

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.384.637: 542.67

Шульга Дмитрий Александрович

Устройство на основе диэлектрического барьерного
разряда для инактивации вирусов в жидкости

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-38 80 02 «Оптические и оптико-электронные приборы и
комплексы»

Научный руководитель
Осипов Анатолий Николаевич

к.т.н, доцент

Минск 2020 г.

ВВЕДЕНИЕ

Вода составляет большую долю от всех жидкостей, подвергающихся очистке. Дефицит чистой воды является глобальной проблемой в современном мире, так как с каждым годом потребляется все больше водных ресурсов.

Вследствие роста темпов загрязнения источников водоснабжения большое количество людей испытывают нехватку пригодной к употреблению воды. При резком увеличении промышленно-бытовых сбросов предприятий, водоемы уже не могут очиститься естественным способом от значительного загрязнения. В связи с этим возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их. Для решения этой задачи существует достаточно много методов, из которых можно выделить фильтрацию, сорбцию ионный обмен, обратный осмос, ультрафиолетовое облучение, обработку воды озоном, соединениями активного хлора, ионами серебра или йода.

Освобождение сточных вод от загрязнения – вынужденное и дорогостоящее мероприятие, представляющее собой довольно сложную задачу, связанную с большим разнообразием загрязняющих веществ и появлением в их составе новых соединений.

Существующие методы имеют ряд недостатков, поэтому было предложено использовать плазменный метод очистки.

Процесс образования радикалов ОН делает плазменный способ более чем вдвое эффективным по сравнению с другими технологиями окисления. Модульная конструкция разрядных устройств обеспечивает простоту использования установки и экономичность по сравнению с оборудованием, работающим по технологии ОЗ/УФ. Плазменная технология сочетает эффективность с невысокими затратами. В первую очередь такие системы будут востребованы там, где особенно нуждаются в экологически безопасном повторном использовании воды.

Последние исследования выявили, что низкотемпературная плазма, вследствие своей селективности, при воздействии даже малых доз эффективно инактивирует микроорганизмы в жидкостях. Устройство для генерации низкотемпературной плазмы является технически несложным, энергетически малозатратным и экологически безопасным инструментом для стерилизации жидкостей. Растущая потребность медицины в средствах инактивации свидетельствует об актуальности выбранной темы.

Для усовершенствования метода инактивации микроорганизмов атмосферной плазмой необходимо провести дополнительные исследования, чтобы определить форму сигнала, при которой порог зажигания будет минимальным. Для решения этой задачи необходимо разработать новое устройство.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами

Последние исследования выявили, что низкотемпературная плазма, вследствие своей селективности, при воздействии даже малых доз эффективно инактивирует микроорганизмы в жидкостях. Устройство для генерации низкотемпературной плазмы является технически несложным, энергетически малозатратным и экологически безопасным инструментом для стерилизации жидкостей. Растущая потребность промышленности, медицины, сельского и коммунального хозяйства в средствах инактивации свидетельствует об актуальности выбранной темы.

Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (научный руководитель – к.т.н., доцент Осипов А.Н.).

Цель и задачи исследования

Цель данного исследования – разработать простое устройство для инактивации микроорганизмов в жидкости с помощью атмосферной плазмы.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие основные задачи:

- разработать устройство и методику для проведения исследования плазмы, генерируемой различными способами;
- исследовать влияние формы сигнала на потребляемую плазмой мощность.

Личный вклад соискателя

Все основные результаты, изложенные в диссертационной работе, получены при непосредственном участии соискателя. Научному руководителю А.Н. Осипову принадлежат постановка ряда основных задач и интерпретация полученных результатов.

Апробация результатов диссертации

Результаты исследований, включенные в диссертацию, докладывались на следующих международных и республиканских конференциях: 55-я Юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 22-26 апреля 2019 года); 12-я Международная научно-техническая конференция молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения» (17-19 апреля 2019 года); 56-я Научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 18-20 мая 2020 года).

Опубликованность результатов диссертации

По материалам диссертации опубликовано 4 печатные работы в сборниках трудов и материалах международных конференций. Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 4 авторских листа.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников. Общий объем диссертационной работы составляет 44 страницы, из них 38 страниц основного текста, 36 рисунков, 1 таблица, список использованных источников из 33 наименований.

Библиотека БГУИР

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников из 33 наименований. Общий объем диссертации 44 страницы, в том числе 36 иллюстрации и 1 таблица.

Во введении приводится обоснование актуальности работы.

Первая глава носит обзорный характер. В ней приводятся виды и методы генерации плазмы, факторы воздействия холодной плазмы на микроорганизмы, оборудование медицинского назначения на основе холодной плазмы.

Вторая глава посвящена разработке методики проведения исследований. Была спроектирована конструкция экспериментальной установки и разрядного устройства, определён порядок проведения исследований.

В третьей главе рассматривается схемотехническая реализация устройства для генерации холодной атмосферной плазмы.

В четвертой главе диссертации представлены результаты исследования зависимости силы потребляемого тока от заданного минимального напряжения для различных форм сигнала. Были выявлены наиболее эффективные для дальнейшего использования формы сигнала.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отсутствие громоздких и энергоёмких вакуумных систем, возможность обработки больших объёмов жидкости, оперативность и универсальность применения, невысокая цена обеспечивают преимущества перед аналогами.

В результате выполнения магистерской диссертации были выполнены следующие задачи:

- проведен обзор литературы, включающий методы генерации ХАП, рассмотрены существующие конструктивные решения генерации атмосферной плазмы;

- разработано оригинальное устройство для исследования плазмы, позволяющее получать на выходе как переменное, так и постоянное высокое напряжение;

- разработана методика обработки жидкостей атмосферной плазмой, которая позволяет инактивировать микроорганизмы без использования химикатов;

- определена форма сигнала, оптимальная для зажигания плазмы. Half sine имеет наименьшую мощность зажигания, поэтому является наиболее эффективным для дальнейшего использования. Наиболее близкими являются Up ramp и Gate sine.

Результаты магистерской диссертации могут быть использованы при проектировании систем на основе атмосферной плазмы для очистки жидкости.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1] Шульга, Д. А. Устройство на основе диэлектрического барьерного разряда для инактивации микроорганизмов / Д. А Шульга, И.Н. Кандрукевич// Материалы 12-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения», г. Минск / БНТУ; редкол.: О. К. Гусев [и др.]. – Минск, 2019. – С. 175.

[2] Шульга, Д. А. Система генерации плазмы для очистки жидкости / Д. А. Шульга// 55-я юбилейная конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 22-26 апреля 2019 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тезисы докладов. – Мн. – 2019. – XXX с.; ил. – Минск, 2019.

[3] Шульга, Д. А. Устройство на основе диэлектрического барьерного разряда для озонирования воды / Д. А Шульга, И.Н. Кандрукевич// Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых «Инновационные материалы и технологии 2020», г. Минск. –Минск, 2019. – С. 586.

[4] Шульга, Д. А. Система генерации плазмы для очистки жидкости / Д. А. Шульга// 56-я юбилейная конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 22-26 апреля 2020 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тезисы докладов. – Мн. – 2020. – XXX с.; ил. – Минск, 2020.