

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ»

НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА:
**«Экологическая оценка качества питьевой воды
г. Майкопа и эффективные методы её очистки»**

Автор:

Дудин Александр,
обучающийся 8 класса
МБОУ «СОШ№13»
МО «Город Майкоп»

Руководители:

Видная Ирина Владимировна,
методист ГБОУ ДО РА
«Центр дополнительного образования
детей Республики Адыгея»

Куценко Елена Леонтьевна,
учитель биологии МБОУ «СОШ№13»
МО «Город Майкоп»

г. Майкоп, 2015 год

Оглавление

Введение

1. Современное состояние проблемы качества питьевой воды и ее значение в жизни человека.

1.1 Значение воды в жизни человека

1.2 Качество питьевой воды в Республике Адыгея

1.3 Водопроводная сеть республики Адыгеи.

2. Район, объект и методика исследования

2.1 Характеристика района исследования

2.2 Методика исследования

3. Результаты исследований

3.1 Исследование качества питьевой воды г. Майкопа

3.2 Исследование проблем в системе водоснабжения г. Майкопа и пути их решения

4. Выводы

5. Литература

Аннотация

Актуальность: Быстрый рост населения планеты в сочетании с возрастающими объемами водопотребления для бытовых и промышленных нужд и интенсивным сельским хозяйством приводит к глобальному водному кризису, который проявляется в нехватке пресной воды и в её усиливающемся загрязнении.

Цель работы: анализ качества питьевой воды г. Майкопа и разработка мероприятий по её очистке от вредных примесей.

Задачи исследования:

- провести анализ качественного состава питьевой воды г. Майкопа;
- определить наличие вредных примесей в питьевой воде;
- изучить существующие методы очистки питьевой воды на МУП «Водоканал»;
- исследование проблем в системе водоснабжения г. Майкопа и пути их решения.

Объект исследования - питьевая вода г. Майкопа.

Воду исследовали по следующим показателям: органолептическим (запах, цветность, вкус и привкус, мутность), химическому составу (жесткость и общую минерализацию, железо общее, марганец).

Наиболее распространенными показателями плохого качества питьевой воды г. Майкопа являются повышенный уровень общей минерализации, сверхнормативное содержание железа и марганца, которые обуславливают высокий уровень цветности, мутности, ухудшают органолептические свойства и влияют на здоровье потребителей.

В качестве решения проблемы улучшения качества питьевой воды г. Майкопа нами предложена комплексная система очистки, основанная на предварительном озонировании воды.

Объем исследовательской работы – 30 листов

Количество таблиц -3, Количество рисунков -1

Количество использованных литературных источников - 9

Введение

Вода оказывает огромное влияние на здоровье человека. Для того чтобы хорошо себя чувствовать, человек должен употреблять только чистую качественную питьевую воду. Качественная питьевая вода – это вода, не содержащая примесей, вредных для здоровья человека. Она должна быть без запаха и цвета и безопасна при длительном ее употреблении.

Быстрый рост населения планеты в сочетании с возрастающими объёмами водопотребления для бытовых и промышленных нужд и интенсивным сельским хозяйством приводит к глобальному водному кризису, который проявляется в нехватке пресной воды и в её усиливающемся загрязнении.

Водные ресурсы являются одним из важнейших, но в то же время уязвимых компонентов окружающей природной среды, который способен очень быстро меняться под воздействием хозяйственно-бытовой деятельности человека. Ситуация складывается угрожающая, поскольку человечество потребляет больше пресной воды, чем Земля может дать. Темпы роста потребления пресной воды более чем в 2 раза превышают прирост населения планеты.

В последнее время люди стали чаще задумываться, какую воду пить - водопроводную или бутилированную. Несмотря на то, что водопроводная вода соответствует принятым санитарным нормам, она остаётся далеко не чистой. Дистиллированная и очищенная до состояния дистиллированной вода также вредна для здоровья. В результате специальных методов очистки из неё удаляется всё – не только вредные бактерии, но и полезные микроэлементы – и она становится практически пустой и бесполезной.

Таким образом, питьевая вода должна быть не только бактериологически и химически безопасной, но и содержать полезные для

человека минералы. В соответствии с этим, актуальность проблемы качества питьевой воды как в глобальном масштабе, так и в рамках отдельно взятого региона или населенного пункта, не вызывает никакого сомнения.

Целью данной работы является анализ качества питьевой воды г. Майкопа и разработка мероприятий по её очистке от вредных примесей.

В *задачи* исследования входило:

- провести анализ качественного состава питьевой воды г. Майкопа;
- определить наличие вредных примесей в питьевой воде;
- изучить существующие методы очистки питьевой воды на МУП «Водоканал»;
- исследование проблем в системе водоснабжения г. Майкопа и пути их решения.

1. Современное состояние проблемы качества питьевой воды и ее значение в жизни человека

1.1. Значение воды в жизни человека

Вода - важнейшая составляющая среды нашего обитания. После воздуха, вода второй по значению компонент, необходимый для человеческой жизни.

Насколько важна вода, свидетельствует тот факт, что ее содержание в различных органах составляет 70- 90%. С возрастом количество воды в организме меняется. Трехмесячный плод содержит 90% воды, новорожденный 80%, взрослый человек - 70%. Вода присутствует во всех тканях нашего организма, хотя распределена неравномерно:

- Мозг содержит - 75%
- Сердце - 75%
- Легкие - 85%
- Печень - 86%
- Почки - 83%
- Мышцы - 75%
- Кровь - 83%.

Сегодня, как никогда, нашему организму очень важно получать чистую воду со сбалансированным минеральным составом. Она переносит отходы нашего тела, доставляет смазку к суставам, стабилизирует нашу температуру и является жизненной основой клетки.

Вода необходима для поддержания всех обменных процессов, она принимает участие в усвоении питательных веществ клетками. Пищеварение становится возможным только тогда, когда пища приобретает водорастворимую форму. Измельченные крохотные частицы пищи обретаю

способность проникать сквозь ткани кишечника в кровь и внутриклеточную жидкостью. Более 85% всех обменных процессов нашего организма происходит в водной среде, поэтому недостаток чистой воды неизбежно приводит к образованию свободных радикалов в крови человека, что приводит к преждевременному старению кожи и, как следствие, образованию морщин.

Потребление чистой воды обеспечивает нормальную работу внутренних органов. Она сохраняет гибкость организма, смазывает суставы и помогает проникновению питательных веществ. Хорошее снабжение организма чистой водой помогает бороться с избыточным весом. Это выражается не только в уменьшении чрезмерного аппетита, но и в том, что достаточное количество чистой воды способствует переработке уже накопленного жира.

Вода является теплоносителем и терморегулятором. Она поглощает излишки тепла и удаляет его, испаряясь сквозь кожу и дыхательные пути. Вода увлажняет слизистые оболочки и глазное яблоко.

В жару и при физических упражнениях происходит интенсивное испарение воды с поверхности тела. Потребление прохладной чистой воды, которая всасывается в кровь из желудка, обеспечивает своевременное охлаждение Вашего организма, предохраняя от перегрева. В течение тренировок, для нормального функционирования организма, необходимо выпивать небольшими порциями примерно 1 литр за час. Даже если не слишком утруждать себя физическими упражнениями, все равно необходимо постоянно восполнять дефицит воды.

Атмосфера в современных зданиях часто перегрета и кондиционирована. Это сушит воздух и обезвоживает организм. То же самое происходит при путешествиях на поездах, самолетах и автомобилях. Кофе, чай, алкоголь - все эти радости жизни способствуют выведению воды из организма. Взрослый человек в состоянии прожить без пищи больше месяца,

без воды же несколько дней. Обезвоживание организма на 10% приводит к физической и психической недееспособности. Потеря 20% воды приводит к смерти. В течение суток от 3 до 6% воды, содержащейся в организме, подвергается обмену. Половина воды, содержащейся в организме, обменивается в течение 10 дней.

Количество воды, требуемое для поддержания водного баланса, зависит от возраста, физической активности, окружающей температуры и влажности.

Суточная потребность взрослого человека составляет около 2.5 л.

Чистая питьевая вода также повышает защиту организма от стресса. Она разжижает кровь, борется с усталостью, помогает сердечно-сосудистой системе, борется со стрессом. Здоровый образ жизни основан на правильном питании, активности и потреблении чистой воды.

При таком большом значении воды для человека, вода должна быть соответствующего качества, если же вода содержит какие-либо вредные вещества, то они будут неизбежно распространены по всему организму.

1.2. Качество питьевой воды в Республике Адыгея

Проблема качества питьевой воды затрагивает очень многие стороны жизни человеческого общества в течение всей истории его существования. В настоящее время питьевая вода - это проблема социальная, политическая, медицинская, географическая, а также инженерная и экономическая. Понятие "питьевая вода" сформировалось относительно недавно и его можно найти в законах и правовых актах, посвященных питьевому водоснабжению.

Среди определяющих факторов охраны здоровья населения относятся снабжение населения доброкачественной питьевой водой, в связи, с чем государственный санитарно-эпидемиологический надзор за организацией водоснабжения населения республики является приоритетным направлением деятельности Управления.

В соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями население должно обеспечиваться питьевой водой в приоритетном порядке в количестве, достаточном для удовлетворения физиологических и бытовых потребностей, так же питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Несмотря на проводимые организационные и практические мероприятия, усиление санитарно-эпидемиологического надзора положение дел с водоснабжением в Республике Адыгея вызывает серьезную озабоченность вследствие неудовлетворительного санитарно-технического состояния водопроводных сетей и сооружений, отсутствия на ряде водопроводов необходимого комплекса очистных сооружений и обеззараживающих установок, применения устаревших технологий водоподготовки.

По данным социально-гигиенического мониторинга загрязнение питьевой воды происходит за счет поступления веществ, как из источников водоснабжения, так и в процессе водоподготовки и транспортировки воды.

В республике из 385 источников водоснабжения поверхностных - 3, подрусовых - 1, родников - 10, подземных - 371. Большая часть населения для питьевых целей использует воду подземных источников. Всего обеспечено централизованным водоснабжением 76,7% населения республики, в том числе 92% городского и только 55% сельского населения.

Несмотря на проводимую работу по приведению источников централизованного водоснабжения в соответствие с санитарно-эпидемиологическими требованиями, вопрос содержания источников питьевого водоснабжения сохраняет свою актуальность.

Из 385 источников - 358 (93%) имеют водоохранную зону строгого режима, организованную в соответствии с требованиями. У 27 источников зоны строгого режима не имеют ограждения. Обеззараживающие установки, предусмотренные технологией водоподготовки, функционируют на 21 водопроводе из 32. Не подвергается постоянному обеззараживанию вода из незащищенных источников - родников.

Качество воды большинства источников Республики Адыгея характеризуется стабильностью бактериологического состава и удовлетворительными органолептическими свойствами.

Наиболее распространенным показателем неудовлетворительного качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения является повышенный уровень общей минерализации, содержание железа и марганца, которое обуславливает высокий уровень цветности, мутности, ухудшает органолептические свойства и оказывает неблагоприятное влияние на состояние здоровья людей, повышает риск заболевания населения сердечно-сосудистой патологией, мочекаменной болезнью.

Республика Адыгея является регионом, дефицитным по биогенным элементам: фтору и йоду. Ни один водоисточник не имеет оптимального содержания фтора и йода, при этом пониженное содержание этих веществ в питьевой воде является одной из причин повышенной заболеваемости кариесом и эндемическим зобом, как среди взрослого, так и среди детского населения.

1.3. Водопроводная сеть Республики Адыгеи.

Водопроводная сеть республики представлена 193 водопроводами, из них коммунальных - 98, ведомственных - 95. Состояние ведомственных водопроводов остается крайне неудовлетворительным: на большинстве отсутствует систематический контроль за эксплуатацией сооружений, не

проводятся своевременные профилактические мероприятия, не организован производственный контроль.

Длительная эксплуатация водопроводных сетей, сооруженных в 60-70 годах, привела к их высокому физическому износу и постоянному риску возникновения аварий и повреждений. В республике водопроводные сети изношены в целом на 70-80%.

Всего подлежит замене более 1500 км существующих магистральных водопроводных сетей по республике, но темпы замены низкие. Так, прошлым году заменено только 1,7% (26,0 км) от общей протяженности сетей, требующих замены.

Изношенные сети характеризуются повышенной аварийностью. В 2013 г. было зарегистрировано 2909 порывов и аварийных ситуаций на водопроводах, при этом в течение первых суток устранено 92,5% порывов. Высокая аварийность сетей приводит к потере воды питьевого качества и вызывает вторичное загрязнение питьевой воды.

Неблагоприятным фактором хозяйственно-питьевого водоснабжения населения является дефицит питьевой воды, особенно в летний период, что связано с ограниченными запасами водных ресурсов, нерациональным использованием в населенных пунктах подаваемой водопроводами питьевой воды, изношенностью водопроводных и канализационных сетей.

Охват населения нецентрализованным водоснабжением в целом по республике составляет 24%. Вода нецентрализованных источников водоснабжения не имеет надежной защиты от загрязнения и в связи с этим представляет высокую эпидемиологическую опасность для населения. Эпидемиологическая опасность возрастает в паводковый период, когда в среднем 20 населенных пунктов с населением 35 тыс. человек подвергается подтоплению.

Таким образом, в Адыгее обеспечено доброкачественной питьевой водой лишь 69,0% населения; количество населения обеспеченного условно доброкачественной питьевой водой -27%; количество населения обеспеченного недоброкачественной питьевой водой - 4%. По данным регионального Роспотребнадзора, состояние питьевого водоснабжения в Республике - одна из актуальных задач по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

2. Район, объект и методика исследования

2.1 Характеристика района исследования

Столица Республика Адыгея – город Майкоп, находится в предгорной зоне Республики Адыгея. Площадь города Майкопа составляет 32 км². В нем проживает 175 тысяч человек. В городе действуют более 500 предприятий–природопользователей, в том числе 81 предприятие промышленности и строительства, 29 транспортных организаций и 18 предприятий землепользователей.

Объектом нашего исследования является питьевая вода г.Майкопа.

Водоснабжение города осуществляется из двух основных источников:

1. Майкопский групповой водопровод;
2. Гавердовский артезианский водозабор.

Майкопский групповой водопровод – уникальное гидротехническое сооружение, проектной мощностью до 140 тысяч м³/сутки, введен в эксплуатацию в 1983 году. Общая протяженность водовода – 100 км, диаметр – 1200–800 мм. Головные сооружения состоят из трех каптажей, осуществляющих забор родниковых талых вод с содержанием ионов серебра в карстовых пещерах и резервного поверхностного водозабора из горной реки Цица. На водоводе имеются три запасные регулирующие емкости по 10 тыс. м³ каждая, комплекс зданий и сооружений водоподготовки, включая хлорирование.

Вода в объеме 33075 тыс. м³ в год подается в город без использования насосных станций за счет естественного рельефа местности, что значительно уменьшает себестоимость воды.

По заключению Государственного научно-исследовательского института курортологии г.Пятигорска вода Майкопского группового водопровода признана минеральной питьевой столовой.

Гавердовский артезианский водозабор – проектная мощность до 27,9 тыс. м³ в сутки, эксплуатируется с 1967 года, состоит из двадцати артезианских скважин, глубиной 200 – 220 метров, двух резервуаров-накопителей объемом 10 тысяч м³, комплекса технологических и бытовых зданий и сооружений, включая хлораторную. Годовой объем подачи артезианской воды в город составляет 7882 тысяч м³.

Техническую эксплуатацию городской системы водоснабжения и водоотведения осуществляет муниципальное унитарное производственное управление «Водоканал» численностью 450 человек, основанное 18 июля 1913 года.

В городскую систему водоснабжения входят 8 резервных артезианских скважин, включаемых в работу в аварийных ситуациях на водоводах или в зимний период при изменении добычи воды.

Канализование сточных вод производится по напорным и безнапорным сетям, протяженностью 220 км.

Очистные сооружения г. Майкопа производят прием и очистку коммунально-бытовых, промышленных стоков города и Майкопского района. Механическая и биологическая очистка происходит на двух линиях очистных сооружений общей мощностью 116 тысяч м³/сутки.

- I очередь очистных сооружений мощностью 46,5 тысяч м³/сутки, эксплуатируется с 1965 года;

- II очередь очистных сооружений мощностью 70 тысяч м³/сутки, эксплуатируется с 1980 года.

В настоящее время очистные сооружения ежедневно принимают до 150 тысяч м³ стоков, в период осадков, таяния снега количество стоков увеличивается до 180 тысяч м³ в сутки. Обеззараживание стоков производится хлором.

2.2. Методика исследования

Исследования проводили по следующим показателям:

- органолептическим: запах, цветность, вкус и привкус, мутность;
- химическому составу: определяли жесткость и общую минерализацию, железо общее, марганец.

Отбор проб питьевой воды, подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения и предназначенной для потребления в питьевых и бытовых целях, в том числе используемой для производства пищевых продуктов и напитков для исследований проводили:

- в местах водозабора из источника водоснабжения;
- из уличных водоразборных устройств на основных магистральных линиях;
- в точках, в которых качество воды вызывает сомнение;
- из кранов внутренних водопроводных сетей домов.

Метод определения содержания вкуса, запаха, цветности и мутности

Объем пробы воды не должен быть менее 500 мл. Пробы воды для определения запаха, вкуса, привкуса и цветности не консервируют. Определение производится не позднее, чем через 2 ч после отбора пробы.

Органолептические методы определения запаха.

Органолептическими методами определяют характер и интенсивность запаха. Характер запаха воды определяют ощущением воспринимаемого запаха (землистый, хлорный, нефтепродуктов и др.) Определение запаха при

температуре 20 °С. В колбу отмеривают 100 мл испытуемой воды с температурой 20 °С. Колбу закрывают пробкой, содержимое колбы несколько раз перемешивают вращательными движениями, после чего колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха при 60 °С.

Определение запаха при температуре 60 °С. В колбу отмеривают 100 мл испытуемой. Горлышко колбы закрывают часовым стеклом и подогревают на водяной бане до 50-60 °С. Содержимое колбы несколько раз перемешивают вращательными движениями. Сдвигая стекло в сторону, быстро определяют характер и интенсивность запаха. Интенсивность запаха определяют при 20 и 60 °С и оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям таблицы.

Органолептический метод определения вкуса.

Органолептическим методом определяют характер и интенсивность вкуса и привкуса. Различают четыре основных вида вкуса: соленый, кислый, сладкий, горький. Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами.

Характер вкуса или привкуса определяют ощущением воспринимаемого вкуса или привкуса (соленый, кислый, щелочной, металлический и т.д.) Испытываемую воду набирают в рот малыми порциями, не проглатывая, задерживая 3-5 с. Интенсивность вкуса и привкуса определяют и оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям таблицы.

Фотометрический метод определения цветности

Цветность воды определяют фотометрически – путем сравнения проб испытуемой жидкости с растворами, имитирующими цвет природной воды. В цилиндр отмеривают 100 мл профильтрованной через фильтр исследуемой воды и сравнивают со шкалой цветности, производят просмотр сверху на белом фоне.

Фотометрический метод определения мутности

Определение мутности производят не позднее, чем через 24 после отбора пробы. Проба может быть законсервирована добавлением 2-4 мл хлороформа на 1 л воды. Мутность воды определяют фотометрическим путем сравнения проб исследуемой воды со стандартными суспензиями.

Построение градировочного графика. Градировочный график строят по стандартным рабочим суспензиям. Полученные значения оптических плотностей и соответствующие им концентрации стандартных суспензий (мг/л) наносят на график. Перед проведением испытания во избежание ошибок производят калибровку фотоколориметров по жидким стандартным суспензиям мутности или по набору твердых стандартных суспензий мутности с известной оптической плотностью. В кювету с толщиной поглощающего свет слоя 5-10 см вносят хорошо взболтанную испытуемую пробу, измеряют оптическую плотность в зеленой части спектра. Контрольной жидкостью служит испытуемая вода, из которой удалены взвешенные вещества путем центрифугирования или фильтрования через мембранные фильтры №4 (обработанные кипячением). Содержание мутности в мг/л определяют по градировочному графику.

Химический состав: определение жесткости и общей минерализации, железо общее, марганец – данные получены в лаборатории.

3. Результаты исследования

3.1 Исследование качества питьевой воды г. Майкопа

В ходе проведенного исследования и анализа лабораторных данных Муниципального унитарного предприятия «Майкопводоканал» было выявлено, что питьевая вода, поступающая в городскую систему водоснабжения г. Майкопа из Гавердовского артезианского водозабора неудовлетворительного качества. Вода из Майкопского группового водопровода соответствует нормативам.

Таблица 1

Основные показатели и химический состав питьевой воды Майкопского группового водопровода

Наименование анализа	Скважина №				
	1	2	3	4	5
Температура, °С	16	15,6	15,0	13	15,0
Запах при 20 ⁰ /60 ⁰ в баллах	1 ^с /0	1 _{сеп} /0	1 _{сеп} /0	0/0	0/0
Цветность в градусах	0	0	0	0	0
Мутность, мг/л	0,87	0,29	0,17	0,87	0,29
РН	7,59	7,38	7,52	7,54	7,46
Хлориды, мг/л	7,5	—	6,0	15,0	—
Жесткость, мг-экв/л	5,62	7,00	7,1	6,55	6,70
Нитраты, мг/л	10,1	—	10,1	10,1	—
Железо общее, мг/л	0,27	0,31	0,38	0,29	0,39
Сульфаты, мг/л	34,0	—	29,3	44,0	—

Данные таблицы свидетельствуют о том, что наиболее распространенными показателями плохого качества питьевой воды г. Майкопа являются повышенный уровень общей минерализации, содержание железа (0,38– скв.3; 0,39 – скв. 5; при норме 0,3 мг/л); 0,163 – скв. 8; 0,240 – скв. 9 - при норме 0,1 мг/л), которые обуславливают высокий уровень цветности, мутности, ухудшают органолептические свойства и здоровье потребителей.

В целом вода соответствует почти всем нормативам и пригодна для питья.

Таблица 2

Основные показатели и химический состав питьевой воды

Гавердовского водозабора

Наименование анализа	Скважина №				
	6	7	8	9	10
Температура, °С	16	15,6	15,0	13	15,0
Запах при 20 ⁰ /60 ⁰ в баллах	1 ^с /0	1 ^{сеп} /0	1 ^{сеп} /0	0/0	0/0
Цветность в градусах	0	0	0	0	0
Мутность, мг/л	0,87	0,29	0,17	0,87	0,29
РН	7,59	7,38	7,52	7,54	7,46
Хлориды, мг/л	7,5	—	6,0	15,0	—
Жесткость, мг-экв/л	5,62	7,00	7,1	6,55	6,70
Нитраты, мг/л	10,1	—	10,1	10,1	—
Железо общее, мг/л	0,45	0,68	0,90	0,60	0,65
Сульфаты, мг/л	34,0	—	29,3	44,0	—

Данные таблицы свидетельствуют о том, что наиболее распространенными показателями плохого качества питьевой воды г. Майкопа являются повышенный уровень общей минерализации, содержание железа (0,45 – скв.6; 0,68 – скв. 7; 0,90 – скв. 8; 0,60 – скв. 9; 0,65 – скв. 10;– при норме 0,3 мг/л) и марганца (0,110 – скв. 6; 0,163 – скв. 8; 0,240 – скв. 9 - при норме 0,1 мг/л), которые обуславливают высокий уровень цветности, мутности, ухудшают органолептические свойства и здоровье потребителей.

3.2 Исследование проблем в системе водоснабжения г. Майкопа и пути их решения

На сегодняшний день существует немало проблем, связанных с функционированием системы водоснабжения. Неудовлетворительное качество питьевой воды г. Майкопа обусловлено также санитарно-техническим состоянием водопроводных сетей и сооружений, отсутствием необходимых обеззараживающих установок, применением устаревших технологий водоподготовки. Большинство трубопроводов находятся в предаварийном состоянии. Это сопровождается потерями напора и снижением пропускной способности вследствие зарастания водопроводов. В результате трещин или нарушений стыковых соединений ухудшаются физико-химические показатели транспортируемой воды (например, цветности) и появляется возможность повторного заражения вод (в случае старения сетей питьевого водоснабжения), а также загрязнения подземных и поверхностных вод, почв, атмосферы.

В числе проблем в системе водоснабжения г. Майкопа можно назвать следующее:

- реконструкция и замена сетей и сооружений водопровода;
- внедрение технологии по уменьшению содержания железа в артезианской воде;

- устройство двух запасных регулирующих емкостей по 20 тысяч м³ каждая на Майкопском групповом водопроводе;
- автоматизация городской службы управления водоснабжения и водоотведения;
- сокращение потерь в водопроводной сети и контроль за рациональным использованием питьевой воды;
- оснащение химических лабораторий новыми методами и технологиями анализа.

Проблемы улучшения водоснабжения и качества питьевой воды имеют общегосударственное значение и требуют комплексного решения.

Исследование химического состава питьевой воды из 8 артезианских скважин Гавердовского водозабора, поступающей в системы водоснабжения г. Майкопа показало, что содержание примесей железа и марганца в выше гигиенического норматива в 1,5-3 раза. Существующая в настоящее время на предприятии МУП «Майкопводоканал» система очистки питьевой воды представляет собой простое, а в ряде случаев малоэффективное, хлорирование.

В качестве решения проблемы улучшения качества питьевой воды, на МУП «Майкопводоканал» разработана целевая программа по улучшению качества водоснабжения, в том числе прокладка второй нити Майкопского группового водопровода, строительство которой было начато в 2010 году. В настоящее время из-за недостатка денежных средств строительство приостановлено на неопределенное время. Работы велись силами МУП «Майкопводоканал».

В связи с вышеизложенным, нами были изучены литературные данные по современным методам очистки питьевой воды от примесей железа и марганца в целях выявления наиболее эффективных из них.

Водоподготовка, очистка и получение пригодной для потребления воды, является одной из актуальных проблем человечества в новом тысячелетии. Основными загрязняющими факторами, вредными для человека, являются повышенное содержание железа, марганца, сероводорода, всевозможной органики, неприятные привкус и запах, неестественный цвет. Загрязнения в воде могут присутствовать как в виде взвеси (мутность, осадок), так и в растворенном состоянии. Взвешенные частицы особой проблемы для очистки не представляют и, как правило, задерживаются обычными механическими фильтрами различных конструкций и габаритов, но растворенные загрязнения такие фильтры задержать не могут.

Самый наглядный и распространенный пример - это растворенное железо в воде артезианской скважины, когда поступающая из скважины вода, пройдя через фильтры механической очистки достаточно прозрачна, но в течение короткого времени, после контакта с окружающим воздухом, начинает мутнеть и появляется ржавый осадок. Для того, чтобы хорошо очистить воду от растворенных загрязнений, необходимо использовать мощный реагент-окислитель, который вступая в реакцию с растворенными включениями, переводит их из растворенных форм во взвесь, которая уже задерживается на механическом фильтре.

Окислители, широко применяемые сегодня - это хлор, марганцовка (доставляются и поддерживаются запас, либо входит в состав фильтрозагрузки) и озон (вырабатывается из окружающего воздуха по мере необходимости).

Озон - природный окислитель, выделяется из этого ряда во-первых, своей активностью, которая на порядок выше, во-вторых, ограниченным временем жизни, составляющим считанные минуты.

Таким образом, из числа вышеуказанных методов, можно выделить наиболее простой и, вместе с тем, достаточно эффективный и экологически

безопасный метод очистки, основанный на предварительном озонировании питьевой воды.

Предлагаемая комплексная система удаления железа и марганца с предварительным озонированием

Комплексная система предназначена для очистки воды от трудноокисляемых соединений железа и марганца, сероводорода, в т.ч. бактериальных и органических форм (обезжелезивание).

Действие системы основано на использовании мощных окислительных свойств озона, который при взаимодействии с растворенными железом и марганцем переводит их в нерастворимые осадки, удаляемые затем на песчаном, угольном или ином фильтре засыпного типа. В состав системы входят:

- станция озонирования с 2-х камерным реактором;
- песчаный фильтр с устройством обратной промывки;
- угольный фильтр с устройством обратной промывки.

Принцип действия системы показан ниже (рис. 1). Указанная схема может быть выполнена в 2-х вариантах исполнения гидравлической схемы станции озонирования:

- напорный вариант;
- безнапорный вариант - камера смешения и контактный резервуар - безнапорные емкости с автоматикой поддержания уровня воды и переливной трубой.

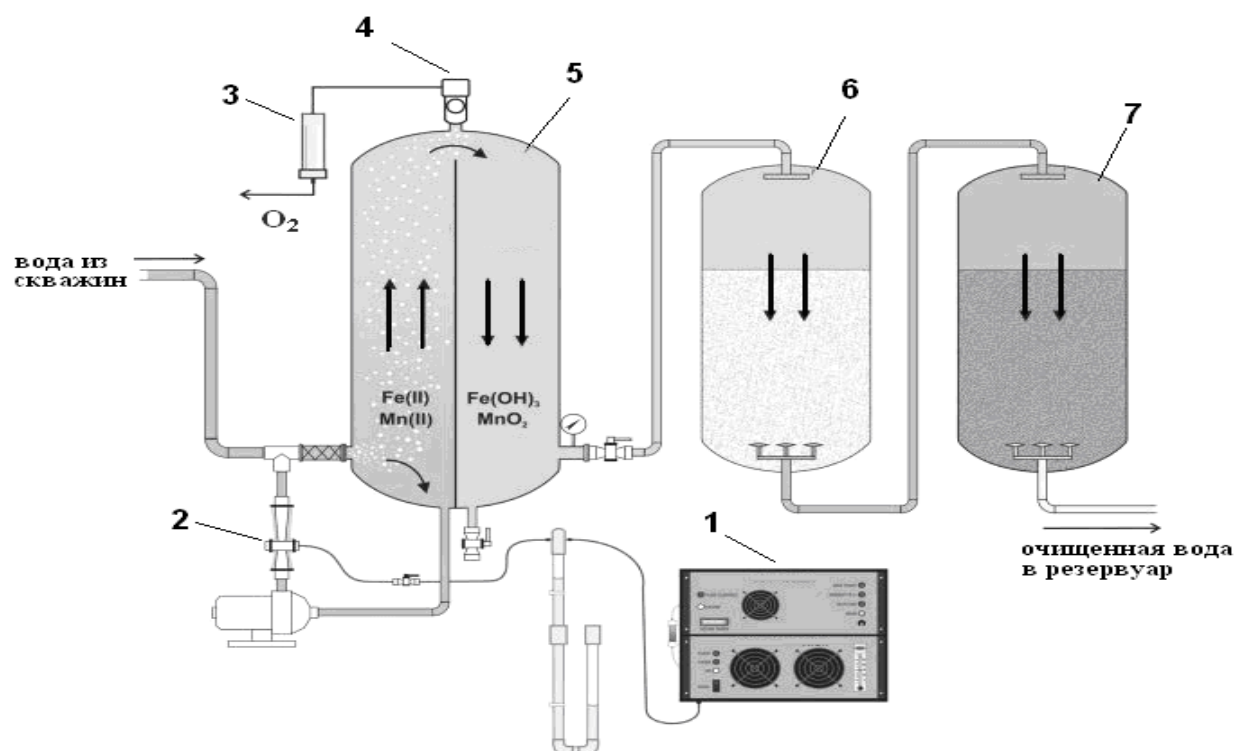


Рисунок 1 – Типовая технологическая схема удаления железа и марганца с предварительным озонированием (напорный вариант):

1 – генератор озона (O_3); 2 – эжектор; 3 – деструктор озона; 4 – газоотделительный клапан; 5 – двухсекционный реактор озонирования; 6 – песчаный фильтр, скорость фильтрования 5-7 м/ч; 7 – угольный фильтр, время контакта воды с загрузкой 4-10 мин.

Озонирование воды - это метод водоподготовки, при котором происходит глубокая и комплексная очистка воды без каких-либо побочных эффектов. Озонирование имеет несомненные преимущества перед другими технологиями, представленными на рынке. Озон, природный окислитель, благодаря своей активности, при смешивании с очищаемой водой, достаточно быстро окисляет загрязнения, переводя их из растворенного состояния во взвесь, которая легко задерживается на песочном и угольном фильтрах. Остаток озона превращается опять в кислород, из которого он и был произведен, вода же, пройдя через угольный фильтр - осветлитель подается потребителю. Процесс очистки происходит достаточно быстро, при

этом не требуется никаких расходных реагентов, материалов, регламентных работ, в воде не образуется вредных примесей, сохраняется минеральный состав и уровень РН, т.е. очистка является абсолютно экологически безопасной. Большинство самых распространенных загрязнений, это металлы, за исключением золота и платины, и другие загрязнения практически все органического происхождения, подвержены озонному окислению. Обладая высокой стерилизующей способностью, озон оказывает обеззараживающее воздействие на возбудителей вирусных заболеваний, в том числе и на споры, стойкие к хлорной обработке. Благодаря озонной технологии, потребитель всегда получает очищенную, насыщенную кислородом и обеззараженную питьевую воду, высочайшего качества.

Озонирование воды широко используется, например, при очистке воды из подземных и поверхностных источников, оборотной воды бассейнов, очистке и стерилизации сточных вод, применяется для обеззараживания воды, предназначенной для бутилирования, удаляя из воды все неприятные привкусы и запахи, используется для дезодорации воздуха, очистки вентиляционных выбросов и т.д.

Озон - трехатомный кислород - газ интенсивного синего цвета. Образование озона происходит за счет разложения воды и образования атомарного кислорода, который присоединяясь к молекуле кислорода образует озон и молекулу водорода. Этот метод позволяет получать концентрированный озон, но в силу своей энергоемкости широкого применения не нашел.

Фотохимический метод получения озона основан на диссоциации молекулы кислорода под действием коротковолнового УФ излучения. Этот метод не позволяет получать озон высокой концентрации, к тому же работоспособность УФ лампы ограничена временем. Метод нашел применение в медицине, пищевой промышленности.

Технология очистки воды предварительным озонированием.

Проблема методов очистки воды, использующих «долгоиграющие» окислители (хлор и марганцовка), заключается в том, что реагенты, добавляемые в исходную воду, не полностью вступают в реакцию с растворенными включениями. Только сезонная нестабильность скважинной воды гарантирует, что потребитель получает воду либо с остаточным реагентом, либо с недоочищенными включениями. Вода, прошедшая такие виды очистки характеризуется как техническая или условно питьевая.

В установках, основанных на использовании озона, происходит следующее: озон, активная форма кислорода, являясь очень мощным окислителем и стерилизующим агентом, обеспечивает окисление металлов и дезактивацию бактерицидных, даже вирусных и споровых загрязнений, что недоступно для других методов стерилизации, таких как хлорирование, обработка ультрафиолетовым излучением и т.п.

Озон производится генератором из окружающего воздуха $O_2 - O_3$ с необходимым запасом, безнапорным образом (эжектированием) подается в очищаемую воду, обеззараживая ее, окисляя органические и неорганические примеси (например железо, сероводород, марганец), переводя их из растворенных форм в формы, поддающиеся фильтрации. Излишек озона превращается в обычный кислород $O_3 - O_2$. Вода же, пройдя через фильтрующую загрузку из активированного угля, избавляется от остаточного растворенного озона и подается потребителю, который получает чистую, насыщенную кислородом родниковую воду, которая сохранила в себе все необходимые человеку минеральные соли.

На поверхности и в толще угля:

- происходит каталитическое доокисление продуктов озонлиза.
- озон превращается в кислород.

- задерживаются продукты окисления, переведенные в осадочные включения и взвеси.

Активированный уголь в установке работает не как адсорбент, имеющий ограниченный срок действия, а как катализатор и промывной механический фильтр, не имеющий никаких ограничений по сроку службы. Промывки производятся в ручном или автоматическом режиме.

Для озонирования воды требуется установка системы очистки воды, в составе которой имеется генератор озона. Данное устройство вырабатывает озон – газ голубого цвета, который является сильным окислителем. Оказываясь в воде, озон окисляет растворенные в ней вредные вещества, преобразовывает их в нерастворимые формы и увеличивает срок службы ресурса фильтрующих загрузок. В результате очистки воды озоном содержание кислорода приближается к пределу его растворимости, все микроорганизмы и вирусы уничтожаются, а вода становится такой, какой должна быть в природе. Кроме того, все полезные минералы и микроэлементы, содержащиеся в воде, сохраняются. Благодаря установкам по очистке питьевой воды озоном вкусовые качества воды становятся значительно лучше.

В таблице приведен пример успешно реализованной схемы обработки воды с повышенными мутностью, цветностью, общим железом, марганцем и рН. Источник водоснабжения - артезианская скважина. Производительность по воде: до 15 м³/ч. Производительность по озону: до 64 г/ч

Таблица 3

Показатели качества воды до и после очистки

№ п/п	Наименование показателя	Показатели качества воды	
		до очистки	после очистки
1.	рН	8,13	7,23

2.	Мутность, мг/л	3,3	0,2
3.	Цветность, град	34,0	1
4.	Общее железо, мг/л	0,43	0,05
5.	Марганец, мг/л	0,310	0,08

Таким образом, данные таблицы показывают, что эффективность очистки питьевой воды методом предварительного озонирования от примесей железа и марганца, актуальных для нашего региона, составляет 92%, в то время как хлорирование не дает почти никаких результатов.

Достоинства установки очистки воды озоном:

- главное преимущество очистки воды данным методом – экологичность. Озон производится из окружающего воздуха непосредственно перед подачей в воду;
- озон обладает более высокими окислительными и стерилизующими свойствами, чем марганцовка, гипохлорит, УФ-лампы, хлор и т.п.;
- установка систем очистки воды озоном применяется в самых различных сферах: от очистки питьевой воды до очистки вентиляционных выбросов;
- при осуществлении обеззараживания воды озоном не используются химические реагенты, наносящие вред организму.
- не придется тратить лишние деньги на приобретение реагентов и смену фильтров.

4. Выводы

1. Водоснабжение города осуществляется из двух основных источников: Майкопский групповой водопровод проектной мощностью до 140 тысяч м³/сутки; Гавердовский артезианский водозабор проектной мощностью до 27,9 тысяч м³/сутки.
2. Питьевая вода Майкопского группового водопровода признана минеральной питьевой столовой по заключению Государственного научно-исследовательского института курортологии г. Пятигорска.
3. Питьевая вода, поступающая в городскую систему водоснабжения г. Майкопа из Гавердовского артезианского водозабора - неудовлетворительного качества.
4. Наиболее распространенными показателями плохого качества питьевой воды г. Майкопа являются повышенный уровень общей минерализации, сверхнормативное содержание железа и марганца, которые обуславливают высокий уровень цветности, мутности, ухудшают органолептические свойства и здоровье потребителей.
5. В качестве решения проблемы улучшения качества питьевой воды г. Майкопа нами предложена эффективная, экологически безопасная, экономически целесообразная комплексная система очистки, основанная на предварительном озонировании воды и предназначенная для очистки воды от трудноокисляемых соединений железа и марганца, сероводорода, в т.ч. бактериальных и органических форм.
6. Неудовлетворительное качество питьевой воды г. Майкопа обусловлено также санитарно-техническим состоянием водопроводных сетей и сооружений, отсутствием необходимых обеззараживающих установок, применением устаревших технологий водоподготовки.

7. Существующая в настоящее время на предприятии МУП «Майкопводоканал» система очистки питьевой воды представляет собой простое и малоэффективное, хлорирование.

5. Литература

1. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение / Н.Н. Абрамов. – М.: Высшая школа, 1982.
2. Афанасенко, Л. В. Вода питьевая. Методы анализа / Л.В. Афанасенко. – М.: Наука, 1994.
3. Вода питьевая. Методы анализа .Сборник стандартов. М.: 1998.
4. География Республики Адыгея / А.Ш. Бузаров и др. - Майкоп: Адыг. республ. кн. изд-во, 1995.
5. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды республики Адыгея в 2013 году» // Под общей редакцией Г.Г. Козменко.– Майкоп.: ГУРИПП «Адыгея», 2013.
6. Красовский, В.Н. Гигиеническая оценка вредных веществ в воде / В.Н. Красовский, // Экология и жизнь. - 2007. - №8.
7. Отчетная документация МУП «Майкопводоканал». – 2010 г.
8. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России /В.Ф. Протасов /Учебное и справочное пособие. М.: - Наука, 2002.
9. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПИН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.