# **ВВЕДЕНИЕ**

В наше время вопрос обеззараживания особенно важен. Во время пандемии covid-19 именно стерильность воздуха и жидкостей спасла множество жизней в больницах.

Даже в спокойное от болезней время не стоит забывать об обеззараживании. В настоящее время чаще используются фильтры для очистки воды, и хлор для обеззараживания. А для воздуха используют фильтры для удаления частиц пыли и ультрафиолетовые лампы для стерилизации. Но насколько эффективны данные способы очистки по сравнению с методами с использованием озона? Главное свойство озона – высокая окислительная и обеззараживающая способность. Из-за этого газ эффективен против вирусов и бактерий. Исходя из этого, можно выдвинуть **гипотезу**: возможно ли собрать в домашних условиях устройство для обеззараживания среды.

Таким образом, **цель проекта** **–** создать устройство для генерации озона из воздуха – озонатор.

**Задачи**:

1. Рассмотреть способы применения озона для обеззараживания различных сред
2. Обозначить необходимые компоненты для создания озонатора
3. Собрать озонатор
4. Испытать устройство в действии.

Основной **метод исследования**: экспериментально-теоретический.

**Предметом** моего исследования является газ озон О3 – аллотропная модификация кислорода, отличающаяся от него дополнительным атомом кислорода в молекуле, **объектом** – обеззараживающие свойства данного газа, а также прибор для его производства – озонатор.

**Актуальность** характеризуется важностью очистки воды и воздуха для жизнедеятельности человека особенно в современном мире.

# **ГЛАВА I. Варианты использования озона**

 Как уже было сказано ранее, озон является аллотропной модификацией кислорода, следовательно, он также является сильным окислителем. Его окислительные свойства почти в 600 раз сильнее чем у хлора[1]. Из-за этого озон можно использовать для обеззараживания воздуха, воды и прочих тел.

 Высокая окислительная способность, дешевизна производства озона позволяет в скором времени заменить хлор в некоторых задачах. Например, при обработке и дезинфекции воды в водопроводах можно использовать озон вместо хлора. Также этот газ можно использовать для очистки воздуха. Озон отлично устраняет неприятные запахи, а также уничтожает бактерии. Через некоторое время озон без следа распадется на обычный кислород. Озон может применяться в медицине, а именно в озонотерапии. Он используется в виде струи газа или растворенным в воде.

Безусловно, высокая концентрация озона, как и всех остальных газов, может навредить человеку, однако, озон не стабилен, и его период полураспада составляет всего 30 минут.

1.1 Озон для очистки воздуха

Чистый воздух — это залог здоровья. В настоящий момент для очистки воздуха чаще всего используют механические фильтры, улавливающие крупные частицы пыли, и угольные для улавливания запахов и токсинов[2]. Для обеззараживания используют метод кварцевания, а именно обработку ультрафиолетовым излучением. Оно отлично уничтожает все микроорганизмы.

 Озон, как и угольный фильтр, прекрасно уничтожает неприятные запахи, однако он не в силах справиться с токсинами в воздухе. Также озон бесполезен при очистке воздуха от крупных загрязнений, таких как пыль. Для очистки воздуха гораздо эффективнее использовать стандартные методы.

Озон также хорошо справляется с микроорганизмами. Из-за высокой окислительной способности его молекулы повреждают внешнюю оболочку бактерий, что приводит к их гибели. Но для обеззараживания помещений озоном необходимо учитывать несколько факторов.

Средний объём воздуха в школьном кабинете около 175 м3. Концентрация озона, необходимая для уничтожения микроорганизмов равна 0.8 – 2.3 г/м3. Нужно учитывать, что при возрастании концентрации озона производительность озонатора линейно уменьшается, а энергозатраты (Вт\*г/ч) увеличиваются по экспоненте [Рис. 2], а также то, что задолго до достижения необходимой концентрации озона газ начнёт распадаться на кислород. Чтобы этого избежать, можно поставить несколько маломощных озонаторов в кабинет или 1 мощный, и подавать на вход воздух с наибольшим содержанием кислорода, а именно с улицы.

 УФ лампы хорошо уничтожают микроорганизмы. Также их можно использовать, когда в помещении находятся люди. При обработке озоном людям не рекомендуется находиться в помещении, так как концентрация озона более 0.1 мг/м3[3] в воздухе опасна для человека.

I.2 Озон для обработки воды

Вода — самый главный ресурс, необходимый для существования всего живого на планете. Но в грязной воде содержится огромное количество патогенных микроорганизмов. От них избавляются на водоочистных сооружениях с использованием физических и химических методов. От крупных частиц избавляются с помощью фильтров и отстойников, а от бактерий, обычно, с помощью хлорирования[4].

 При растворении озона в воде этот газ, как уже было сказано ранее, уничтожает патогенные микроорганизмы, позволяя отказаться от использования хлора. В результате сравнения хлорированной и озонированной воды было выяснено, что хлор убивает 99% кишечной палочки, 70% вирусов, 50% паразитирующих простейших всех стадий развития, находящихся в воде. В то время как озон уничтожает до 100% всех вышеперечисленных организмов. Он также способен разрушать органические соединения, а именно органический углерод и хлорорганические соединения, в то время как хлор лишь образует другие соединения[5].

 Немаловажным критерием качества воды является наличие ионов лёгких и тяжёлых металлов. При попадании в организм они накапливаются и вредят человеку. При озонировании воды до 90% ионов тяжёлых металлов окисляются до нерастворимых оксидов и выпадают в осадок, который можно отделить без особого труда. Хлор, в отличии от озона, никак не реагирует на ионы металлов[5].

 Например, океанариумам гораздо лучше использовать озонированную воду вместо хлорированной. Ведь она практически не нуждается в отстаивании, а также через некоторое время озон в воде распадается на кислород, повышая концентрацию этого газа до 100%. Хлорированную воду необходимо отстаивать для испарения оставшегося хлора, а также дополнительно насыщать кислородом, ведь хлор снижает концентрацию кислорода в воде до 50%[5].

 Для обеззараживания уже отфильтрованной воды достаточно 0.75 мг/л озона, а для обеззараживания о осветления грязной воды концентрация может доходить до 5 мг/л.

# **ГЛАВА I****I. Сборка генератора озона**

Озонатор — устройство для получения озона (O3). Общий принцип его работы достаточно прост. В основе устройства лежит трансформатор, повышающий входное напряжение до нескольких тысяч вольт, чего достаточно для создания коронного разряда. Кислород, входящий в состав воздуха, продувается через трубку с коронным разрядом. Под влиянием высокого напряжения молекулы кислорода перестраиваются в молекулы озона. Процесс описывается уравнением: $3O\_{2}\rightarrow 2O\_{3}$

Для сборки платы были куплены следующие радиодетали: плёночные конденсаторы ёмкостью 0.47 и 1 uf, рассчитанные на 400V, диодный мост GBU3510, рассчитанный на 600V, тиристор BT151-800, а также макетная плата. Все компоненты имеют запас по силе тока и напряжению. Кроме этих компонентов на плату были установлены стабилитроны Д816Д, имеющие мощность 5Вт. После тумблера включения питания последовательно со всеми остальным схемам для защиты устройства от короткого замыкания. Озонатор питается от электросети 220V переменного тока.

Работает устройство так. Во время полупериода сетевого напряжения через диодный мост V1-V4 заряжается конденсатор С2. Тиристор V5 при этом закрыт, после зарядки конденсатора C2 ток через стабилитроны V7 и V6 подаётся на управляющий электрод тиристора. При этом тиристор открывается. В этот момент конденсатор С1 разряжается через первичную обмотку трансформатора. Во вторичной обмотке появляется импульс высокого напряжения (трансформатор повышающий). И так — каждый полупериод сетевого напряжения. [Рис. 1]

Для подачи воздуха в разрядник используются вентиляторы на 12V. Для понижения напряжения был использован трансформатор с понижающим коэффициентом 18,33. Так как вентилятор рассчитан на постоянное напряжение, а на выходе с трансформатора – переменное, было принято решение установить на выход трансформатора диодный мост.

Для появления коронного разряда необходимо напряжение не менее 10KV. Для получения высокого напряжения в озонаторе используется трансформатор марки ТВС 110 с отношением витков 13:900, с повышающем коэффициентом 69,64. При такой конфигурации выходное напряжение будет равняться 15,230КВ[7]. Данная цепь соединена параллельно с основной платой во избежание уменьшения напряжения как при последовательном соединении.

Схема устройства является доработанной схемой преобразователя напряжения для аэроионизатора на лампе Чижевского. Принцип работы схемы озонатора основывается на генерации импульсов, которые в следствии усиливаются трансформатором[6].

При сборке необходимо хорошо изолировать все места пайки, ведь контакт проводов с корпусом может вызвать короткое замыкание, что крайне опасно.

Проверка заключается в осмотре работающего прибора на перегревающиеся соединения проводов и компоненты. Если нагрев будет чрезмерным, это означало бы, что нарушена пайка компонента.

# **Заключение**

Цель проекта достигнута - устройство для получения озона – озонатор было собрано. Прибор работает исправно. Я подтвердил свою гипотезу – в домашних условиях возможно собрать устройство для обеззараживания сред. Оно состоит из схемы генерации импульсов, трансформатора и разрядника, в которой кислород перестраивается в озон под действием высокого напряжения.

* + - 1. Были рассмотрены способы применения озона для обеззараживания различных сред
			2. Обозначены необходимые компоненты для создания озонатора
			3. Был собран озонатор
			4. Устройство испытано в действии.

Лучше всего озон подходит для очистки и обеззараживания воды. Метод стерилизации воздуха озоном имеет некоторые недостатки.

В ходе разработки устройства случались ошибки. Самая грубая из них это неправильная установка понижающего трансформатора, питающего вентилятор, из-за чего сгорел диодный мост и трансформатор.

В качестве дальнейшего развития изделия есть следующие направления:

1. Измерение производительности устройства с помощью газоанализатора для определения эффективности озонатора.
2. Увеличение диаметра и длинны разрядника или установка более мощного трансформатора для повышения производительности прибора.
3. Установка компрессора на вход разрядника для обработки озоном воды.

Мою схему озонатора можно собрать, потратив менее 2000 рублей

# Список литературы

1. Озон [Электронный ресурс]: интернет-энциклопедия. – режим доступа к ресурсу.: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B7%D0%BE%D0%BD>
2. Штокман Е.А. Очистка воздуха [Текст] / Е.А. Штокман    – Москва: Издательство ассоциации строительных ВУЗов, 2006. – 306 с.
3. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Текст]. – Москва: ИПК Стандартинформ, 2007. – 7 с.
4. Фрог Б.Н. Водоподготовка Учебное пособие для вузов [Текст]/ Б.Н. Фрог, А.П. Левченко.-Москва: МГУ, 1996. – 680 с.
5. Использование озона в водоподготовке [Электронный ресурс] – режим доступа к ресурсу.:https://www.c-o-k.ru/articles/ispol-zovanie-ozona-v-vodopodgotovke
6. Иванов, Б.С. Электроника в самоделках [Текст] / Б.С. Иванов    – Москва: ДОСААФ, 1981. – 239 с.
7. Силовые трансформаторы. Справочная книга [Текст].  – Москва: Энергоиздат, 2004. – 617 с.

# Приложение

Рисунок 1



Рисунок 2

