

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

Создание научных основ обеззараживания и очистки воды на основе
нанотехнологии

Список исполнителей

1. Ташполотов Ы. – д.ф.-м.н., проф., научный руководитель темы
2. Садыков Э. – к.т.н., с.н.с., отв. исполнитель
3. Акматов Б. – м.н.с., исполнитель
4. Жогаштиев Н. – м.н.с., исполнитель
5. Самиева Э. Т. – ст. лаборант, исполнитель

Аннотация

Проблема взаимосвязи качества воды со здоровьем населения чрезвычайно актуальна. В рамках Программы ООН, посвященному изучению и разработке мероприятий по улучшению качества питьевой воды, потребляемой населением планеты были разработаны рекомендации ВОЗ, содержащие минимально необходимые критерии и показатели качества безопасной и безвредной питьевой воды, предназначенные, в основном, для развивающихся стран. В промышленно развитых странах требования к показателям качества питьевой воды более высокие, что отражает уровень в стране возможностей и технологий, способных обеспечить должную очистку питьевой воды в условиях не уменьшающегося на протяжении последних десятилетий загрязнения водоисточников. Однако, в США, Великобритании и некоторых других странах начались углубленные исследования взаимосвязи со здоровьем питьевой воды, соответствующей нормативным требованиям, и их результаты послужили основанием для пересмотра количественных значений нормируемых показателей качества воды.

На водозаборной станции г.Ош производят обесцвечивание воды, ее осветление и обеззараживание. Исследования, проведенные на Ошской водозаборной станции, со сходной системой водоподготовки, показали, что готовая к подаче в сеть вода и после хлорирования содержит мутагенно-активные соединения. Это позволяет предположить, что в результате водоподготовки на станции г.Ош также не удаляются из воды многие опасные для здоровья соединения, в том числе канцерогены.

Очистка воды по существующим технологиям в мире очень непроизводительна, энергоемка, материалоемка и не полностью очищает и обеззараживает воду. Хлорирование: в воде всегда имеются органические вещества, которые, соединяясь с хлором, дают канцерогены, причем обеззараживание воды достигает лишь 80 %, для повышения этого показателя нужно повышать концентрацию хлора и какая бы не была

концентрация хлора, многие вирусы, яйцеглист защищенный оболочкой не погибают. То есть, до последнего времени считали, что хлор обеспечивал высокий уровень безопасности воды независимо от времени её доставки, но теперь известно, что хлор имеет и ряд негативных свойств. Поэтому в последнее время для целей обеззараживания и интенсификации антимикробного действия дезинфектантов используются электрические поля различного вида и частоты – постоянное, переменное, низкочастотное, высокочастотное, импульсное, ультразвуковое и ультрафиолетовое излучение, гамма-излучение. Одновременное использование окисления с вышеперечисленными методами позволяет снизить время обеззараживания, а также уменьшить дозу окислителя, но достигнуть 100%-го бактерицидного действия из-за присутствия в воде антропогенных или взвешенных веществ не удастся.

В технологии обеззараживания и очистки сточных вод также нашел большое применение электроактивационный метод с использованием электроактиватора. Они предназначены для электроактивационной очистки питьевой, производственных сточных и других вод от тяжелых металлов, солей двухвалентного железа, нитритов, сульфитов, сульфидов.

Практическая ценность работы.

По результатам исследований ожидается получение социально-экономического эффекта, улучшения экологии и санитарно-эпидемиологического состояния в городских очистных сооружениях. Будет разработана технология обеззараживания и очистки питьевой воды, с применением электроактивационного метода. Ожидаемым результатом проекта является создание научно-технологических основ очистки воды на основе нанотехнологии с использованием электроактивационного метода и разработанные рекомендации по оптимизации технологических процессов очистки, путем установления физико-технических параметров метода и свойств питьевой воды.

В результате при использовании электроактивационного устройства в обеззараживании и очистки питьевой воды удешевляются стоимость воды в несколько раз, экономия электроэнергии, уменьшают трудозатраты при эксплуатации, в зависимости от производительности очистных сооружений.

Ключевые слова

Очистка и обеззараживание питьевой воды, электроионизация, электрическое поле, электроды, порошки, дисперсность, нанотехнология.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Глава 1. Физико-химические свойства воды

1.1 Три состояния воды

1.2 Окислительно-восстановительный потенциал воды

1.3 Кислотно - щелочное равновесие воды

1.4 Физические свойства воды

1.5 Химические свойства воды

Глава 2. Методы очистки воды (анализ состояния вопроса)

2.1 Основные типы загрязнений и методы их удаления

2.2 Традиционные способы очистки питьевой воды

2.3 Осветление, обесцвечивание и обеззараживание воды

2.4 Выбор места расположения очистных сооружений и определение требуемых площадей

Глава 3. Электрофизический способ очистки и обеззараживания питьевой воды

3.1 Очистка воды с помощью нанотехнологий

3.2 Очистка с помощью метода электрохимической активации

3.3 Очистка и обеззараживания воды на основе электрофизической ионизации

Заключение

Литература

Введение

В настоящее время в науке и обществе сохраняется неослабевающий интерес к изучению воды, ее уникальных биологических и физических свойств. Познание удивительных и завораживающих свойств воды начинается от созерцания прекрасных структурных творений и осязания музыкальной гармонии воды, преподносимых Масуру Эмото [1,2]. Шокирующие эксперименты по управлению климатом, влияние воды на состояние здоровья человека и экосистем, явления электромагнетизма в воде и факты нелокального взаимодействия водных сред, включая биологические - это тот небольшой перечень из круга удивительных явлений, формирующих ореол таинственности вокруг воды [1-8]. В этих проявлениях в глубинах современной науки человеку становится ясно, что вода - это не построение из двух атомов водорода и одного атома кислорода, а нечто значительно большее, обладающее уникальными свойствами, в том числе способностью воспринимать в себе информацию как о состоянии окружающей среды, так и о биологических объектах, взаимодействующих с ней [5,8]. При этом отклик воды на подобное воздействие имеет нелокальный характер, так как может проявляться как в прошлом, так и в будущем.

В этой связи возникает вопрос: "Что представляет собой вода и чем обуславливаются ее уникальные свойства?" Для ответа на первую часть вопроса ряд известных ученых предложил различные структурные модели, основанные на способности молекул воды образовывать водородные связи. Так, с именами Дж. Бернала и Р. Фаулера связана модель воды на основе тетраэдрической координации молекул. Модель С. Катцова и Л. Холла в отличие от модели Дж. Бернала и Р. Фаулера имеет двуструктурную организацию [6,7]. Модель воды с изогнутыми водородными связями предложена Дж. Леннардом и Дж. Попплом, а модель, содержащая пустоты в каркасе водородных связей, была выдвинута О. Самойловым. В середине 60-х гг. XX в. М. Штакельбергом разработана клатратная модель воды, которая

нашла экспериментальное подтверждение в газогидратах, открытых Л. Полингом [6,7]. Однако структура газогидратов Л. Полинга была получена при использовании для их создания гидрофобных соединений, не несущих на себе заряд.

В конце XX в. стало ясно, что коллективные свойства молекул воды обусловлены наличием в жидкости тех или иных дефектов. Исходная посылка таких представлений связывалась не только с газогидратами Полинга, но и с теорией гидратации ионов И. Каблукова (1891 г.), количественную оценку которой выполнили Дебай и Гюккель (1923 г.). Согласно Дебая гидратная оболочка ионов определяется радиусом экранирования... Отсюда макроскопические оценки ионного кластера дают $10^7 \dots 10^5$ молекул воды, что достаточно для построения коллективного ансамбля молекул.

В 90-е гг. XX в. Дж. Препарата (1995 г.) разработана теория когерентных состояний воды, так называемой "когерентной фазы воды". Именно этот год следует считать отправной точкой исследования коллективных свойств воды. В изучение свойств когерентной фазы воды внесли вклад Д. Анагностасос (1988 г.), Дель-Джиудиче, открывшие сверхпроводимость в воде, И. Бенвенисте и другие, доказавшие наличие волн сверхтекучих электронов в воде организмов [8].

Одной из последних работ в области кооперативного поведения воды является книга, выпущенная авторами под редакцией академика РАМН Ю. Рахманина и академика РАЕН В. Кондратова (2002 г.), в которой модель воды представлена в виде свободной и ассоциированной фазы, представляющей собой структуры полиморфных льдов, стабилизированные зарядами в жидкости [8].

Проблема дальнейшего изучения кооперативного поведения воды сопряжена с исследованием условий внутренней самоорганизации воды и физико-химических свойств ассоциированной воды в объемной воде и изменений состояния ассоциированной воды под воздействием внешних

физических факторов, в том числе электромагнитных взаимодействий. В свою очередь, устойчивые состояния ассоциированной воды сопряжены с термодинамикой полиморфных льдов в воде при наличии возмущающих электрофизических факторов. К таким факторам следует отнести не только наличие высоких градиентов электрического потенциала при определенной ориентации молекул воды в ее связанных фазах, но и наличие нескомпенсированных зарядов в форме ион-радикалов. Особый класс взаимодействий в ассоциированной воде обусловлен состояниями зарядов в ассоциатах воды, образующих связанные когерентные макроскопические пакеты электронов, подобных по своей природе классическим электромагнитным вихрям, формируемым сверхтекучими электронами.

Изучение закономерностей взаимодействия ассоциированной воды с факторами внешней среды основывается на анализе процессов изменения внутреннего энергетического состояния сверхтекучих электронов в кластерах воды, электрон-фоонных взаимодействий и нелинейных эффектов конденсации электронов, особенно в критических состояниях ассоциатов вблизи температурных точек фазовых неустойчивостей материнской фазы воды (полиморфных льдов), когда закрепленные электромагнитные вихри приобретают свободу для транспорта, а их динамика становится существенно нелинейной [6,9].

Последовательное рассмотрение взаимосвязи структурно-физических и электромагнитных процессов, протекающих с участием когерентных волновых пакетов электронов позволяет подойти к изучению наиболее важных разделов кооперативной динамики воды, с которой связан целый класс нелинейных эффектов и явлений нелокального поведения воды. Очевидно, что основа этих явлений связана с квантовыми свойствами и критическими состояниями сверхтекучих электронов [6-9].

По-существу, изучение квантовых свойств воды переходит в стадию исследования неравновесной динамики электромагнитных вихрей в диэлектрических средах окружающей среды, обладающей избытком энергии,

что составляет необходимые условия для проявления когерентных эффектов [9].

Перечислим основные требования к питьевой воде [10,11].

Одна из главных экологических проблем человечества - качество питьевой воды, которая напрямую связана с состоянием здоровья населения, экологической чистотой продуктов питания, с разрешением проблем медицинского и социального характера. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) - 85% всех заболеваний в мире передается водой. Ежегодно 25 миллионов человек умирает от этих заболеваний. В Новых санитарных правилах и нормах (Сан ПиН 2.1.4.559-96) «Питьевая вода» были определены показатели по вирусам, ужесточены требования по наличию пестицидов, а по хлорсодержащим веществам нормы увеличены более чем в три раза. Это объясняется вынужденным выбором для очистки воды одного из двух зол: обеззараживать воду обильным хлорированием и нарушать норму по хлору или смириться с наличием в воде бактерий. При хлорировании природных вод образуются хлорсодержащие токсичные, мутагенные и канцерогенные вещества - тригалометаны. Следует отметить, что в упомянутых выше Санитарных нормах допускается содержание свинца и алюминия соответственно в 3-10 раз больше, чем это предусмотрено в стандартах ВОЗ. При этом необходимо учитывать, что свинец и алюминий относятся к классу высокоопасных веществ.

Свинец откладывается в костях, приводит к изменениям в центральной нервной системе (полиневриты, церебральный артериосклероз), крови (снижение гемоглобина, уменьшение числа эритроцитов), желудочно-кишечном тракте (спастический хронический колит), а также к нарушению обмена веществ, “угнетению” многих ферментов и гормонов. Даже небольшое количество свинца вызывает поражение почек.

Алюминий парализует нервную и иммунную системы, особенно уничтожающе он действует на детский организм, способствует развитию болезни Альцгеймера.

Длительное использование питьевой воды с нарушением гигиенических требований по химическому составу обуславливает развитие различных заболеваний у населения. Неблагоприятное биологическое воздействие избыточного поступления в организм ряда химических веществ проявляется не только в повышении общей или специфической заболеваемости, но и в изменении отдельных показателей здоровья, свидетельствующих о начальных патологических или предпатологических сдвигах в организме.

Повышение концентрации меди в питьевой воде вызывает поражение слизистых оболочек почек и печени; никеля – поражения кожи; цинка – почек; мышьяка – центральной нервной системы.

Исследования ученых из России в девяти городах Сибирского региона показывают, что влияние загрязненной воды на заболеваемость составляет от 7,7 до 41%. Ежегодно возрастает количество эпидемических вспышек острых кишечных инфекционных заболеваний, обусловленных водным фактором передачи инфекции. При этом по данным Госсанэпиднадзора РФ, очень низкое качество питьевой воды в Бурятии, Дагестане, Калмыкии, в Приморском крае, в Архангельской, Калининградской, Томской, Кемеровской, Курганской, Ярославской областях. Исследования, проведенные в Иркутской области, показали, что повышенный уровень заболеваемости язвой желудка и двенадцатиперстной кишки, хроническими гастритами, а также ишемической болезнью связан с повышенным уровнем бикарбонатов в воде. Это явление приводит и к отставанию физического развития детей. Среди 184 исследованных городов России Санкт-Петербург занимает первое место по врожденным аномалиям, болезням обмена веществ, и второе место - по онкологическим заболеваниям. Более половины питерских школьников страдают гастритом. Главная причина – грязная питьевая вода. Не лучше обстоят дела и в столице. Спад промышленности не сделал чище Москва-реку.

Таким образом, питьевая вода - важнейший фактор здоровья человека [8]. Практически все ее источники подвергаются антропогенному и техногенному воздействию разной интенсивности. Исследования свидетельствуют об ухудшении качества воды с 1995 г. и о том, что в ряде регионов уровень химического и микробиологического загрязнения водоемов остается высоким, в основном из-за сброса неочищенных производственных и бытовых стоков. Несмотря на относительную защищенность подземных вод от загрязнений, благодаря чему их стремятся использовать для питьевого водоснабжения, к настоящему времени обнаружено около 1800 очагов их загрязнения, 78% которых - в европейской части РФ. Из-за нехватки сооружений для очистки и обеззараживания воды на большинстве водопроводов с водозабором из открытых водоемов состояние источников централизованного водоснабжения в целом по стране крайне неблагоприятное.

В ряде водозаборов обнаружены соли тяжелых металлов (ртути, свинца, кадмия) в концентрациях, превышающих ПДК, и возбудители инфекционных заболеваний [11]. На многих водопроводах с водозабором из поверхностных источников (34% - коммунальных и 49,3% - ведомственных) нет полного комплекса очистных сооружений, а на 18,1% и 35,1%, соответственно - обеззараживающих установок. Состояние источников питьевого водоснабжения, неудовлетворительные очистка и обеззараживание напрямую связаны с качеством питьевой воды, подаваемой потребителям. В целом по РФ 20,6% проб, взятых из водопровода, не отвечают гигиеническим требованиям к питьевой воде по санитарно-химическим показателям (15,9% - по органолептике, 2,1% - по минерализации, 2,1% - по токсическим веществам и 10,6% - по микробиологическим). Чаще всего низкое качество питьевой воды из централизованных систем водоснабжения связано с повышенным содержанием в ней железа и марганца. По данным региональных органов санэпидемслужбы, около 50 млн человек, т. е. треть населения РФ, пьют воду с повышенным содержанием железа.

Низкое качество питьевой воды сказывается на здоровье населения. Микробное загрязнение нередко служит причиной кишечных инфекций. Так, в 1998 г. в стране зарегистрировано 122 вспышки острых кишечных инфекционных заболеваний, вызванных питьевой водой (в 1997 г. - 112), с числом заболевших 4403 человек (в 1997 - 3942).

Санитарно-вирусологическое исследование воды из разных источников в Архангельской области РФ показало, что вирусный гепатит А распространяется в основном «водным путем». В Кемеровской области в 1998 г. установлен тот же путь передачи острых кишечных инфекций у 672 человек (30,8%) и вирусного гепатита А у 324 человек (55,5% от общего числа установленных диагнозов). В Свердловской области обнаружена связь между содержанием хлорорганических соединений в питьевой воде 12 городов и онкологическими заболеваниями, спонтанными абортами, частотой мутаций в соматических клетках у детей. Выяснилось, что Екатеринбург остается одним из городов максимального риска как по загрязнению воды, так и по мутагенной и канцерогенной опасности. Кроме того, здесь выявлена мутагенная активность воды перед подачей ее в городскую сеть. Мутагенный риск от хлорированной питьевой воды, поступающей с одной из фильтровальных станций, подтвержден цитогенетическим исследованием детей, живущих в соответствующих микрорайонах города. Во многих местах актуальна проблема фтора. Как известно, его биологическая роль различна в зависимости от концентрации в воде. Повышенное содержание фтора оказывает неблагоприятное влияние на костную, нервную и ферментативную системы организма, обуславливает поражение зубов (флюороз), а недостаток (менее 0,5 мг/л) влечет за собой кариес.

На Украине существующий государственный стандарт для определения качества воды не обновлялся последние 60 лет. Естественно, многое с тех пор изменилось, большинство норм и требований пересмотрены. Но санэпидемстанции продолжают пользоваться давно

отжившими свой век нормативами. Прибавим к этому загрязненность рек, устаревшее водоочистительное оборудование и последствия Чернобыльской катастрофы. Качество воды в Днепре существенно изменилось в худшую сторону из-за необычайно высокого содержания органических веществ. В Киеве даже отказались от использования воды из Днепра. В Донецкой области вспыхнула энтеровирусная инфекция, которая привела к заболеванию гнойным менингитом. Причина заболевания - недоброкачественная питьевая вода. Конечно, на Украине ищут новые безхлорные технологии обработки и очистки питьевой воды, и это дает надежду на будущее.

О состоянии питьевой воды Казахстана можно писать много. Ограничимся одним фактом. Новая столица республики – Астана снабжается водой из реки Нуры. Содержание ртути, опаснейшего для жизни элемента, который разрушает костный мозг, омертвляет печень, вызывает нервно-психические нарушения, в реке Нуре и окрестных грунтовых водах в несколько тысяч раз превышает предельную концентрацию.

Вообще по данным ООН уже сегодня 80 стран мира сталкиваются с проблемами нехватки пресной воды, а 31 государство стоит под угрозой водного кризиса, причем это касается только количества пресной воды, не говоря уже о ее качестве.

Как же решается проблема с питьевой водой сегодня на государственном уровне в Кыргызстане? Соответствующие законы о питьевой воде не приняты до сих пор. Традиционная система водоподготовки не улучшает качества питьевой воды. Система очистки и водоподготовки не устраняет из забираемой воды элементов техногенного происхождения: железа, меди, алюминия и др. Даже если концентрация этих элементов не превышает ПДК, они мигрируют в токсичных ионных формулах, что может приводить к нежелательным последствиям для здоровья.

Глава 1. Физико-химические свойства воды

В XIX веке была открыта химическая формула этого соединения H_2O , которая, как тогда казалось, дает полную информацию о воде, но в 1932 году открылся новый сенсационный факт – помимо обыкновенной воды, существует еще и понятие «тяжелая» вода, а на сегодняшний день уже известно до 135 изотопных разновидностей воды. Состав отдельно взятой капли воды, при условии полного ее очищения от примесей минеральных и органических веществ, всегда уникален, а ее свойства меняются в зависимости от физической природы составляющих ее атомов, способа формирования молекулы, и от объединения этих молекул в химическое соединение [1-8].

Одним из самых замечательных и в то же время затрудняющим изучение воды свойством, является способность воды выступать в качестве универсального растворителя. Любое вещество, будь оно в твердом, жидком или газообразном состоянии, обязательно в какой-то степени растворяется в воде, поэтому вода всегда является раствором, имеющим очень сложный химический состав. И даже когда химический состав воды, взятой в различных местах, полностью идентичен, оказывается, что вода оказывает совершенно различное влияние на организм, так как условия формирования воды также определяют ее свойства.

Следует отметить, что в природе не существует абсолютно чистой воды, а наиболее близкой к этому понятию является дождевая вода, хотя даже она в своем составе имеет некоторое количество примесей, которые попадают в нее из воздуха. А наиболее характерным растворителем является морская вода, так как она может растворить практически любое вещество, а ее состав может включать до 70 элементов периодической системы Менделеева, начиная с хлора, магния, натрия, серы, кальция и калия, брома, углерода, стронция и бора, которые содержатся в морской воде в больших

количествах, и заканчивая редчайшими радиоактивными элементами в очень небольших долях.

В зависимости от содержания в воде различных примесей ее можно разделить на несколько классов: пресную воду, соленую и рассолы. От этого зависит и цвет воды. На первый взгляд, любая вода – прозрачная бесцветная жидкость, не имеющая ни вкуса, ни запаха, однако глубокие воды моря или океана выглядят голубыми, а вода горных рек кажется зеленой, именно присутствие различных примесей в воде придает ей различный цвет. Казалось бы, при современном оборудовании и технологиях на сегодняшний день мы знаем о воде все, но открываются новые и новые факты, которые показывают, что вода обладает нераскрытым потенциалом, который еще только предстоит узнать человечеству.

Оказывается, что вода не только с древнейших времен служит для удовлетворения бытовых и промышленных нужд человека, но и защищает Землю летом от перегрева, а зимой, отдавая ей свое тепло, от замерзания. Избыток углекислого газа, вырабатываемый в процессе жизнедеятельности человека, мог бы привести к катастрофическим последствиям, если бы не был поглощен водами мирового океана.

Вода обладает специфическими свойствами, которые не присущи ни одному химическому соединению, так, к примеру, при переходе воды из жидкого состояния в твердое, она не увеличивает свою плотность, а увеличивает объем. Это связано с молекулярным строением льда: при замерзании молекулы располагаются на значительном расстоянии друг от друга, образуя рыхлую структуру льда, тем самым, увеличивая объем, но сохраняя массу, таким образом, вода в твердом состоянии (лед), легче, чем в жидком. Не обладай вода этим свойством, возникновение жизни на Земле не было бы возможно, так как возникший на поверхности водоема лед сразу же тонул и реки, моря и даже океаны промерзли бы до самого дна. Итак, одним из факторов, определяющих свойства воды, является ее молекулярный состав [6,7]. Молекула воды представляет собой равнобедренный треугольник в

основании которого лежат атомы водорода, а вершиной является атом кислорода, валентный угол этого треугольника НОН составляет $104,31^\circ$, при этом атомы водорода настолько тесно прилегают к атому кислорода, что на первый взгляд, молекула имеет сферическую форму. Молекула воды имеет слабые водородные связи, что позволяет воде испаряться, то есть если поместить воду в открытый сосуд, то постепенно все молекулы воды переместятся в воздух. Если же сосуд закрыть, то вода будет испаряться до тех пор, пока не будет достигнуто некое равновесие, которое объясняется давлением, оказываемым молекулами водяного пара, скопившегося между крышкой сосуда и оставшейся водой. Испарение происходит даже в твердом состоянии воды, то есть с поверхности льда или снега. При этом вязкость воды напрямую зависит от ее температуры, чем выше температура, тем меньше вязкость, при достижении точки кипения воды вязкость уменьшается в 8 раз, нежели при ее точке замерзания. Воду практически невозможно сжать, а ее плотность максимальна при 4°C .

Физические характеристики воды таковы, что она переходит из твердого в жидкое состояние и наоборот (тает и замерзает) при одной и той же температуре 0°C . Температура кипения воды - 100°C , хотя и тут вода проявляет интереснейшие свойства: это правило соблюдается только при нормальном давлении, которое составляет 760 мм рт. ст., при понижении давления уменьшается и температура кипения воды, так на высоте 2900 м над уровнем моря, где атмосферное давление составляет 525 мм рт. ст., точка кипения воды составляет 90°C .

Земля на 75% покрыта водой, и природой постоянно поддерживается естественный круговорот воды: она испаряется с поверхности водоемов, а затем выпадает в виде осадков: дождя или снега, но даже при таком разумном решении, некоторые районы земного шара постоянно страдают от недостатка пресной воды. Именно поэтому стоит помнить, что вода – величайшее богатство, дарованное нам природой, и каждая ее капля – драгоценна, ведь жизнь человека невозможна без воды.

1.1 Три состояния воды

Вода – одно из самых распространенных на Земле химических соединений[6-8]. Она окружает нас повсеместно, даже природные явления, ежедневно наблюдаемые нами – облачность, туман, дождь, снег – всего лишь различные состояния воды жидкое, газообразное и твердое. Ведь облако – это не что иное, как скопление множества мельчайших капель воды или кристалликов льда, которые выпадают в виде осадков – дождя (жидкое состояние воды) или снега (твердое состояние воды). Если рассмотреть снежинку под микроскопом, то можно заметить, что это прекрасное природное произведение искусства создано из очень маленьких ледяных кристаллов. Газообразное состояние воды принято называть паром. В природе понятие влажности воздуха подразумевает содержание количества водяных паров в воздухе (большое содержание паров – повышенная влажность воздуха). При температуре 0°C и ниже и нормальном атмосферном давлении вода переходит в твердое состояние – лед. Лед очень плохо поддается сжатию, а плотность льда, за счет его молекулярного строения меньше плотности воды, поэтому лед находится на поверхности воды и при температуре 0°C всегда выступает из нее на $1/5$ своего объема.

1.2 Окислительно-восстановительный потенциал воды

Учеными установлено, что процесс жизнедеятельности человеческого организма – это совокупность окислительно-восстановительных реакций[5]. Под окислительно-восстановительными реакциями в химии понимают процесс отдачи электронов окисляемого вещества и присоединения их восстанавливаемым. При этом электрические потенциалы и того и другого вещества изменяются: вещество, которое окисляется, отдает свои электроны и приобретает положительный заряд; вещество, которое восстанавливается, присоединяет электроны, получая отрицательный заряд. Разность

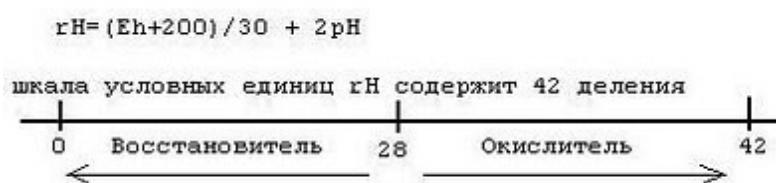
электрических потенциалов между этими двумя веществами получила название окислительно-восстановительного потенциала (сокращенно ОВП). Иными словами, окислительно-восстановительный потенциал – мера химической активности элементов или их соединений в обратимых химических процессах, которые связаны с изменением зарядов ионов в растворах. ОВП также известен под названием редокс-потенциал, так как на английском языке обозначается как Reduction/Oxidation, обозначается латинскими буквами Eh и имеет размерность милливольт (мВ).

Итак, окислительно-восстановительный потенциал показывает, насколько активно отдаются электроны одного химического вещества и присоединяются другим. Значение ОВП любого химического соединения тем больше, чем больше концентрация компонентов, отдающих свои электроны, по отношению к концентрации компонентов принимающих эти электроны. При проведении специальных измерений, было установлено, что кислород, является самым активным восстановителем и имеет высокий электрический потенциал, а водород – напротив, обладает низким электрическим потенциалом и является ярким представителем элементов с большой восстановительной способностью. Как мы уже знаем, вода – сложное химическое соединение, состоящее из атомов водорода и кислорода, а также других химических элементов, содержащихся в воде в виде примесей. Все эти примеси также обладают различными электрическими потенциалами и выступают менее активными окислителями либо восстановителями. Значение ОВП природной воды находится в пределах от -400 до +700 мВ, такой разбег показаний объясняется наличием в воде различных окислительно-восстановительных реакций. Значение показателя ОВП в некоторой степени характеризует химический состав воды. Значение окислительно-восстановительного потенциала веществ часто используется в биохимии, где оно выражается в условных единицах гН (от английского reduction Hydrogenii). Для перевода единиц гН в милливольты разработана формула Нернста:

$$rH = (Eh + 200) / 30 + 2pH,$$

где E_h – окислительно-восстановительный потенциал, мВ; pH – показатель кислотно-щелочного равновесия.

Также вычислить значение rH можно, используя специальную диаграмму:



В этой диаграмме значение 0 имеет чистый водород, а значение 42 имеет чистый кислород, соответственно 28 соответствует нормальной среде. Показатели кислотно-щелочного равновесия и окислительно-восстановительного потенциала зависят друг от друга: чем выше значение rH , тем ниже показатель pH , то есть при окислении показатель кислотно-щелочного равновесия уменьшается, а при восстановлении, напротив, увеличивается.

В результате окислительно-восстановительных реакций, которые постоянно протекают в организме человека, высвобождается энергия, которая впоследствии используется для поддержания гомеостаза. Гомеостаз (в переводе с древне греческого гомео означает одинаковый, подобный, а стаз – состояние) – это способность организма сохранять относительное динамическое постоянство своего внутреннего состояния путем проведения скоординированных реакций. Другими словами, энергия, полученная в ходе окислительно-восстановительных реакций, расходуется для обеспечения процессов жизнедеятельности организма человека, а также для регенерации его клеток.

Учеными была проведена серия экспериментов, направленная на установление величины окислительно-восстановительного потенциала человеческого организма. Для измерения был использован платиновый электрод, а для сравнения взяли хлорсеребряный электрон. В ходе эксперимента было выяснено, что в нормальном состоянии Окислительно-восстановительный потенциал человека колеблется от -100 до -200 милливольт. Таким же способом был измерен и окислительно-восстановительный потенциал употребляемой нами питьевой воды, при этом было выявлено, что вода, напротив, всегда имеет положительный ОВП в пределах значений от +100мВ до +400 мВ. При чем не имеет значения, какая вода используется для питья или в пищу: водопроводная, купленная в магазинах в бутылках, очищенная при помощи различных фильтров, или с использованием установок обратного осмоса. То есть, проведенные измерения ОВП человека и воды, позволяют сделать вывод, что активность электронов питьевой воды значительно уступает активности электронов человеческого организма. От активности присутствующих в человеческом организме электронов зависят все процессы обеспечивающие его жизнедеятельность. Известно, что все имеющие биологическое значение системы, которые отвечают за накопление и потребление энергии, репликацию и передачу различных наследственных признаков, а также системы организма, вырабатывающие различные ферменты, содержат определенные молекулярные структуры с разделенными зарядами, между которыми образуется напряженность электрического поля в пределах 104-106 В/см. Эти поля определяют передачу зарядов в биологических системах, что в свою очередь обуславливает осуществления выбора и автоконтроля на некоторых стадиях сложнейших биохимических превращений. Активность электронов, которую и выражает окислительно-восстановительный потенциал, оказывает большое влияние на функциональные свойства электроактивных компонентов биологических систем.

Из-за разности ОВП человеческого организма и питьевой воды, при попадании воды в ткани и клетки организма, происходит окислительная реакция, в результате которой клетки изнашиваются и разрушаются. Можно ли уменьшить или замедлить такое клеточное разрушение организма человека? Это возможно, при условии, что вода, которая поступает в организм, будет иметь свойства внутренней среды, а именно окислительно-восстановительный потенциал воды должен иметь значения соответствующие значениям ОВП человеческого организма. Чем больше разность ОВП человека и воды, тем больше требуется затрат клеточной энергии для достижения соответствия воды и внутренней среды организма. При условии, что ОВП питьевой воды соответствует Окислительно-восстановительный потенциал внутренней среды человека, вода усваивается клетками организма без использования электрической энергии мембран клеток. В случае, если окислительно-восстановительные потенциал воды имеет большее отрицательное значение, нежели ОВП внутренней среды человека, то при ее усвоении выделяется энергия, расходуемая клетками в качестве энергетического запаса антиоксидантной защиты, которая является основным щитом организма от отрицательного влияния, которое оказывает на него окружающая внешняя среда.

1.3 Кислотно-щелочное равновесие воды

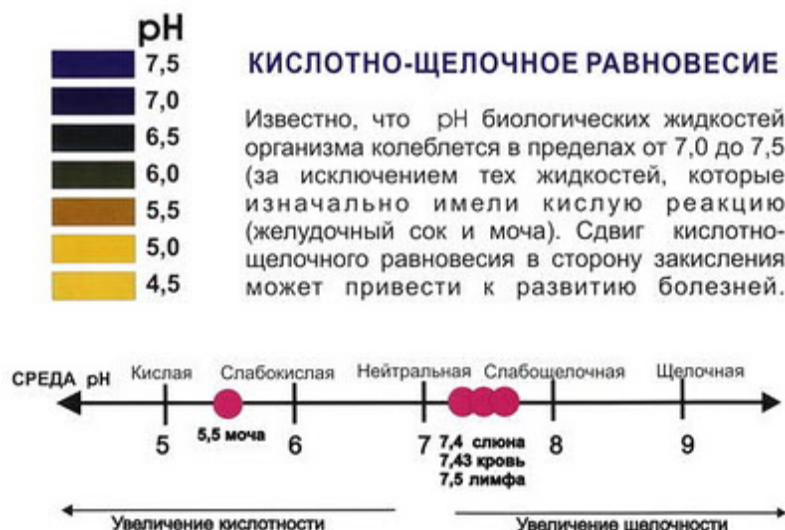
Существует несколько показателей, которые характеризуют качество воды. Одним из наиболее важных для потребителей является показатель кислотно-щелочного равновесия воды. Для того чтобы дать определение этому показателю, необходимо обратиться к понятию электролитической диссоциации. Под электролитической диссоциацией в химии принято понимать распад молекул исходных веществ в растворах. Так при воздействии на воду слабого электрического поля, часть ее молекул распадается на свободные водородные ионы (H^+) и гидроксильную группу

(ОН-). При равном содержании водородных ионов и гидроксильных групп считается, что вода имеет нейтральную реакцию. В нейтральной воде процессу распада подвержена одна молекула на каждые 10 миллионов, если выразить это математически, то получим 10 в степени 7.

Эта степень и является показателем кислотно-щелочного равновесия (рН). Показатель кислотно-щелочного баланса воды можно вычислить как отрицательный логарифм концентрации ионов водорода: $pH = -\log(H^+)$

Как было сказано ранее, показатель кислотно-щелочной реакции нейтральной воды $pH=7$, в такой воде либо полностью отсутствуют кислоты и щелочи, либо и те и другие содержатся в одинаковом количестве. Если в воде содержится большее количество щелочи (преобладает гидроксильная группа ОН), то показатель рН такой воды возрастает, в случае же, если в воде превалируют ионы водорода (то есть содержится повышенное количество кислот), то значение показателя кислотно-щелочного равновесия будет меньше 7. В графическом виде шкалу показателей кислотно-щелочного равновесия можно представить в виде прямого отрезка с делениями от 0 до 14. В этом случае показатель $pH=7$ нейтральной воды будет располагаться в середине этой шкалы, слева от него (от 7 до 0) показатель рН воды с повышенным содержанием кислот, а справа (от 7 до 14) – вода повышенной щелочности.

Следует учитывать, что показатель кислотно-щелочного равновесия не является количественной величиной, он учитывает интенсивность, то есть степень кислотности или щелочности воды. Количественное содержание в воде веществ, которые способны нейтрализовать присутствующие щелочи или кислоты, характеризует кислотность или щелочность этой воды.



Рассмотрим более простую аналогию: пробуя пищу на вкус, мы можем определить какая она – соленая или нет, но не количество (массу) соли, которую использовали для приготовления пищи. Показатель рН является одним из определяющих факторов, характеризующих происходящие в воде биологические и химические процессы. Именно от этого показателя зависит скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, а также токсичность загрязняющих примесей и многое другое. Показатель рН природной воды может колебаться в пределах от 4,6 до 8,3 и не оказывает непосредственного влияния на потребительские качества воды, так для речной воды рН колеблется от 6,8 до 8,5 единиц, в атмосферных осадках рН от 4,6 до 6,1, в болотах – 5,5-6,0, а в соленой морской воде – 7,9 -8,3. Если показатель кислотно-щелочного равновесия воды понижен, то такая вода обладает высокой коррозионной активностью. При рН более 11, вода может нанести вред здоровью человека: вызвать раздражение слизистой оболочки глаз и кожи, такая вода имеет повышенную мылкость и характерный неприятный запах. Для питья, приготовления пищи и других хозяйственно бытовых нужд рекомендуется использовать воду с показателем рН от 6 до 9 единиц.

Показатель pH биологических жидкостей человеческого организма расположен в пределах от 7 до 7,5. Хотя в организме человека присутствуют жидкости с ярко выраженным кислотным характером, это моча и желудочный сок, pH которых равен 5,5. Увеличение pH биологических жидкостей в сторону большей кислотности может привести к возникновению серьезных расстройств и заболеваний организма. Внешне состояние о кислотно-щелочного равновесия крови человека характеризуется цветом его конъюнктивы в уголках глаз. Так при оптимальном кислотно-щелочном балансе цвет конъюнктивы ярко-розовый, если у человека в крови повышается щелочность, она приобретает темно-розовый окрас, а при увеличении кислотности становится бледно-розовой. При чем цвет конъюнктивы изменяется через 80 секунд после употребления веществ, влияющих на кислотно-щелочной равновесие.

Поскольку показатель кислотно-щелочного равновесия воды, оказывает прямое влияние качественные характеристики воды (привкус и внешний вид), а также на здоровье человека, то на всех стадиях водоочистки необходим строгий контроль pH. Для разнообразных систем водоочистки предъявляются различные требования к показателю pH, которые вырабатываются в зависимости от состава воды, материала систем распределения и методов водообработки.

Вода имеет множество модификаций, содержит массу различных примесей, проявляет различные свойства в зависимости от природных (и не только) условий, она повсеместно окружает и входит в состав практически всех земных организмов. Возможно, именно поэтому, мы до сих пор не раскрыли все тайны воды, и для ученых вода является самым распространенным, но наименее изученным химическим соединением. Установлено, что вода имеется не только на Земле, но и в космосе, ее обнаружили в составе комет, и многочисленных планет Солнечной системы, а также их спутников. Что касается нашей планеты, то на поверхности Земли количество воды достигает $1,39 \times 10^{18}$ т., а объем составляет 1500000000 куб.

км. Если бы вода равномерно покрывала Землю, то глубина ее слоя достигала 4 км. Конечно же, большее количество земной воды сосредоточено в морях и океанах, ее объем колеблется в пределах 1370000000 куб. км., что составляет 97% от всего земного объема. Оставшиеся 3% составляет запас пресной воды, которая сосредоточена на материках и континентах. При чем 68,7% запасов пресной воды сосредоточены в Антарктиде в виде ледников и снежного покрова, что составляет 25000000 куб. км воды, а масса этой воды колеблется в пределах $2,4 \times 10^{16}$ т. 8000000 куб. км пресной воды сосредоточено в виде подземных вод. 13000 куб. км воды находится в воздухе и если эта вода в виде атмосферных осадков равномерно выпадет на землю, то ее толщина ее слоя не превысит 24 мм. Теоретически, масса всей земной воды, находящейся на поверхности Земли, в ее атмосфере, подземных вод, и воды, содержащейся в биологических объектах, составляет 2000000000 миллионов тонн.

Вода не только окружает нас, но и на 70% является составляющей частью человеческого организма. Так мышечные ткани нашего тела (включая сердце, почки, легкие) на 80% состоят из воды, а костная ткань – на 30%. Содержание воды в биологических жидкостях человеческого организма, таких как слюна, желудочный сок, лимфа, моча колеблется от 95 до 99%, а в крови составляет 83%. Даже зубная эмаль содержит 0,3% воды. Именно вода является неизменным условием осуществления в организме химических реакций, например процесс пищеварения – это не что иное, как перевод питательных веществ в раствор, который впоследствии всасывается клетками организма. Употребляемая в пищу вода, помогает клетками и очистится, так как она вымывает переработанные продукты обмена веществ из клеток.

Во всех без исключения живых организмах содержится вода, а, к примеру, водоросли на 90% состоят из воды. Установлено, что количество воды в живых организмах в 6 раз больше, нежели во всех реках. И даже минералы и горные породы в свой состав включают воду. Живые организмы не просто содержат воду, поступающую извне, но и могут ее вырабатывать

при сгорании пищевых продуктов или выделять из тканей. Всем известный верблюд получает воду в случае необходимости посредством окисления жира, который находится у него в горбу. По своему составу океаническая вода имеет очень большое сходство с составом крови человека и животного. Учеными установлено, что в несколько сотен лет через живые организмы проходит количество воды, превышающее массу Мирового океана.

Человечество должно наконец-то осознать всю ценность воды, относится к ней бережно, как к самому драгоценному подарку. Осознание того, что, загрязняя воду мы, в первую очередь, наносим вред себе, портим свое здоровье должно прочно войти в сознание человека.

1.4 Физические свойства воды

Температура кипения воды (и все другие жидкости) зависит от атмосферного давления. Например, на вершине гор на Эвересте вода кипит при 68°C (154°F), по сравнению с 100°C (212°F) на уровне моря. Наоборот, глубокие воды в океане вблизи геотермальных жерла температура может достигать сотен градусов и оставаться жидкой. Вода обладает вторым по величине удельной теплоемкости любого известного вещества, после аммиака, а также высокая теплота испарения ($40,65\text{ кДж / моль}^{-1}$), оба из которых являются результатом обширных водородных связей между молекулами. Эти два необычных свойств воды, чтобы позволить умеренным климатом Земле буферизации больших колебаний температуры [4-7].

Максимальная плотность воды происходит при $3,98^{\circ}\text{C}$ ($39,16^{\circ}\text{F}$). Вода становится еще менее плотное при замерзании, расширяя 9%. Это приводит к необычным явлениям: твердые формы вода, лед плавает на воде, что позволяет организму выжить внутри частично-замороженного тела воду, поскольку вода на дне, имеет температуру около 4°C ($+39^{\circ}\text{F}$).

АДР этикетки для перевозки реактивной воды Вода смешивается со многими жидкостями, например этанол, в любых соотношениях, образуя

одну однородную жидкость. Как газ, пары воды полностью смешиваются с воздухом. Кругооборот воды полностью перемешивает всю воду на планете. Вода образует азеотропы со многими другими растворителями. Воду можно разделить путем электролиза на водород и кислород. Как окиси водорода, образуют воду, когда водород или водородсодержащих соединений сжечь или реагировать с кислородом или кислородсодержащих соединений. Вода не топливо, оно является конечным продуктом сгорания водорода. Энергии необходимы для расщепления воды на водород и кислород путем электролиза или любых других средств больше, чем энергия, выделяющаяся при водороде и кислороде рекомбинации. Элементы, которые являются более электроположительный, чем водород, таких как литий, натрий, кальций, калий и цезий вытеснять водород из воды, образуя гидроксиды. Будучи горючий газ, водород выделяется опасно и реакции воды с более электроположительным из этих элементов может быть взрывоопасной силой. При сверхвысоких давлениях вода содержится в глубокой части планет-гигантов Урана и Нептуна. Вода может стать металлический, который будет иметь важные последствия для генерации магнитного поля этих планет.

1.5 Химические свойства воды

Вода является химическое вещество с химической формулой H_2O [4]: одна молекула воды состоит из двух водородных атомов ковалентно связан с одним атомом кислорода. Вода появляется в природе во всех трех общих состояний материи и может принимать различные формы на Земле: водяной пар и облака в небе, морская вода и айсберги в полярных океанов; ледниками и реками в горах, и жидкости в водоносных горизонтов в почва. Основные химические и физические свойства воды: Вода является вкуса, запаха жидкости при стандартной температуре и давлении. Цвет воды и льда, по своей природе, очень легкий голубой оттенок, хотя вода появляется

бесцветное в небольших количествах. Кроме того, лед появляется бесцветное и водяного пара в основном как невидимый газ.

Вода является прозрачным, и, следовательно, водные растения могут жить в воде, поскольку солнечный свет может достигать их. Только сильные ультрафиолетового света немного поглощается. Поскольку молекулы воды не является линейной и атом кислорода имеет более высокую электроотрицательность, чем атомов водорода, имеют небольшой отрицательный заряд, а атомы водорода слабо положительной. В результате, вода является полярная молекула с дипольным моментом. Чистая взаимодействия между диполей на каждую молекулу причина эффективной скин-эффект на границе воды с другими веществами, или воздуха на поверхности, последний вызвал высокий поверхностное натяжение воды. Это дипольное природа способствует тенденцию молекул воды к образованию водородных связей, которые вызывают много воды специальными свойствами. полярная природа также способствует адгезии с другими материалами. Результатом взаимодействия этих свойств, Капиллярный относится к тенденции воду для перемещения вверх узкой трубе против силы тяжести. Это свойство, на которые ссылается всех сосудистых растений, таких, как деревья.

Вода является хорошим растворителем и часто упоминается как универсальный растворитель. Вещества, которые растворяют в воде, например, соли, сахара, кислоты, щелочи и некоторые газы - особенно кислорода, углекислого газа (сатурации) известны как гидрофильные (любящие воду) вещества, а те, что не хорошо смешать с водой (например, жиры и масла), известные как гидрофобные веществ. Все основные компоненты клетки (белки, ДНК и полисахаридов), также растворенный в воде.

Глава 2. Методы очистки воды

2.1 Основные типы загрязнений и методы их удаления

Значение чистой воды для человека трудно переоценить. К сожалению, вода практически никогда не бывает чистой, то есть всегда содержит какие-то примеси и растворенные вещества [11]. Она растворяет в себе огромное количество химических веществ, как органических, так и неорганических. Некоторые из них сами по себе возможно и не очень вредны для организма, но становятся вредными при контакте с другими. Другие же полезны, но сочетания могут приносить вред, в целом не сравнимый с пользой. Другая разновидность примесей - микроорганизмы, которые вызывают массу заболеваний: бактерии, вирусы, грибы, простейшие и т.д. Известно, что поступление в организм с питьевой водой веществ, в концентрациях выше предельно-допустимых, может вызвать необратимые изменения в работе важнейших систем жизнедеятельности человека.

Существуют различные методы очистки воды для приведения ее к норме [11,12]. Рассмотрим наиболее распространенные из них [11-14]:

1. Предварительная очистка воды

Если в качестве источника водоснабжения для приготовления питьевой воды используются поверхностные и подземные воды, требуется проведение тщательной предварительной очистки, которая включает в себя:

- первичное отстаивание с применением или без применения реагентов, в зависимости от состава исходной воды.
- коагуляция (т.е. введение в обрабатываемую воду солей алюминия, железа или полиэлектролитов), для укрупнения взвешенных и коллоидных частиц и перевода их в фильтруемую форму.
- механическая очистка воды с помощью фильтрования. Очистка воды с помощью фильтрования применяется для самых различных целей. Для

очистки воды, подаваемой из общественных водопроводных сетей, как правило, применяется тонкое фильтрование с использованием:

- фильтров обратной промывки (данный тип фильтров представляет собой сетчатые фильтры, очистка в которых происходит посредством осаждения механических загрязнений на сетке фильтра и при обратной промывке водой смываются в дренаж)

- или патронных фильтров (данный тип фильтров представляет собой колбу со сменным фильтрующим элементом – патроном (картриджем), по истечении срока службы которого, производится замена на новый фильтрующий элемент).

В качестве элементов очистки используют сетки и картриджи со степенью фильтрации от 5мкм до 1мм, в зависимости от уровня загрязнений. В технике подготовки воды из индивидуальных подземных или поверхностных источников водоснабжения наиболее широко применяют скорые напорные фильтры. В качестве фильтрующего материала в зависимости от целей фильтрации применяется кварцевый песок, антрацит, доломит.

2. Очистка воды от железа

Решение проблемы очистки воды от железа представляется довольно сложной и комплексной задачей, в связи с этим вряд ли возможно установить какие-либо универсальные правила очистки.

Наиболее часто используемыми методами при очистке воды от железа являются:

- аэрация, т. е. Нагнетание воздуха и интенсивный процесс окисления в емкости. Расход воздуха для насыщения воды кислородом составляет около 30 л/м³.
- обработка воды сильными окислителями – озон, хлор, гипохлорит натрия, перманганат калия.
- фильтрование через модифицированную загрузку (пропускание воды через материалы для удаления железа, которые осуществляют не только

очистку воды от окисленного железа (осадка), но и от растворенного железа с помощью химического взаимодействия).

Типичная картина, которая наблюдается при подъеме железистой воды из скважины, такова: вначале вода, выкачанная из скважины, абсолютно прозрачна и кажется чистой, но проходит несколько десятков минут и вода мутнеет, приобретая специфический желтоватый цвет. Через несколько часов муть начинает оседать, образуя рыхлый осадок. Процесс осаждения может длиться несколько дней. Скорость осаждения зависит от температуры и состава воды. Наличие железа можно определить и на вкус. Начиная с концентрации 1,0-1,5 мг/л вода имеет характерный неприятный металлический привкус. Игнорирование проблемы железа в воде оканчиваются плохо, и стоит дорого: потеря «белизны» ванн, отказ импортной бытовой техники, систем отопления и нагрева воды. В системе горячего водоснабжения проблемы, обусловленные повышенным содержанием железа, многократно возрастают. Уже при концентрации 0,5 мг/л идет интенсивное появление хлопьев, образующих рыхлый шлам, который забивает теплообменники, радиаторы, трубопроводы, сужает их проходное сечение.

Санитарные нормы КР ограничивают концентрацию железа в воде для хозяйственно-питьевых нужд в пределах 0,3 мг/л. В подземной же воде она колеблется в пределах от 0,5 до 20 мг/л. В Центральном регионе, включая Подмоскowie - от 0,5 до 10 мг/л, наиболее часто 3-5 мг/л.

Все многообразие методов, применяемых в технологии очистки воды от железа, можно свести к двум основным типам – реагентные (для восстановления фильтрующих свойств загрузки используется дополнительный реагент) и безреагентные (для восстановления фильтрующих свойств загрузки используется промывка водой). Очистку от железа поверхностных вод можно осуществлять лишь реагентными методами, а в очистке от железа подземных вод распространение получили оба метода.

3. Очистка воды от солей жесткости

С жесткой водой сталкивается каждый, достаточно вспомнить о накипи в чайнике. В жесткой воде хуже пенится стиральный порошок и мыло. Жесткая вода не годится при окрашивании тканей водорастворимыми красками, в пивоварении, производстве водки, негативно влияет на стабильность майонезов и соусов. Чай и кофе тоже лучше заваривать мягкой водой.

Жесткость воды определяется суммарным содержанием в ней растворенных солей кальция и магния. Гидрокарбонаты кальция и магния образуют карбонатную или временную жесткость воды, которая полностью устраняется при кипячении воды в течение часа. В процессе кипячения растворимые гидрокарбонаты переходят в нерастворимые карбонаты, выпадающие в виде белого осадка или накипи, с выделением при этом углекислого газа. Соли же сильных кислот, например, сульфаты и хлориды кальция и магния - образуют некарбонатную или постоянную жесткость, не изменяющуюся при кипячении воды.

Жесткость пресных природных водоемов меняется в течение года, имея минимум в период паводка. Артезианская вода, как правило, более жесткая, чем вода из поверхностных источников. В Подмоскovie жесткость артезианских вод меняется от 3 до 15-20 мг-экв/л в зависимости от места и глубины скважины.

Высокая гидрокарбонатная (временная) жесткость воды делает её непригодной для питания газовых и электрических паровых котлов и бойлеров. Стенки котлов постепенно покрываются слоем накипи. Слой накипи в 1,5 мм снижает теплоотдачу на 15%, а слой толщиной 10 мм - снижает теплоотдачу уже на 50%.

Снижение теплоотдачи ведет к увеличению расхода топлива или электроэнергии, что в свою очередь ведет к образованию прогаров, трещин на трубах и стенках котлов, выводя преждевременно из строя системы отопления и горячего водоснабжения.

В тех случаях, когда вода слишком жесткая и её необходимо умягчить, применяют следующие методы очистки воды:

- термический, основанный на нагревании воды,
- дистилляция или вымораживание
- реагентный
- ионообменный
- обратный осмос
- электродиализ
- и комбинированный, представляющего собой различные сочетания

перечисленных методов.

4. Очистка воды обеззараживанием

Обеззараживание питьевой воды имеет важное значение в общем цикле очистки воды и почти повсеместное применение, так как это последний барьер на пути передачи связанных с водой бактериальных и вирусных болезней. Обеззараживание воды является заключительным этапом подготовки воды питьевой кондиции. Использование для питья подземной и поверхностной воды в большинстве случаев невозможно без обеззараживания.

Обычными методами обеззараживания при очистке воды являются:

- хлорирование путем добавления хлора, диоксида хлора, гипохлорита натрия или кальция;
- озонирование воды;
- ультрафиолетовое облучение.

Другие способы обеззараживания (воздействие ионов благородных металлов, ультразвук, радиоактивное излучение) крайне редко применяются в централизованных системах водоснабжения.

Конкретный способ обеззараживания определяется с учетом производительности и затрат.

5. Очистка воды на активированном угле

Очистка воды на активированном угле чаще всего применяется на одной из последних ступеней очистки и является одним из классических способов получения питьевой воды. Такую дополнительную очистку воды необходимо в тех случаях, когда требуется устранить незначительные нарушения показателей цветности, вкуса и запаха воды. Активные угли также используются для очистки муниципальной водопроводной воды от хлора и хлорсодержащих соединений.

6. Очистка воды обратным осмосом

С помощью этого метода можно проводить глубокую очистку воды. При оптимальных значениях температуры и давления подаваемой воды, степень очистки воды обратным осмосом составляет 95-98%. Разделение воды и содержащихся в ней веществ достигается с помощью полупроницаемой мембраны. Сами мембраны изготавливаются из различных материалов, например, полиамида или ацетатцеллюлозы и выпускаются в виде полых волокон или рулонов. Через микроскопически малые поры этих мембран (размер порядка 0,0001 микрона), могут пройти только молекулы воды и кислорода, а микроорганизмы, растворенные в воде соли и органические соединения и т.п. задерживаются мембраной.

Степень очистки воды и связанная с этим производительность зависит от различных факторов, прежде всего от общего солесодержания сырой воды, а также солевого состава, давления и температуры.

На стадии предварительной очистки воды следует ее отфильтровать и при необходимости очистить от хлора. Особые преимущества обратного осмоса заключаются в его высокой экологической безопасности.

При очистке воды методом обратного осмоса получают питьевую воду наивысшего качества.

На практике при решении задачи получения чистой воды для бытовых или производственных нужд, требуется обязательное проведение анализа состава воды. И только после него можно говорить о выборе методов очистки воды и о количестве ступеней очистки, входящих в систему.

Таким образом, проблема очистки воды охватывает вопросы физических, химических и биологических ее изменений в процессе обработки с целью сделать ее пригодной для питья, т. е. очистки и улучшения ее природных свойств.

2.2 Традиционные способы очистки питьевой воды

Озонирование

Проблема обеспечения населения питьевой водой, отвечающей требованиям стандарта, является одной из основных задач, стоящих перед предприятиями и организациями водообеспечения Кыргызстана [15-17].

В результате зарегулирования рек и строительства на них водохранилищ создались условия для развития планктона, что способствует увеличению цветности и появлению в воде привкусов и запахов. Органические примеси и химические загрязнения выносятся в водоёмы с неочищенными сточными водами населённых пунктов и промышленных предприятий. В результате этого во многих водоёмах, особенно вблизи крупных городов, природная вода содержит фенолы (до 2-7 ПДК), хлорорганические пестициды, аммонийный и нитритный азот (до 10-16 ПДК), нефтепродукты и многие другие загрязнения.

Периодически возникающие аварийные ситуации приводят к существенному ухудшению качества воды природных источников и соответственно качества питьевой воды. Только в последние годы отмечались резкое снижение её качества и появление в ней фенолов в количествах, превышающих ПДК в 100 и 1000 раз в промышленных районах Кыргызстана. В подземных водах часто обнаруживаются марганец, амины, нефтепродукты.

Барьерная роль существующих водопроводных очистных сооружений не велика, и в питьевой воде, потребляемой населением, содержатся практически те же загрязнения, что и в природной воде.

Одним из наиболее реальных и высокоэффективных методов очистки воды от указанных загрязнений является озонирование. Озонирование воды позволяет существенно улучшить качество питьевой и очищенной сточной воды и решить проблемы: здравоохранения и экологии.

Озонирование воды позволит кроме решения основных задач по улучшению качества очищенных сточных вод, упростить технологию подготовки природных вод. Наиболее широкое применение технология озонирования получила в области подготовки питьевой воды. В существующем многообразии методов и способов решения проблемы качественной очистки и обеззараживания воды озонирование является предпочтительным, что вызвано:

- трудностями решения проблем, связанных с образованием в очищенной воде в результате её хлорирования токсичных хлорорганических соединений;
- недостаточным количеством хлорреактивов, выпускаемых российской промышленностью;
- возможностью получения озона на месте применения;
- высокой активностью озона в отношении обеззараживания воды от бактерий и вирусов.

Озонирование можно применять как альтернативный метод очистки воды взамен традиционного хлорирования, в сочетании с хлором, перекисью водорода и другими окислителями, вместе с УФ-облучением, обработкой ультразвуком, фильтрацией с использованием песка, активированного угля, ионообменных смол. Наиболее традиционным является использование озона в конце технологической схемы. Для эффективного обеззараживания при этом необходимо создать концентрацию озона 0.4-1 мг/л и поддерживать её в течение 4 минут. Озон можно использовать для предварительной обработки воды с целью перевода растворённых веществ в коллоидную форму с последующим осаждением на фильтрах, так как он обладает флокулирующим эффектом.

Преимущество озонирования состоит в том, что под действием озона одновременно с обеззараживанием происходит обесцвечивание воды, а также устраняются запахи и привкусы воды и вообще улучшаются её вкусовые качества. Озон не изменяет натуральные свойства воды, так как его избыток (не прореагировавший озон) через несколько минут превращается в кислород. С одной стороны, это вызывает некоторые технические трудности, а с другой - создаёт определённые преимущества, так как даже при некотором передозировании остаточные количества его не могут быть велики и не требуют устранения. Остаточный озон в количестве 3.5-5 мг/л в течение 30 минут снижается до 0.2-0.3 мг/л.

Озонная обработка удаляет земляной привкус воды в результате снижения концентрации геосмина в 5-10 раз. Несмотря на появление у воды после обработки озоном нового вкусового компонента, суммарные вкусовые качества озонированной воды улучшаются.

Озон начали применять для дезинфекции питьевых вод раньше, чем хлор. Но несмотря на это озон ещё не нашёл достаточного распространения в технике водоподготовки, особенно в России. Основными причинами этого являлась, по видимому, нехватка электроэнергии, а также то, что химические и физические свойства водного раствора озона ещё мало изучены. В настоящее время на ряде водоподготовительных установок в теплоэнергетике возникла также проблема интенсивного зарастания ионообменных фильтров биомассой. Не изменяя ионообменных свойств загрузки, биомасса увеличивает сопротивление загрузки, что приводит к существенному снижению скорости фильтрования.

Согласно литературным данным, для предотвращения развития биомассы и стерилизации фильтров применяют различные окислители, такие как активный хлор, содержащийся в электроактивированном растворе хлористого натрия, формальдегид, перуксусная кислота, хлорамин Т и др.

Механизм бактерицидного действия хлора и его кислородсодержащих соединений заключается во взаимодействии с составными частями клетки

микроорганизма, в первую очередь с ферментами, что ведёт к нарушению обмена веществ в клетке и отмиранию микроорганизмов. В практике обработки воды применяют свободный хлор, соли хлорноватистой кислоты (гипохлориты) и диоксид хлора ClO_2 . При растворении хлора в воде происходит гидролиз с образованием хлорноватистой и хлороводородной (соляной) кислот.

2.3 Осветление, обесцвечивание и обеззараживание воды

Осветление воды путем осаждения взвешенных веществ. Эту функцию выполняют осветлители, отстойники и фильтры. В осветлителях и отстойниках вода движется с замедленной скоростью, вследствие чего происходит выпадение в осадок взвешенных частиц. В целях осаждения мельчайших коллоидных частиц, которые могут находиться во взвешенном состоянии неопределенно долгое время, к воде прибавляют раствор коагулянта (обычно сернокислый алюминий, железный купорос или хлорное железо) [14,15]. В результате реакции коагулянта с солями многовалентных металлов, содержащимися в воде, образуются хлопья, увлекающие при осаждении взвеси и коллоидные вещества.

Коагуляцией примесей воды называют процесс укрупнения мельчайших коллоидных и взвешенных частиц, происходящий вследствие их взаимного слипания под действием сил молекулярного притяжения.

Фильтрация — самый распространенный метод отделения твердых частиц от жидкости. При этом из раствора могут быть выделены не только диспергированные частицы, но и коллоиды.

В процессе фильтрации происходит задержание взвешенных веществ в порах фильтрующей среды и в биологической пленке, окружающей частицы фильтрующего материала. Вода освобождается от взвешенных частиц, хлопьев коагулянта и большей части бактерий.

Обесцвечивание воды, т. е. устранение или обесцвечивание различных

окрашенных коллоидов или полностью растворенных веществ может быть достигнуто коагулированием, применением различных окислителей (хлор и его производные, озон, перманганат калия) и сорбентов (активный уголь, искусственные смолы).

Обеззараживание воды, или ее дезинфекция, заключается в полном освобождении воды от болезнетворных бактерий. Так как полного освобождения ни отстаивание, ни фильтрование не дают, с целью дезинфекции воды применяют хлорирование и другие способы, описанные ниже.

На примере типовой схемы очистной станции водопровода показан комплекс составляющих ее элементов (рис. 2.1).

Главнейшие из этих элементов следующие:

Насосная станция первого подъема, подающая воду на очистные сооружения.

Смеситель 2, обеспечивающий перемешивание раствора коагулянта, поступающего из реагентного хозяйства 3, с обрабатываемой водой. В практике применяют гидравлические и механические типы смесителей. На схеме показан дырчатый смеситель, представляющий собой лоток с дырчатыми перегородками, в котором происходит перемешивание воды с раствором коагулянта.

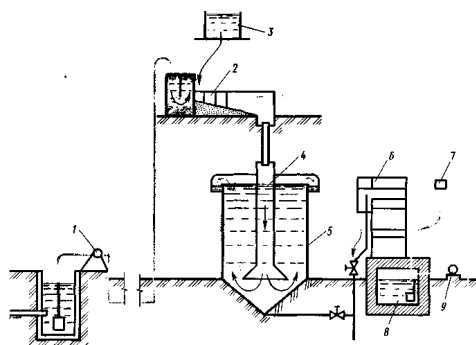


Рис. 2.1 Камера реакции 4, в которой завершается химическая реакция и образуются хлопья коагулянта

На схеме приводится камера реакции, помещаемая внутрь вертикального отстойника. Хлопьеобразование в ней завершается в течение 10...15 мин.

Отстойники 5, которые в зависимости от направления движения воды подразделяются на горизонтальные, вертикальные и радиальные. Горизонтальный отстойник в плане — прямоугольник. Глубина его 3...5 м. Вода движется через отстойник со скоростью, не превышающей 5 мм/с, а при коагулировании — 10 мм/с. В целях равномерного распределения потока в поперечном сечении отстойника предусматривается конструктивная деталь, обеспечивающая равномерное поступление воды в отстойник и отвод ее, например дырчатая стенка.

На станциях меньшей производительности применяют вертикальные отстойники, состоящие из двух цилиндров, вложенных один в другой. Диаметр внешнего цилиндра — не больше 12 м. Отношение диаметра к высоте отстойника (D/H) принимают в пределах 1,2...2. Вода поступает во внутренний цилиндр, в котором находится камера реакции, опускается вниз, затем осветляется, поднимаясь в вертикальном направлении вверх по среднему кольцевому пространству со скоростью 0,5...0,75 мм/с. Осветленная вода через отводящие желоба отводится трубой или по каналу на фильтр.

Радиальные отстойники диаметром от 5 до 60 м занимают среднее положение между горизонтальными и вертикальными отстойниками. Вода попадает в центральную часть отстойника и, постепенно уменьшая скорость, движется в радиальном направлении к лотку, расположенному вдоль периферийной части, из которого отводится.

Дно отстойника устраивают с уклоном к грязевому приемку или лотку, откуда выпавший осадок непрерывно или периодически удаляется насосом или самотеком сбрасывается в водосток.

Осветлители, конструкция которых в основном не отличается от конструкции вертикального отстойника, дают значительный эффект

осветления, позволяя при этом снизить расход коагулянта и сократить размер сооружений. Осветляемая вода проходит в восходящем движении слой осадка высотой 2...2,5 м, находящегося во взвешенном состоянии (так называемая суспензионная сепарация).

В процессе работы осветлителя происходит укрупнение хлопьев коагулянта, задерживающих часть взвеси. В настоящее время осветлители широко применяют как в городских, так и в промышленных водопроводах. В некоторых случаях вертикальные отстойники переоборудуют на осветлители.

Фильтрация состоит в пропуске воды через фильтр 6, заполненный фильтрующим материалом (обычно кварцевым песком), уложенным слоями возрастающей сверху вниз крупности. Вода поступает на поверхность фильтра, движется сквозь слои фильтрующего материала и дренажным устройством отводится в резервуар чистой воды. В процессе работы фильтр заполнен водой до уровня 1...1.5 м над поверхностью фильтрующего материала.

Фильтры делают открытыми безнапорными и закрытыми напорными. Напорные фильтры представляют собой закрытые стальные резервуары.

В применяемых в настоящее время скорых фильтрах скорость прохождения водой фильтрующего материала, или скорость фильтрации, равна 6...7 м/ч в отличие от громоздких медленных фильтров, применявшихся ранее, в которых скорость фильтрации была меньше в 50...60 раз.

В предложенных институтом Вод-гео двухслойных фильтрах поверх слоя кварцевого песка укладывают слой дробленого антрацита, что позволяет увеличить скорость фильтрации до 9... 10 м/ч и соответственно удлинить рабочий период фильтра.

Количество фильтров на очистной станции — не менее двух. Площадь одного фильтра от 10...20 м² на малых и средних станциях, до 100 м² и более — на больших.

После фильтров вода может поступать непосредственно потребителю.

Способы обеззараживания воды

Среди оставшихся в воде после фильтрования бактерий могут быть болезнетворные. Уничтожение их может быть достигнуто: введением в воду сильных окислителей, способных убивать ферменты бактериальных клеток; нагреванием воды до температуры 80 °С (пастеризация) — 100 °С (стерилизация); облучением воды ультрафиолетовыми лучами; озонированием; воздействием ультразвуком; введением в воду серебра или других металлов, обладающих олигодинамическим действием на микроорганизмы. Практическое применение нашли 1, 3 и 4-й методы.

2.4 Выбор места расположения очистных сооружений и определение требуемых площадей

При устройстве хозяйственно-питьевого водоснабжения важное значение имеет вопрос о выборе места расположения водопроводных станций, включающих водозаборные и водоочистные сооружения, насосные станции и водоводы. Место расположения водозаборных сооружений должно выбираться возможно ближе к водопотребителю[11]. При использовании поверхностного источника водозабор должен быть расположен выше обслуживаемого населенного пункта по течению реки, чтобы поверхностный сток и вышерасположенные населенные пункты не оказывали влияния на качество воды. При использовании подземного источника водоснабжения место расположения колодцев или каптажных сооружений назначают с учетом возможных источников загрязнения подземных вод, направления и скорости подземного потока.

Площадка для размещения водоочистой станции должна обеспечить не только возможность организации зоны санитарной охраны, но и иметь удобный рельеф и надежные подъезды к станции. Желательно, чтобы рельеф территории в границах водопроводной станции обеспечивал движение воды

самотеком через все очистные сооружения с минимальным объемом земляных работ при минимальном заглублении сооружений в землю. При выборе площадки очистных сооружений необходимо учитывать уровень грунтовых вод, так как высокий уровень грунтовых вод на площадке размещения водоочистой станции может решающим образом повлиять на степень заглубления основных сооружений станции и вызвать значительное увеличение объема земляной подсыпки сооружений, располагаемых вне зданий.

При определении требуемой площади для размещения станции улучшения качества воды следует руководствоваться СНиПом, учитывающим не только производительность станции, что определяет габариты водоочистных сооружений, но и возможность дальнейшего ее расширения в соответствии с развитием водопотребления города (табл. 2.1). В этой связи важное значение имеет компоновка основных и вспомогательных сооружений станции, минимальная протяженность внутристанционных коммуникаций.

Размеры земельных участков станций очистки воды систем хозяйственно-питьевого водопровода

Таблица 2.1

№	Производительность станций очистки воды, тыс. м ³ /сут.	Размеры земельных участков, га
1.	До 0,8	1
2.	Более 0,8 до 12	2
3.	» 12 » 32	3
4.	» 32 » 80	4
5.	» 80 » 125	5
6.	» 125 » 250	7
7.	» 250 » 450	10
9.	» 400 » 800	14

Глава 3. Электрофизический способ очистки и обеззараживания питьевой воды

3.1 Очистка воды с помощью нанотехнологий

Качество питьевой воды имеет огромное значение для здоровья людей. Все чаще водопроводная вода по своему составу напоминает химическую и бактериологическую смесь, опасную для нашего здоровья. В ней очень много самых разных твердых частиц, солей тяжелых металлов, мельчайшей ржавчины, органических соединений, нефтепродуктов, опасных микроорганизмов, различных химических соединений, многие из которых являются сильными канцерогенами (например, некоторые соединения хлора с органикой).

Многое из того, что перечислено это результат «вторичного загрязнения» воды в водопроводных сетях. Серьезный износ и плохое состояние водопроводных сетей стали главной причиной «вторичного загрязнения». А постоянное хлорирование воды на водоочистных станциях – прямая связь с возникновением злокачественных опухолей. Только представьте себе – хлорированная вода на 30 % ускоряет процесс старения. А, по мнению ученых, питьевая вода хорошего качества способна увеличить среднюю продолжительность жизни на 20-25 лет! Поэтому проблема обеспечения людей питьевой водой хорошего качества имеет мировой масштаб. Например, в России 19 % проб воды из водопроводной сети не соответствует требованиям нормативов по санитарно-химическим и 8 % – по бактериальным нормам. От 40 до 70% водопроводящих систем изношены и требуют замены. В 2004 г. из общего числа эпидемических заболеваний 77 % носили «водный» характер и были связаны с неудовлетворительным состоянием систем водоснабжения. Требования очистки воды занижены. Они подогнаны под достижимый в настоящее время уровень очистки воды. Для осветления воды применяется коагуляция – химическая обработка воды

сульфатом алюминия, который осаждаёт примеси, делает воду более прозрачной. Однако при этом происходит загрязнение воды остаточным алюминием, который замещает кальций в костях человека. Для обеззараживания воды проводят её хлорирование. Хлорированная вода убивает бактерии, но загрязняет воду остаточным хлором и хлор-органикой. В воде и после её очистки остаётся ржавчина. Она плохо выводится из организма и нарушает работу мозга. Для доочистки воды применяют фильтры. В большинстве фильтров в качестве адсорбента используется активированный уголь. Уголь очищает воду от широкого класса примесей, однако его сорбирующая способность и ресурс не велики, и фильтры нужно часто менять. Производители дают не достоверную информацию о возможностях фильтров. Так, они указывают, например, что фильтр способен уменьшить содержание в воде органических примесей в 100 раз, хотя фильтр уменьшает их только в 2 раза. Кроме того, в угольном фильтре хорошо размножаются бактерии.

Для решения таких проблем нужна новая технология водоочистки. Такая технология появилась. Это нанотехнология очистки воды.

1. Питер Маевски и Чу Пинг Чан недавно разработали дешёвый и очень эффективный способ фильтрации питьевой воды [16]. Он основан на способности крошечных частиц кварца, покрытых специальным активным материалом, очищать воду от химических примесей, бактерий, вирусов и других опасных веществ на основе применения нанотехнологии для очистки питьевой воды. Исследователи установили, что частицы кварца можно покрыть нанометровым слоем активного вещества, основанного на углеводороде с кремнесодержащим якорем (фиксатором). Опыты показали, что эти активные наночастицы способны избавлять воду от биологических молекул и патогенов, таких как вирус полиомиелита, кишечная палочка и криптоспориديоз. Чтобы очистить воду, достаточно просто размешать наночастицы в загрязнённой воде и потом отфильтровать жидкость, удалив нанопорошок. При этом, эффект очистки воды, достигается за счёт

электростатического притяжения патогенов к поверхности покрытых активным слоем наночастиц.

В международном научном журнале *Angewandte Chemie* опубликована статья, описывающая новый простой в применении и эффективный способ определения содержания в воде мышьяка. Наличие в водопроводной воде мышьяка представляет большую опасность для здоровья человека. Но экспресс-метода анализа воды до сих пор не было разработано. По данным Всемирной Организации Здравоохранения, примерно 140 млн людей в мире употребляют воду с повышенным по сравнению с допустимой нормой содержанием мышьяка. Такой нормой является – 10 миллиардных долей.

Предложенный американскими химиками метод оценки качества питьевой воды с помощью наночастиц золота позволяет определить наличие мышьяка в количестве 3 триллионных долей. Заключается он в следующем: на поверхность золотых частиц нано наносят органические молекулы. Такие молекулы могут быть лигандами для комплексообразования на основе мышьяка. 3 лиганда связывают каждый ион вещества, что вызывает “слипание” наночастиц и увеличение их среднего размера. Цвет коллоидного раствора золота, в свою очередь, и определяется размером этих частиц. Таким образом, частицы слипаются тем сильнее, чем больше в воде мышьяка.

Если в жидкости нет мышьяка, наночастицы золота – красные, при повышении концентрации их цвет плавно меняется на синий. То есть, как по цвету лакмусовой бумаги определяется водородный показатель среды, так и по цвету водного раствора определяется содержание в нем мышьяка.

2. В настоящее время в разных странах мира созданы новые нанофильтрационные устройства, которые очищают воду, отсеивают бактерии, вирусы, органический материал и тяжелые металлы. Распространением этих устройств занимаются специализированные компании США, Японии, Германии и других стран.

Эти компании выпускают несколько видов оборудования для очистки воды:

- трубчатые мембраны;
- слои стекловолоконистых листов;
- малогабаритные оборудования микробиологической очистки воды;
- опреснители.

В настоящее время применяют два основных способа очистки воды – ультрафильтрацию и халькогели.

Ультрафильтрация – это пропускание воды через мембрану, проницаемую для ионов и небольших молекул и непроницаемую для больших частиц, загрязняющих и вредных веществ. Размер ультрафильтрационных мембран составляют 0,002–0,1 мкм. Сама мембрана состоит из трубчатого композита. Такой размер мембраны обеспечивает задержку коллоидных и тонкодисперсных примесей, бактерий и вирусов, растворенных солей свинца, ртути, железа, марганца и др.

Для очистки воды применяют также новый класс соединений – халькогели. Из халькогелей получают высокопористые полупроводящие материалы путем соединения халькогенидных кластеров в каркасы через ионы металлов. При добавлении солей платины образуются полимерные каркасы. Образующийся материал адсорбирует молекулы растворителя, образуя гидрогель. После сушки его в жестких условиях в атмосфере углекислого газа образуется аэрогель, получивший название «халькогель».

Халькогели эффективно очищают воду от тяжелых металлов (ртуть, свинец и т.д.). Изменяя условия получения халькогелей, можно изменять размеры и форму пор и, таким образом, получать материал под определенные частицы загрязнений.

3. Наносистемы для очистки воды активно развиваются и в России. Так Томские ученые создали материалы, удаляющие 100 % вирусов и бактерий, снижающие концентрацию металлов и хлора, уменьшающие жесткость воды.

В Саратове разработан автоматизированный ресурсосберегающий комплекс химводоподготовки технологических котелен с использованием нанотехнологии обессоливания воды. Опытные образцы автоматизированного комплекса внедрены на Увекской нефтебазе и в г. Балаково Саратовской области.

Уникальный материал для эффективной очистки воды, широко применяющийся и в других областях, создал В. И. Петрик. В 1997 г. он создал модификацию углерода, названную углеродной смесью высокой реакционной способности (УСВР). В 2001 г. подтверждено установление научного открытия «Явление образования наноструктурных углеродных комплексов» на основании результатов научной экспертизы Международной ассоциацией авторов научных открытий. Петрик изобрел способ получения из графита УСВР, содержащего до 20 % наноструктур в виде нанотрубок, наноколец, нанофракталов. Кусок графита превращается в легчайший пух, его объем увеличивается в 500 раз. УСВР имеет глубокий черный цвет, химически инертен, электропроводен, устойчив к агрессивным средам, экологически чист. Удельная поверхность – 2000 м^2 на 1 г, диапазон рабочих температур от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+3000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Установлено, что УСВР имеет высокие сорбционные показатели и является уникальным сорбентом для комплексной очистки питьевой воды.

В 2004 г. Американская лаборатория Sierra Labs. Inc. (США, Калифорния), установила, что 1 г УСВР превосходит 5 г лучшего вида коксового активированного угля, представленного на американском рынке в 50 раз. УСВР хорошо очищает воду от нерастворенных примесей и плохо от растворенных. Таким образом, он не превращает воду в дистиллят, но уменьшает содержание в ней меди в 30 раз, железа в 3 раза, марганца в 2 раза, фосфатов в 35 раз, нитратов в 3 раза и т. д. Такие уникальные сорбционные свойства новый материал обеспечивает за счет огромной совокупной поверхности наноструктур — графенов. Так, 1 грамм вещества имеет общую поверхностную площадь две тысячи квадратных метров.

Установлено, что после УСВР-фильтрации вода приобретает свойства повышать работоспособность, повышать иммунитет к инфекционным заболеваниям. Это связано с тем, что УСВР-фильтрация разрушает водные межмолекулярные связи, поэтому увеличивается поверхность и биологическая активность воды. Вода после УСВР-фильтрации приобретает специфический голубой цвет, как из тающих горных источников. Интересно, что угол химических связей в молекуле воды УСВР-фильтрации равен 108° , а при этом соотношение отрезков $\text{ОН} | \text{НН}$ равно «золотой пропорции», то есть 0,618.

В настоящее время с использованием УСВР-фильтрации в Москве и Санкт-Петербурге производятся фильтры «Геракл» как для доочистки питьевой воды, так и для фильтрации промышленных стоков. Появление таких фильтров стало возможным благодаря применению уникального наносорбента (УСВР) состоящий до 20% из углеродных наноструктур и обладающий огромной удельной поверхностью (2000 кв.м. на 1 грамм вещества). При смачивании наносорбент образует массу, в которой удерживаются даже самые мелкие примеси и взвеси как органического, так и неорганического происхождения.

3.2 Очистка воды с помощью метода электрохимической активации

В настоящее время на мировом рынке появились установки нового поколения в которых очистка воды производится электрохимическим и каталитическим способами. Водоочистители адсорбционного, ионообменного, мембранного и адсорбционно-мембранного типа задерживают микроорганизмы, которые размножаются на внутренних поверхностях установок, в порах сорбентов, на поверхности фильтрующих мембран. Даже в тех случаях, когда выход из адсорбционной или мембранной системы водоочистой защищен противомикробным фильтром, бактерии могут размножаться на выходной поверхности противомикробного

фильтра и на внутренних поверхностях выходных магистралей, что является фактором эпидемиологического риска. Поэтому адсорбционные, ионообменные, мембранные и комбинированные бытовые водоочистительные системы непригодны для работы с водой, небезопасной в микробиологическом отношении.

Адсорбционные устройства для доочистки питьевой воды (чаще угольные) имеют ограниченную сорбционную емкость, которая заполняется со скоростью, зависящей от уровня загрязнений в исходной воде: чем сильнее загрязнена вода, тем быстрее исчерпываются функциональные возможности сорбента. После того как все сорбционные места в порах сорбента заняты различными веществами (адсорбатами), начинается процесс их десорбции. Этот процесс ускоряется при бактериальном заражении установки. В результате качество воды, проходящей через отработанный сорбент, ухудшается в еще большей степени. В зависимости от индивидуальных условий выход из строя угольного водоочистителя по указанным причинам может наступить в сроки от нескольких дней до нескольких месяцев. Следовательно, здесь необходим частый контроль качества воды и при необходимости смена картриджа, а это не всегда возможно по организационным и экономическим причинам. Кроме того, угольные сорбенты и ионообменные смолы плохо удаляют из воды соединения тяжелых металлов и избыточные минеральные компоненты. Мембранные фильтры тонкой очистки согласно рекламным данным задерживают 90-95 % всех находящихся в воде элементов и соединений, в том числе необходимые для человека и животных микро- и ультрамикроэлементы (кальций, магний, калий, натрий, литий, серебро, фтор, йод и другие). Как известно дистиллированная вода минерализацией менее 0,01 г/л заведомо непригодна для питья. Регулярное употребление деминерализованной воды с содержанием солей менее 0,1 г/л обуславливает физиологический дефицит полезных микро- и ультрамикроэлементов, что отрицательно сказывается на состоянии здоровья населения некоторых

регионов с низкоминерализованной водой и у полярников, пьющих снеговую воду. В соответствии с ГОСТ 2874-82 минерализация питьевой воды не должна превышать 1,0 г/л. Во многих городах России минерализация питьевой воды 0,2 - 0,5 г/л, после очистки ее методом обратного осмоса или ультрафильтрации потребитель получит воду с концентрацией солей 0,01 - 0,05 г/л. Следовательно существующие системы мембранных водоочистителей, которые пропускают "только воду", создают риск патологии, связанной с потреблением чрезмерно обессоленной воды.

Дефицит микро- и ультрамикроэлементов в организме может быть скорректирован специальной диетой. Однако некоторые микро- и ультрамикроэлементы воды практически незаменимы.

При работе с водой минерализацией 0,1 - 0,5 г/л через электрохимический реактор проходит ток силой 0,3 - 0,4 А. В этом случае общая минерализация обработанной воды почти не меняется, ионы тяжелых металлов переходят в форму нетоксичных и труднорастворимых гидроксидов и гидроксидоксидов, микробы, находящиеся в воде, разрушаются, органические вещества, а также неорганические токсические соединения (в том числе нитраты и нитриты) подвергаются анодной окислительной деструкции. Сильные неорганические окислители (в том числе хлор) и сверхактивные радикальные частицы инактивируются в реакционно-вихревой и каталитической камерах.

В зависимости от типа установки очищенная вода меняет величину ОВП, при этом кислотно-щелочные характеристики очищенной воды близки к нейтральным значениям ($\text{pH} = 7$). Высокий ОВП и ряд других физико-химических условий в анодной камере электрохимического реактора исключают образование токсических хлорорганических веществ и обеспечивают полную окислительную деструкцию диоксинов, если они содержатся в водопроводной воде. Физиологически полезные микро- и ультрамикроэлементы (кальций, калий, магний, литий, фтор и другие) не образуют под влиянием электрохимической обработки нерастворимых

соединений и остаются в составе питьевой воды. По данным лаборатории фирмы Oaklend Calvert Consaltants, Ltd (Engl.) при содержании в исходной воде ионов серебра 68 мкг/л в очищенной воде содержание ионов серебра составило 56 мкг/л, то есть потерь серебра не было. В то же время токсичные ионы металлов (меди, железа, олова, алюминия, ртути, цинка, хрома) удалялись на 85-99,9%.

Присутствующие в воде радионуклиды также превращаются в формы нерастворимых соединений, которые частично оседают на катоде и удаляются при промывании установки. Если эти соединения попадают с водой в желудочно-кишечный тракт, то они не всасываются в кровь и удаляются из кишечника естественным путем. Естественное свойство полезных для организма микро- и ультрамикроэлементов состоит в том, что в результате окислительно-восстановительных реакций они не участвуют в образовании труднорастворимых или нерастворимых комплексов. Это увеличивает вероятность участия этих элементов в биохимических реакциях и делает их совместимыми с организмом. По этой же причине полезные элементы не образуют нерастворимых комплексов при электрохимической обработке и сохраняются в очищенной воде в ионизированной форме. В то же время элементы легко вступают в химические комплексы, в том числе с белковыми соединениями. Как правило они денатурируют белок и поэтому токсичны. Однако по причине склонности вступать в комплексы токсичные элементы при электрохимической обработке переходят в нерастворимые и безопасные для организма формы. Избирательное сохранение в воде полезных ионов и удаление вредных - уникальная естественная особенность электрохимических водоочистителей.

Гидроксиды и гидроксидоксиды тяжелых металлов могут растворяться в крепких кислотах, в том числе в соляной кислоте. Соляная кислота в норме присутствует в желудочном соке. Но желудочный сок сам по себе или в присутствии перевариваемой пищевой массы представляет собой сложную органическую среду, содержащую белки и полисахариды. Эти соединения

играют роль внутренних адсорбентов (энтеросорбентов), которые легко связывают молекулы гидроксидов и гидроксидоксидов. В таком виде гидроксиды и гидроксидоксиды тяжелых металлов защищены от действия соляной кислоты. Поэтому они не растворяются в желудке, а затем выводятся из организма естественным путем. Аналогичным образом наши внутренние сорбенты связывают хлопья солей жесткости, оксидов железа. Эти компоненты практически безвредны для организма. Однако их присутствие в питьевой воде меняет ее вкус и нежелательно по эстетическим соображениям. Избавиться от хлопьев солей жесткости или ржавчины можно только с помощью фильтрации. Электрохимическая обработка в этом случае малоэффективна. При работе с водой, содержащей хлопьевидные взвеси, фильтры тонкой очистки воды быстро забиваются и выходят из строя. Суммарное количество органических соединений в воде после электрохимической очистки уменьшается на 1/3. В загрязненной питьевой воде большую опасность представляют гидрофобные токсины. В результате анодного окисления эти токсины переходят в относительно безвредные гидрофильные формы, которые легко удаляются из организма с физиологическими выделениями.

Таким образом, электрохимическая очистка воды при правильной эксплуатации обеспечивает:

- обеззараживание воды;
- эффективное удаление или инактивацию токсических элементов и соединений;
- удаление избыточных концентраций солей и компонент твердого осадка;
- направленное изменение ОВП и активацию воды при сохранении нейтральных
- кислотно-щелочных характеристик;
- сохранение нормального количества биологически полезных микро- и ультрамикроэлементов.

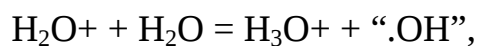
Ряд элементов и соединений в процессе электрохимической обработки подвергаются трансформации и остаются в воде в измененном виде. Возникает вопрос: представляют ли эти вещества опасность для здоровья потребителя? Ответ на подобный вопрос представляется оптимистическим. Дело в том, что интенсивное окислительно-восстановительное воздействие лежит в основе универсального механизма разрушения различных химических ядов. При этом образуются промежуточные менее токсичные или нетоксичные продукты.

Очистка воды в таких реакторах основана на использовании процессов окисления и восстановления, благодаря которым разрушаются и нейтрализуются все токсические вещества в природе. В таких установках природные процессы естественной окислительно-восстановительной деструкции и нейтрализации токсических веществ ускоряются многократно за счет прямых электрохимических реакций, а также благодаря участию в процессах очистки электрохимически синтезированных из самой очищаемой воды и растворенных в ней солей высокоактивных реагентов: озона, атомарного кислорода, пероксидных соединений, диоксида хлора, короткоживущих свободных радикалов. Это обеспечивает высокую эффективность и экологическую безопасность процесса очистки воды в сравнении с другими известными методами.

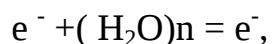
3.3 Очистка и обеззараживания воды на основе электрофизической ионизации

В настоящее время ощущается нехватка и уменьшение в будущем запасов чистой воды. Поэтому сохранение и увеличение запасов чистой воды является актуальной задачей. Известны более 2000 способов очистки воды. К очистке воды с помощью процессов, происходящих на атомном уровне, можно отнести химические методы очистки воды. В этих методах очистка воды производится на основе известного расхода используемого вещества и

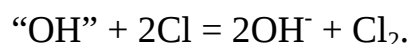
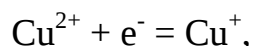
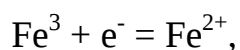
их применения. Поэтому при очистке воды направления использование веществ и уменьшения человеческого труда целесообразны. Этим направлением очистки воды можно отметить предлагаемый нами способ электрофизической ионизации [17,18]. Известно, что энергия ионизации соответствует работу выхода электрона, т. е. энергии необходимой, для того чтобы удалить электрон из молекулы воды на бесконечность. Каждый химический элемент обладает потенциалом ионизации. Поэтому, зная потенциал ионизации химического элемента можно возбудить его атом при подаче соответствующего внешнего напряжения. Эксперименты по очистке воды с использованием электроионизационного (электроактивационного) метода и последующий анализ качества очищенной воды показывают, что бактерицидное действие электрического поля в воде проявляется отчётливо уже при энергии 1,63 эВ, то есть при энергии $2,61 \cdot 10^{-19}$ Дж. При более высоких энергиях электрического поля бактерицидное действие проявляется во всём генерируемом диапазоне электрической энергии. Электрическое поле эффективно разрушает всех бактерий, вирусов и других видов микроорганизмов, присутствующих в природных и сточных водах. Для достижения необходимого обеззараживания воды электрическим полем требуется несколько секунд, тогда как при обработке хлором и озоном тратится от 15 до 30 минут. Эффект обеззараживания воды достигается при малых энергиях электрического поля, но кроме обеззараживания важно добиться электронно-химической трансформации многих загрязняющих веществ. Принцип электроактивационной очистки воды от загрязняющих её примесей состоит в том, что под действием электронов, обладающих достаточной энергией, происходит радиолиз воды по схеме:



где “.ОН” - гидроксильный радикал, который является сильнейшим окислителем. Далее:



где e^- - электрон в сольватной оболочке, который с высокой эффективностью восстанавливает окислы. При прохождении электрического тока через очищаемую воду основным очищающим эффектом является результат воздействия активных агентов, т.е. гидроксильного радикала и электрона в сольватной оболочке, на примеси. В воде, например, могут протекать реакции восстановления и окисления:



В результате восстановленные металлы выпадают в осадок, а газообразные соединения улетучиваются из воды. Те активные химические реагенты, которые образуются в воде при электроактивации, воздействуют на микроорганизмы и бактерии, уничтожают их, т.е. происходит стерилизация очищаемой воды. Установлено, что при этом не образуются новые токсичные вещества.

Основной элемент электроактиватора - набор плоскопараллельных железных пластин (анодов и катодов). В зависимости от объёма очищаемой воды, может быть один или несколько блоков электроактиваторов. Удельные затраты электроэнергии могут быть снижены за счёт оптимизации размеров электродов и расстояния между ними, а также плотности тока в зависимости от степени загрязнения раствора.

Таким образом в основе метода лежит процесс анодного растворения металлов под действием проходящего через жидкость электрического тока.

Перешедшие в воду катионы металла (алюминия, железа и др.) гидролизуются с образованием гидроксидов металлов и служат активными коагулянтами для коллоидно-дисперсных примесей. В результате взаимодействия частиц примесей с частицами электрогенерированного коагулянта образуются агрегаты частиц, которые в зависимости от плотности тока выпадают в осадок или всплывают на поверхность жидкости в виде пены. При электроактивации водных растворов большую роль играет материал анода. Мы разработали и изготовили электроактиваторы с железными и алюминиевыми анодами. Эксперименты показали более высокую эффективность железных электродов. После электроактивационной очистки воды образуются осадки, состоящие из гидроксидов металлов преимущественно железа.

Перед нами стоит задача разработки технологии формирования анодов для их использования в электроактивационных устройствах и выявления влияния различных примесей, добавок на электрические свойства активной массы.

Очистка воды данным способом имеет ряд преимуществ:

- при электрофизической ионизации конструкция установки очистки воды очень простая (состоит из алюминиевых колец) и надежная в работе;
- установка очистки воды небольшого размера, отличается легкостью и удобством перестановки и перемещения;
- процессы очистки воды производятся на наноуровне;
- потребление электроэнергии небольшое;
- необходимую для установки очистки воды электрическую энергию можно вырабатывать на установке электрофизической ионизации жидкого раствора;
- для ионизации 1 литра воды в 1 секунду расходуется алюминиевый электрод с площадью поверхности 1 м² (считая для одного электрода);

- удобство изменения объема устройства очистки воды при любой скорости воды;
- возможность очистки любой массы воды в секунду посредством получения при электрофизической ионизации нового осадочного вещества из веществ в составе воды, увеличивая количество или высоту алюминиевых колец в устройстве очистки воды;
- возможность применения полученного при очистке воды электрофизической ионизацией новых осадочных веществ в качестве сырья.

Наряду с этим, используя устройства электроионизационной очистки питьевой воды, можно определить количества ионизированных атомов в различных химических элементах, имеющих в воде в 1 секунду и массу твердых осадков, полученных в процессе ионизации.

Результаты этих исследований с применением электроионизационного очистного устройства приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

№	R (см)	L (см)	S _n (см ²)	M _{Na} * 10 ⁻⁹ (кг)	M _{Ca}	M _{Mo} * 10 ⁻⁹ (кг)	M _{Mg} * 10 ⁻⁹ (кг)	M _{Si} * 10 ⁻⁹ (кг)	m ₁ * 10 ⁻⁹ (кг)	M _{Cd} * 10 ⁻⁹ (кг)	M _S * 10 ⁻⁹ (кг)	m ₂ * 10 ⁻⁹ (кг)	M=(m ₁ + m ₂)*10 ⁻⁹ (кг)
0	0,4 48		17,56	1,91	3, 99	2,76	1,699	1,678	12,04	5,05	0,12	5,18	17,22
1	0,5	3,1 4	1,116 *S ₀	2,13 2	4, 46	3,07 8	1,896	1,873	13,438	5,64	0,14	5,78	19,22
2	1,0	6,2 8	2,232 *S ₀	4,26 4	8, 92	6,15 5	3,79	3,745	26,876	11,28	0,28	11,28	38,16
3	1,5	9,4 2	3,348 *S ₀	6,39 6	13 ,4	9,23 3	5,688 7	5,618	40,314	16,93	0,42	17,35	57,66
4	2,0	12, 56	4,464 3*S ₀	8,52 8	17 ,8	12,3 1	7,585	7,49	53,75	22,57	0,56	23,1	76,88
5	2,5	15, 7	5,58* S ₀	10,6 7	22 ,3	15,3 89	9,48	9,364	67,19	28,21	0,70	28,92	96,11
6	3,0	18, 84	6,696 *S ₀	12,7 9	26 ,7	18,4 67	11,37 7	11,23 6	80,63	33,84	0,84	34,7	115,33

7	3,5	21, 98	7,8*S ₀	14,9 2	31 ,2	21,5 45	13,27 4	13,10 9	94,06	39,44	0,98	40,42	134,48
8	4,0	25, 12	8,93*S ₀	17,0 5	35 ,7	24,6 2	15,17	14,98 2	107,50	45,15	1,12	46,28	153,78
9	4,5	28, 26	10,0*S ₀	19,1 9	40 ,1	27,7 0	17,06 6	16,85 5	120,94	50,57	1,26	51,83	172,77
10	5,0	31, 4	11,16 *S ₀	21,3 2	44 ,6	30,7 8	18,96	18,73	134,38	56,43	1,40	57,84	192,22
11	5,5	34, 54	12,28 *S ₀	23,4 5	49 ,0	33,8 5	20,85 8	20,60	147,82	62,1	1,54	63,64	211,46
12	6,0	37, 68	13,39 *S ₀	25,5 8	53 ,5	36,9 3	22,75 5	22,47 3	161,25	67,71	1,69	69,39	230,64
13	6,5	40, 82	14,51 *S ₀	27,7 1	57 ,9	40,0 1	24,65	24,34 6	174,69	73,4	1,83	75,2	249,89
14	7,0	43, 96	15,6*S ₀	29,8 5	62 ,4	43,0 9	26,55	26,22	188,13	78,88	1,97	80,8	268,98
15	7,5	47, 1	16,74 *S ₀	31,9 8	66 ,9	46,1 67	28,44	28,09 1	201,56 7	84,65	2,10	86,76	288,32
16	8,0	50, 24	17,85 *S ₀	34,1 1	71 ,3	49,2 45	30,34	29,96 4	215,00	90,26	2,25	92,51	307,51
17	8,5	53, 38	18,97 *S ₀	36,2 4	75 ,8	52,3 2	32,23 6	31,84	228,44	95,9	2,39	98,3	326,75
18	9,0	56, 52	20,09 *S ₀	38,3 7	80 ,3	55,4	34,13	33,71	241,88	101,6	2,53	104,1	346,0
19	9,5	59, 66	21,2*S ₀	40,5 1	84 ,7	58,4 8	36,03	35,58	255,32	107,2	2,67	109,9	365,20
20	10, 0	62, 8	22,32 *S ₀	42,6 4	89 ,2	61,5 56	37,92	37,45	268,75 8	112,8	2,81	115,7	384,43
		65 9,4	234,3 75*S ₀	447, 7	93 6, 4	646, 34	398,2 1	393,2 8	2821,9 6	1185, 17	29,52	4036, 65	4053,07

Из таблицы 3.1 видно, что при увеличении площади электродов электроионизационного устройства с 17.56см² до 4115.8 см² масса твердого осадка при очистке питьевой воды возрастает от 0.017мг до 4 мг, т.е масса осадка увеличится в 235 раза. Это означает, что масса осадка, полученное в процессе очистки питьевой воды электроионизационным способом имеет прямую зависимость от площади электродов.

Исходя из таблицы 3.1 определим объем воды, который можно очистить электроионизационным способом при заданных размерах электродов устройства. Для этого скорость воды примем равной 6,25 см/с. Принимая во внимание 3 – 4 – графы таблицы 1 и то, что объем передаваемой населению города Ош воды равен 18000 м³ в сутки, произведены соответствующие расчеты показателей ионизации воды в процентных соотношениях в 1 секунду. Если населению города Ош из ВОС с. Мады подается вода плотностью ρ по трубам поперечным сечением S со скоростью ν , то очевидно, что масса передаваемой населению воды в единицу времени будет равна произведению $\rho S \nu$ [3]. Поэтому, увеличив скорость передаваемой населению воды и определив высоту ионизирующего устройства относительно величины, равной расстоянию прохождения воды в секунду, можно определить общую площадь поверхности электродов.

Полученные результаты приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

к/№	Процент. показатель ионизации воды (%)	Масса ионизируемой воды в 1 секунду (кг)	Площадь поверх. ионизации электродов (м ²)
1.	25	72,33	72,33
2.	50	144,67	144,67
3.	75	217,01	217,0
4.	100	289,35	289,35

Таким образом, для полной очистки питьевой воды с помощью электроионизационного устройства, поступающий в г. Ош требуется увеличить площадь одного электрода до 289 м².

После такой высокой очистки питьевой воды необходимость кипячения воды перед употреблением отпадает. Тогда применение очищенной воды к употреблению уже приведет к экономии электрических ресурсов. Приняв к

сведению о том, что при кипячении воды на основании закона сохранения энергии затрачивается известное количество теплоты на прогревание вещества (графы 9, 10, и 11 таблицы 3), можно определить количество энергии ненужной затраты. Для определения этой энергии, равной этому количеству теплоты, необходимо произвести расчетное определение количества электрической энергии или угля, газа, дров ($Q = c * m * (T - T_0)$)).

Результаты этих расчетов приведены в таблице 3.3. и 3.4. Как видно из таблицы, если состав кипятимой воды в достаточной мере очищен, то не будет излишнего расхода энергии. Также не было бы появления осадков веществ на дне кипятимой емкости и соответственно, экономилась бы энергия.

Таблица 3.3.

к/№	Иониз. (В) потенциал	Иониз. хим. элемент	Масса хим. элемент. (мг/л)	Удел. теплоем. хим. элемент. (Дж/(кг*К))	Масса хим. элем. в составе воды (кг)			Расход. кол. тепла /Для массы хим. элем. в составе воды/ Q *107 (дж)		
					За сутки	За месяц	За год	За сутки	За месяц	За год
	I									
1.	8	Na	191,03		4,776	143,273	1743,16			
		Ca	399,5	655,7	10,0	299,646	3645,7	52,3933	1571,7991	19123,557
		Mo	275,7	248,0	6,9	206,829	2481,948	13,6783	410,35	4924,1848
		Mg	169,9	1012,14	4,247	127,428	1550,374	34,393	1031,7973	12553,534
		Si	167,8	649,45	4,195	125,850	1531,18	21,79586	653,8758	7955,4889
		итого	1204,0	2565,28	30,101	903,027	10952,364	122,26	3667,8209	44556,764
	II									
2.	10	Cd	505,67	234,14	12,64	379,25	4551,03	23,676	710,287	8524,6253
		S	12,59	737,367	0,315	9,447	114,938	1,857565	55,72695	678,0
		итого	518,26		12,955	388,7	4665,968	25,5338	766,0	9202,6253
		Всего	1722,2		43,056	1291,73	15618,332	147,7938	4433,835	53759,389

Таблица 3.4

п/ №	Иониз. хим. элем.	Расход. кол. электр. энер. или топливо /Для нагрева. массы хим. элем. в составе воды/ за сутки				Расход. кол. электр. энер. или топливо /Для нагрева. массы хим. элем. в составе воды/ за месяц				Расход. кол. электр. энер. или топливо /Для нагрева. массы хим. элем. в составе воды/ за год			
		Расчет за электр. энерг. (кВт*час)	Расчет за угол. топливо (кг)	Расчет за газ. топливо (м³)	Расчет за дров. топливо (кг)	Расчет за электр. энерг. (МВт*час)	Расчет за угол. топливо (тонна)	Расчет за газ. топливо (м³)	Расчет за дров. топливо (тонна)	Расчет за электр. энерг. (МВт*час)	Расчет за угол. топливо (тонна)	Расчет за газ. топливо (м³)	Расчет за дров. топливо (тонна)
1.	Na												
	Ca	145,5	19,405	5,943	52,4	4,366	0,582	178,28	1,5720	52,393	7,08	2169,12	19,126
	Mo	38,0	5,066	1,55	13,67	0,137	0,152	46,543	0,41035	13,678	1,82	558,515	4,924
	Mg	95,54	12,74	3,9	34,4	2,866	0,382	117,0	1,03178	34,87	4,649	1423,86	12,553
	Si	6,05	8,0725	2,472	21,8	1,816	0,242	74,164	0,65387	22,1	2,946	902,33	7,955
	Итого	314,6	45,283	13,86	122,26	7,368	1,358	416,0	3,66780	123,0	16,5	5053,83	44,558
2.	Cd	132,1	19,0	5,82	51,34	3,963	0,57	174,6	1,54	47,56	6,845	2095,23	18,482
	S	5,16	0,927	0,21	1,857	0,155	0,021	6,32	0,05572	1,883	2,51	769,02	0,678
	Итого	137,3	19,942	6,03	53,197	4,118	0,5914	180,92	1,596	49,41	9,355	2170,8	19,15
	Всего	451,8	65,2	19,89	175,45	13,55	1,95	596,92	5,26	162,67	23,48	7224,63	63,71

Наряду с этим можно отметить, что полученные в результате электрофизической ионизации осадочные вещества из питьевой воды применяются в соответствующем виде в различных отраслях народного хозяйства и рассматривать их в качестве дополнительного очищенного сырья.

Вышеуказанные показатели рассматриваются как одно из направлений экономии энергетических ресурсов и производства соответствующего сырья.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. Увеличивается производительность очищения воды водоочистителем при увеличении площади поверхности электродов устройства электрофизической ионизации.

2. Получение новых осадочных веществ при электрофизической ионизации веществ, имеющих в составе питьевой можно рассматривать как сырье для дальнейшего практического применения.

3. Использование способа электроионизационного способа очистки питьевой воды можно считать как одно из направлений экономии энергетических ресурсов и уменьшения вредного экологического влияния на организм человека.

Заключение

Сегодня многие просто даже и не задумываются о том, насколько важно для организма употребление качественной питьевой воды. Качество питьевой воды напрямую влияет на наше здоровье. Достаточно сказать о том, что более половины всех болезней связаны с употреблением некачественной питьевой воды. Плохая вода – одна из основных причин многих заболеваний, а зачастую диагностируют и лечат уже последствия. Все чаще водопроводная вода по своему составу напоминает химическую и бактериологическую смесь, опасную для нашего здоровья. В ней очень много самых разных твердых частиц, солей тяжелых металлов, мельчайшей ржавчины, органических соединений, нефтепродуктов, опасных микроорганизмов, различных химических соединений, многие из которых являются сильными канцерогенами (например, некоторые соединения хлора с органикой).

Многое из того, что перечислено это результат «вторичного загрязнения» воды в водопроводных сетях. Серьезный износ и плохое состояние водопроводных сетей стали главной причиной «вторичного загрязнения». А постоянное хлорирование воды на водоочистных станциях – прямая связь с возникновением злокачественных опухолей. Только представьте себе – хлорированная вода на 30 % ускоряет процесс старения. А, по мнению ученых, питьевая вода хорошего качества способна увеличить среднюю продолжительность жизни на 20-25 лет!

Кипячение и отстаивание, к сожалению, не решают всех проблем, а многие даже усугубляют. А бутилированная вода часто ничем не лучше, чем вода из водопроводного крана.

Метод электрической ионизации позволяет очищать питьевую воду до высочайшего уровня качества.

Степень очистки это еще не единственный плюс. Благодаря от применения эффекта электрической активации вода обеззараживается и

приобретает еще ряд целебных свойств – структурируется, в ней сохраняются многие полезные соли и микроэлементы.

Литература

1. Эмомото М. Послания воды: Тайные коды кристаллов льда. София, 2005.-95с.
- 2.Эмомото М. Энергия воды для самопознания и исцеления. София, 2006.-96с.
3. Бембель Е.И. Память воды. Современный взгляд на эффект памяти воды. ООО «Геофон», Тюменский государственный нефтегазовый университет. // www.geofon.ru/art/art_26_geofon.doc
4. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Химия воды и микробиология. М: Стройиздат, 1983.-345с.
5. Аксенов С.И. Вода и ее роль в регуляции биологических процессов. М.: Наука, 1990.-120с.
6. Белая М.Л., Левадный В.Г. Молекулярная структура воды. М.: Знание, 1987.-64с.
7. Эйзенберг Д., Кауцман В. Строение и свойства воды. Л.: Гидрометеиздат, 1975. - с.
8. С.В. Зенин. Структурированное состояние воды как основа управления поведением и безопасностью живых систем. Диссертация. Доктор биологических наук. Государственный научный Центр «Институт медико-биологических проблем» (ГНЦ «ИМБП»). Защищена 1999. 05. 27. УДК 577.32:57.089.001.66.207 с. Библиогр.: 213 назв.
9. М.В.Курик. О фрактальности питьевой воды. //Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. 2001. №3.
10. Беспамятнов Г.П.,Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде Л.: Химия 1987.-245с.
11. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. М: Стройиздат, 1977.-278с.
12. Абрамович С.Ф. Раппорт Я.Д. Тенденции развития водоснабжения городов за рубежом. Обзор М.: ВНИИИС, 1987.-187с.

13. А.с. SU 1223956 (1986.04.15). Установка для очистки воды.
14. ГОСТ Р 51871-2002. Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения.
15. Унифицированные методы исследования качества воды. 2-е издание СЭВ. Москва. 1974. -380с.
16. Нанотехнологии в очистке питьевой воды: за и против. Расчёты, испытания, отчёты, экспертизы. - http://vik-nik-2009.narod.ru/VODA_june.pdf.
17. Ташполотов Ы. Акматов Б. Ж. Очистка электрофизической ионизацией подаваемой населению города Ош воды из ВОС с. Озгур//Научно-технический журнал Кыргызско-Узбекского ун-та. Наука.Образование. Техника, 2010, №2.
18. Акматов Б. Ж. Суюк аралашманын курамындагы химиялык элементтердин толук оздук массаларын электрофизикалык ионизациялоо ыкмада аныктоо. // Наука и новые технологии, 2010, №1.
19. Шангин-Березовский Г.Н., Лазарева Н.Ю. Возможность замены минеральных удобрений на воду с памятью о них для развития растений. Москва. МНТЦ ВЕНТ. 1991. Препр.№9.
21. Бембель Е.И.. Шантарин В.Д. Практическое использование свойства «памяти» воды. Материалы 4-ой региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Новые технологии – нефтегазовому региону.Тюмень,ТюмГНГУ, 2005.
22. Бембель Е.И., Шантарин В.Д. Использование свойства памяти воды для энергозащиты человека.Международная конференция... Москва,2006.