дом «Барнаул», 2009. – 239 с.

36. *Попов, В.* Николай Нонко: проблема экологии – общая для всех горожан [Электронный ресурс] // Наш Бийск: <http://нашбийск.рф/obshhestvo/e-kologiya/nikolaj-nonko-problema-e-kologii-obshhaya-dlya-vseh-gorozhan.html> (дата обращения 15.02.2017)

37. *Попов, С. В.* Ландшафтные исследования территории города Бийска [Текст] / С. В. Попов, И. Г. Колесова // Проблемы ресурсосбережения и природопользования Алтайского региона: сб. ст. – Бийск, 2012. – Вып. 21. – С. 139-143.

38. Проблемы чистой воды в мире и актуальные задачи гидроэкологии [Электронный ресурс] <https://bibliofond.ru/view.aspx??id=37235>

39. *Прохоров, Б. Б.* Жизненная среда горожан [Текст] / Б. Б. Прохоров // Природа. - 2011. - № 5. – С. 43-49.

40. Река Бия - реки Алтайского края [Электронный ресурс] // Отдых на Алтае: http://altaj-otdyh.ru/articles/reka_biya (дата обращения 05.04. 2017)

41. Река Катунь [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://mountainaltai.ru/category/reki_hornogo_altaya/reka_katun.print (дата обращения 04.04. 2017)

42. *Рыбальский, Н. Г.* Экология и безопасность [Текст]: справочник / Н. Г. Рыбальский. - М.: ВНИИПИ, 2013. - 307 с.

43. *Рыбкина, И. Д.* Экосистема города Бийска: проблемы и особенности функционирования, оценка качества среды жизни населения [Текст] / И. Д. Рыбкина // Известия Бийского отделения Русского географического общества. – 2012. – № 8. – С. 123-127.

44. *Савичев О. Г.* Биологическая очистка сточных вод с использованием болотных биогеоценозов // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. – 2008. – Т. 312, № 1 : Науки о Земле. – С. 69-74.

45. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» / Утверждено Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 26 сентября 2001 г.- Москва: Минздрав России, 2002. - 151 с.

46. *Силантьева, М. М.* Конспект флоры Алтайского края [Текст]: монография / М. М. Силантьева. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. – 391 с.

47. *Смольянинов, В. М.* Комплексная оценка антропогенного воздействия на природную среду при обосновании природоохранных мероприятий [Текст] : учебно-методическое пособие / В. М. Смольянинов, П. С. Русинов, Д. Н. Панков. – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2010. – 126 с.

48. *Стадницкий, Г. В.* Экология [Текст]: учебник для вузов / Г. В. Стадницкий. - СПб: Химиздат, 2011. - 285 с.

49. *Тихомиров, Н. П.* Социально-экономические проблемы защиты природы [Текст] : учебник / Н. П. Тихомиров. - М.: Экология, 2012. - 140 с.

50. *Тупикин, Е.* Общая биология с основами экологии и природоохранной деятельности [Текст]: учебное пособие / Е. Тупикин. - М. : ИРПО, 2010. - 384 с.

51. Характеристика водных объектов [Электронный ресурс] // ООО «Леспромэкспорт»: <http://lespromexport.ru/index.php/gorod/103-kharakteristika-vodnykh-ob-ektov> (дата обращения 06.04. 2017)

52. Экологический мониторинг: шаг за шагом [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.А. Заика. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. - 252 с.