**Обзор литературы.**

Проблема внедрения экологически безопасных методов очистки воды и воздуха становится все актуальнее. В свете этого заслуживает внимание озонирование — технология очистки, основанная на использовании озона. Газ озон – предмет моего исследования. Чтобы лучше разобраться в его природе, я решил обратиться к некоторым источникам в сети Интернет.

*Небольшой экскурс в историю:*

* Впервые газ озон был замечен, но не открыт в 1785 г. голландским физиком Ван Марумом. Проводя опыты с электричеством, он обратил внимание на запах при образовании искр в электрической машине и на окислительные способности воздуха после пропускания через него электрических искр.
* В 1840 г. немецкий ученый Шейнбейн занимаясь гидролизом воды пытался с помощью электрической дуги разложить её на кислород и водород. И тогда он обнаружил, что образовался новый, доселе не известный науке газ со специфическим запахом. Имя «озон» было присвоено газу Шейнбейном из-за характерного запаха и происходит от греческого слова «озиен», что значит «пахнуть».
* Впервые в 1891 г. Охмюллер на основе практических исследований показал, что озоном можно уничтожать бактерии тифа и холеры. Механизм воздействия окислителя состоит в разрушении бактерий путем инактивации бактериальных протеинов, т. е. диффузией через мембрану клетки в цитоплазму с поражением жизненных центров.
* 22 сентября 1896 г. изобретатель Н. Тесла запатентовал первый генератор озона.

*Экскурс в физику:*

* Озон может существовать во всех трех агрегатных состояниях. При нормальных условиях озон – газ голубоватого цвета. Температура кипения озона – 112оС, а температура плавления – 192оС .
* Благодаря своей химической активности озон имеет очень низкую предельно-допустимую концентрацию в воздухе (соизмеримую с ПДК боевых отравляющих веществ) 5·10-8 % или 0,1 мг/м3, что в 10 раз больше обонятельного порога для человека.

*Экскурс в химию:*

* Озон в отличие от атомарного кислорода является относительно устойчивым соединением. Он самопроизвольно разлагается при высоких концентрациях, при этом чем выше концентрация, тем выше скорость реакции разложения. При концентрациях озона 12-15 % озон может разлагаться со взрывом. Следует также отметить, что процесс разложения озона ускоряется с ростом температуры, а сама реакция разложения экзотермична и сопровождается выделением большого количества тепла.
* Озон является одним из сильнейших природных окислителей. Озон окисляет все металлы за исключением золота и группы платины, доокисляет оксиды серы и азота, окисляет аммиак с образованием нитрита аммония.
* Озон активно вступает в реакцию с ароматическими соединениями с разрушением ароматического ядра. В частности озон реагирует с фенолом с разрушением ядра. Озон активно взаимодействует с насыщенными углеводородами с разрушением двойных углеродных связей.
* Взаимодействие озона с органическими соединениями находит широкое применение в химической промышленности и в смежных отраслях. Реакции озона с ароматическими соединениями легли в основу технологий дезодорации различных сред, помещений и сточных вод.

*Биологические свойства:*

Несмотря на большое количество исследований, механизм биологического воздействия озона недостаточно раскрыт, что и дает некоторый толчок к проведению моей работы. Ученым известно, что при высоких концентрациях озона наблюдаются поражения дыхательных путей, легких и слизистой оболочки. Длительное воздействие озона приводит к развитию хронических заболеваний легких и верхних дыхательных путей. Воздействие малыми дозами озона оказывает профилактическое и терапевтическое воздействие и начинает активно использоваться в медицине - в первую очередь для дерматологии и косметологии. Кроме большой способности уничтожения бактерий озон обладает высокой эффективностью в уничтожении спор, цист (плотные оболочки, образующиеся вокруг одноклеточных организмов, например, жгутиковых и корненожек, при их размножении, а также в неблагоприятных для них условиях) и многих других патогенных микробов. Являясь международным стандартом свежести воздуха, озон устраняет практически все неприятные запахи, снижает токсичность окружающей среды, нейтрализуя такие газы, как сероводород, аммиак, окись углерода, обеспечивая полную деструкцию фенола, стирола, изопрена, хлорсодержащих соединений. Итак, человечество научилось пользоваться бактерицидным эффектом озона. В частности, озон на 99.9% убивает вредные микробы, находящиеся в воздухе; на 100% убивает кишечную палочку; на 95.5% справляется с стафилококком и на 99.9% устраняет золотистых и белых стафилококков. Исследования показали, что после 15 минут обработки воздуха озоном, находящиеся в нём вредные микроорганизмы полностью погибают. Озон на 100% эффективен против вируса гепатита и вируса PVI, на 99% против вируса грипп; на 100% уничтожает различные виды плесени. Растворенный в воде озон на 100% справляется с чёрной плесенью и дрожжевыми грибками.

Озонирование используется для:

— дезинфекции;

— дезодорации;

— обработки пищевых продуктов (мясо, рыба, овощи, фрукты, яйца);

— очистки воздуха;

— отбеливания белья или придания ему цветности

— устранения хлора;

— обработки полости рта;

— оздоровления желудочно-кишечного тракта;

— устранения грибковых заболеваний.

Для получения озона требуется самый распространенный на Земле элемент — кислород, содержащийся в окружающем нас воздухе в безграничных количествах. Аппарат, который будет использован в опыте, – озонатор «TDYS» модель LF-V7, – устройство для получения озона. Озон – газ чистоты, созданный самой природой из воздуха, воды, солнца и электричества. В наше время озон стал доступен каждому. Я, например, могу пользоваться им, не выходя из дома, пользуясь портативным аппаратом. 50 молекул озона на миллион молекул воздуха и в комнате нет вирусов, грибков и бактерий. Немного озона в воду и она освободится от химических и органических примесей. Озон уничтожает все известные микроорганизмы: вирусы, бактерии, грибки, водоросли, их споры, цисты простейших и т. д. Как доказали ученые, не существует и не может возникнуть устойчивых к озону форм микробов. Озон удаляет некоторые запахи и привкусы, которые некоторым людям кажутся неприятными. Озонирование не придаёт дополнительных вкусов и запахов, не изменяет кислотность воды и не удаляет из неё необходимые человеку вещества.

Итак, основные **преимущества** метода озонирования воды:

* разлагаясь, озон обогащает воду кислородом;
* при окислении озоном органических соединений не образуется каких-либо опасных для здоровья вторичных продуктов;
* озон не удаляет из воды необходимые организму ионы Ca, Mg, K, Na и т. п.;
* озон губителен для любых микроорганизмов, которые могут встретиться в воде, в том числе и устойчивых к другим дезинфицирующим средствам;
* озон действует в течение секунд и уничтожает микроорганизмы в сотни раз быстрее, чем любые другие дезинфекторы;
* озон вырабатывается на месте, не требуя хранения и перевозки.

**Недостатки**:

* метод является дорогостоящим (бытовой озонатор $≈$ 10.000 руб.);
* озон – токсичный газ, поэтому любое его использование требует тщательного контроля техники безопасности;
* из-за насыщения воды озоно-воздушной смесью она приобретает высокую окислительную способность и становится коррозионно-активной, что требует использования оборудования и материалов, стойких к озону (трубы из ПВХ или нержавеющей стали, реакторы и емкости для хранения озонированной воды из ПВХ или бетона) и т. п.;
* при неправильном подборе режима озонирования воды и дозы озона возможно образование побочных продуктов окисления, которые плохо удаляются в процессе очистки и могут быть более токсичны, чем исходные загрязнения. В некоторых случаях озонирование воды может вызвать ухудшение процессов коагуляции и, более того, привнести в обрабатываемую воду химические загрязнения в повышенных концентрациях, например, фенолов;
* непродолжительность воздействия (это связано с тем, что озон быстро разлагается в воде и не обладает пролонгирующим бактерицидным действием);
* при озонировании воды многие органические загрязнения подвергаются деструкции, в результате увеличивается количество биоразлагаемых соединений, в воде повышается концентрация так называемого «ассимилируемого органического углерода», который легко усваивается микроорганизмами, способствуя их жизнедеятельности. Это создает благоприятные условия для повторного бактериального загрязнения очищенной воды.

*Преимущества озонирования над хлорированием:*

Наряду с озонированием, на водоочистительных станциях нередко применяют хлорирование. Преимуществом озонирования воды над хлорированием является неспособность озона, в отличие от хлора, к реакциям замещения. Особенностью озона является и быстрое разложение в воде с образованием кислорода, т. е. озон обладает практически полной экологической безопасностью. По традиционной схеме улучшение качества воды обеспечивается тремя процессами:

* для обесцвечивания воды применяется коагуляция.
* улучшение органолептических свойств воды достигается при помощи сорбционных методов.
* для обеззараживания воды применяется хлорирование.

Необходимость использования трех различных процессов усложняет технологию обработки воды. При использовании коагулянтов в воду вносятся дополнительные загрязнения. Из-за значительной стоимости сорбционных загрузок часто приходится отказываться от улучшения вкусовых свойств воды. Использование хлора приводит к образованию в воде упомянутых хлорорганических соединений, оказывающих на нее отрицательное воздействие. При озонировании же, процесс многократно упрощается.

Итак, в своей работе я намереваюсь убедиться в преимуществах озонирования.

**Список литературы.**

1. «Озон» (статья в Википедии).

[http://ru.wikipedia.org/wiki/Озон](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B7%D0%BE%D0%BD)

1. «Озонирование» (статья в Википедии).

[http://ru.wikipedia.org/wiki/Озонирование](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5)

1. «Озонирование воды».

<http://www.mediana-filter.ru/water_filter_ozon.html>

1. «Озонатор «TDYS» модель LF-V7».

<http://www.otvet.su/tovar.php?gid=3063>

1. «Озонирование воды. Преимущества и недостатки».

<http://www.water.ru/bz/param/ozon2.shtml>

1. «Обеззараживание воды. Озонирование воды – дорого, но эффективно».

<http://www.aquaexpert.ru/enc/articles/ozon/>