

УДК 537.523.3



*А.Д. Булат¹, В.М. Филенков²,
В.А. Обрубов², Н.Л. Бобков¹,
О.В. Литовченко¹*

¹ООО НПК «АкваПротех»

² Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Тольяттинский филиал

ЭФФЕКТЫ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ

Статья посвящена природоподобным технологиям обеззараживания. Рассмотрен активный этап грозы с позиций воздействующих обеззараживающих факторов. На базе анализа значимых факторов воздействия, влияющих на эффективность обеззараживания, делается вывод о характеристиках конструкции. Блок устройства обеззараживания воды безреагентным способом выполнен как двухкамерный реактор коронного разряда на поверхность воды переливной шандоры восходящих и нисходящих потоков, где активация ФХП, насыщение озоном, воздействие электромагнитного α -, β -, γ -излучения приводят к росту эффективности процесса обеззараживания воды.

Гроза, природные технологии, обеззараживание, факторы воздействия, коронный разряд, электромагнитные α -, β -, γ -излучения, конструкция.

Существующие способы поддержания высокого качества окружающей среды многообразны и многогранны, но не всегда эффективны и не могут конкурировать с природными технологиями самоочищения экосистем. Явление самоочищения биосферы как естественное обезвреживание загрязнителей окружающей среды повышает уровень эволюционного развития цивилизации. Использование же природоподобных технологий по очистке водно-воздушного бассейна является необходимым и достаточным условием снятия антагонизма между биосферой и техносферой.

Грозовая деятельность как действующая технология очистки и обеззараживания воздушно-водного бассейна земли (*после грозы воздух чист, насыщен ионами, земля пропитана водой с Ph, близкой к нейтральной*) подсказывает техническую реализацию процесса очистки водо-воздушных смесей.

Исследования показывают, что бактерии попадают в облака посредством их всасывания тучей, тем самым обеспечивается их транспорт, обеззараживание до определенного уровня и посев по территориям.

Технологическое решение с соответствующим уровнем эффективности, при котором обеспечивается как необходимая степень инактивации бактерий, так и показатели качества воды (рН, цветность, вкус и запах), находится в самом механизме воздействия факторов грозообразования на воздушно-водную среду [1].

Реализация эффектов обеззараживания и очистки посредством этих факторов может быть представлена устройством блочного типа, состав и принцип действия которого основан на аналогии периодам формирования и прохождения грозовой деятельности в атмосфере (рис. 1).

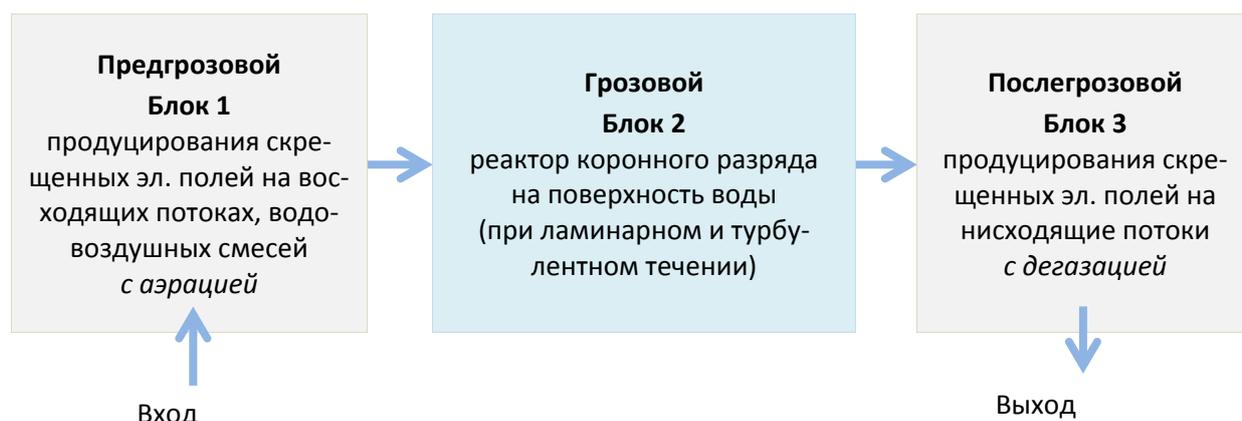


Рис. 1. Ассоциативная схема технологии обеззараживания на эффектах атмосферного электричества

Предгрозовой период характеризуется факторами воздействия грозовой деятельности на биосферу Земли. Формирование облаков как период воздействия определяется естественной конвекцией, рельефом местности, возникновением тёплых и холодных атмосферных фронтов, циклонами.

Возникающие при этом эффекты характеризуются: адиабатным расширением, орографическим подъёмом масс, восходящим скольжением масс, закручиванием воздушных масс к центру депрессии.

Для блоков № 1 и № 3, разработанных в соответствии с аналогично действующими факторами предгрозового и послегрозового периода, *характерно воспроизводство*: эффекта закрученного водовоздушного потока, воздействия электрического поля и кавитации как факторов обеззараживания.

Обеззараживание может быть представлено как результат синергетического силового действия электрического поля, кавитации и эффекта закрученного водовоздушного потока. Происходят процессы межфазного, структурного и энергетического взаимодействия на уровне молекулярных, атомных и ионных связей, открываются новые возможности для реализации прорывных технологий с получением показателей, которых невозможно достичь с помощью существующих технологий и оборудования. Механизм воздействия показан в ряде публикаций авторов [1-2].

Сочетание обработки воды с применением электро-полевой, вихревой и кавитационных технологий позволяет устранить основные недостатки известных устройств по обеззараживанию (низкая эффективность, высокая энергоёмкость, химреагенты, эксплуатационные расходы). Однако после этого воздействия Ph требует корректировки, ряд химических реакций не инициирован, нарушение биосинтеза ДНК не всегда достигается, только при двойном разрыве спирали ДНК наступит повреждение генетического аппарата клетки.

Развитие грозового периода по метеорологической оценке характеризуется следующим состоянием: дождевое облако развилось до максимального и достигло «запирающего» слоя – тропопаузы, – вследствие чего вертикальное развитие с вершины начинает развиваться в горизонтальном направлении. Зарождается «наковальня» – перистые облака из ледяных кристалликов. В облаке конвективные потоки создают восходящие потоки снизу к вершине облака, а осадки организуют нисходящие потоки от вершины облака к основанию. Конвекция приводит к развитию гроз. Существуют грозы с инверсной структурой зарядов (отрицательным зарядом в верхней части облака и положительным зарядом во внутренней части облака), а также со сложной структурой (множество зон объёмных зарядов разной полярности). Напряженность электрического поля между объёмными зарядами порождает силовое действие на структуры и массу электрических разрядов с ионизирующим электромагнитным излучением.

Данная характеристика позволяет выполнить модуляцию устройства обеззараживания, используя методы аналогий физических процессов периода. Известен метод очистки воды коронным разрядом на ее поверхности, он рассматривается как один из электроразрядных методов обработки воды с малым химическим потреблением озона.

Такой подход является простым и надежным методом, характеризующимся малыми удельными энергозатратами, и может быть применен *при модулировании устройства* по аналогии физических признаков формирования основного грозового периода [3].

Активный грозовой период как природный фактор воздействия на биосферу характеризуется тем, что под действием ионизирующих излучений « α , β , γ » идет разложение химических соединений, образуются свободные радикалы и отдельные нейтральные молекулы, наблюдается радиолиз.

Радиолиз смещает равновесие химических реакций, инициирует и усиливает их прохождение, при других невозможных условиях, расширяет критерии реализации химических реакций посредством разнонаправленных потоков как турбулентного, так и ламинарного течения жидкости. В результате организации такого действия течения и воздействия продуктов радиолиза воды идет и радиолиз молекул органических веществ клетки (ДНК, нуклеотидов, аминокислот, белков, углеводов, фосфолипидов и др.) с образованием органических радикалов, обладающих повреждающим механизмом биосубстрата. Взаимодействие свободного кислорода с органическими радикалами лежит в основе эффекта роста радиационного повреждения белков, ДНК и других биомолекул («кислородный эффект») [4].

Аналогия моделирования устройства по характеристикам развития грозового облака может быть реализована в проточной системе типа шандоры трубной конструкции с реактором коронного разряда (рис. 2).

Конструкция устройства представляет собой вертикальную трубу со столбом воды, подача в котором ограничена напором насоса. За счет перелива уровня трубы восходящего потока, вода, расширяясь, падает на «наковальню» – зеркало уровня воды направляющей трубы ниспадающего потока с переливом под напор, в трубу направления нового восходящего потока, достигая перелива, меняет направление, идет повторение, но с разными параметрами потоков исходя из геометрии устройства.

Устройство шандоры как гидротехнического затвора, служащего для частичного перекрытия потоков жидкостей в технологических процессах с реактором коронного разряда, диктуется параметрами факторов воздействия. Основополагающими факторами конструкции, определяющими ее характер и отдельные черты, будут, прежде всего, характеристики воздействия ионизирующего излучения на воду.

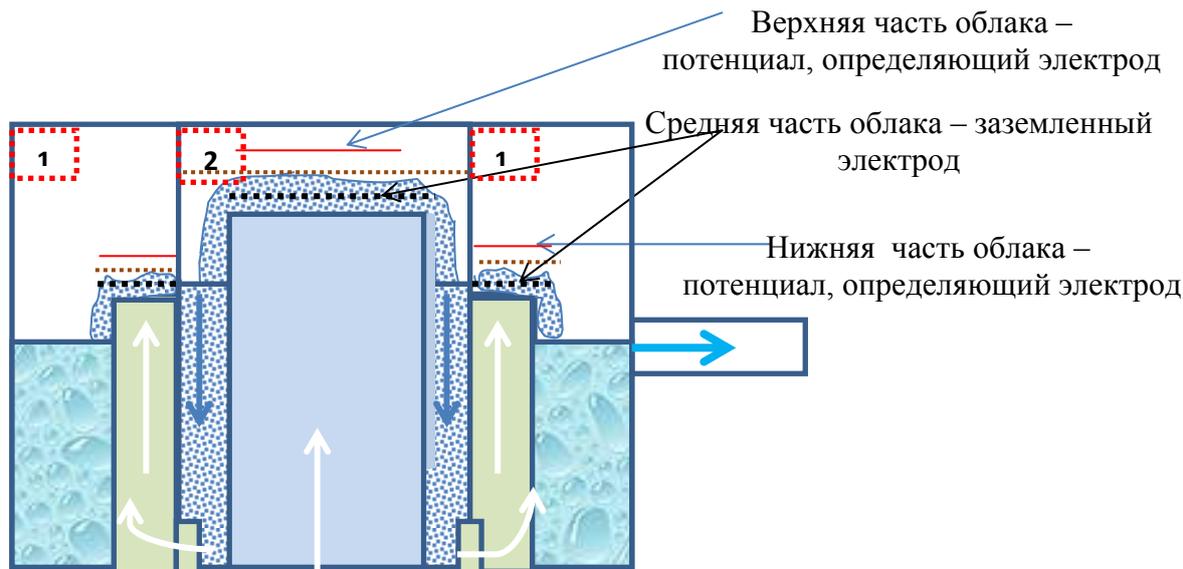


Рис. 2. Структурно-технологическая схема шандоры с реакторами коронного разряда – ассоциатив грозы:
 1 – камера реактора коронного разряда над турбулентным потоком;
 2 – камера реактора коронного разряда над ламинарным потоком

Значимыми факторами воздействия, влияющими на эффективность обеззараживания, являются:

- длительность воздействия, вид и параметры ИИ, уровень концентрации перекиси водорода (H_2O_2) в воде;
- время существования электрического поля в проводящей среде (10^{-6} с), т.е. за это время воздействие прошло, можно сбрасывать обрабатываемую воду и поставлять новый объем для обработки, (таким образом, диктуется решение на использование проточного способа обработки воды ионизирующим излучением);
- уравнивание образования и разложения перекиси водорода не дает дальнейшего роста ее концентрации.

Примеси уменьшают скорость обратной реакции, и равновесие не наступает, рост концентрации перекиси водорода нарастает. После достижения стационарного состояния концентрации продукты радиолитического перестают зависеть от времени (дозы) и остаются на постоянном уровне сколько бы времени не продолжалось облучение. Все процессы протекают в граничных периферийных слоях воды, поэтому сброс обработанной воды в следующую емкость, позволяет интегрировать там сброшенные объемы воды с повышенным содержанием перекиси водорода (H_2O_2).

Следовательно, решение использования проточного способа с целью обеспечения повышенного содержания (H_2O_2) в объеме воды ламинарного потока подтверждается уровнем проникающей способности ионизирующего излучения:

α -излучения – в воздухе 8–9 мм, в воде и в живой ткани 20–60 мкм – свидетельствует о его безопасности и возможности обработки периферийного слоя воды при высокой плотности ионизации – удобно и эффективно вести обработку на проточной воде;

β -частицы – пробег в воде и в живой ткани 12,5 мм – свидетельствует о его безопасности и возможности обработки слоя воды толщиной 1,2 см при плотности ионизации $\alpha/1000$, в виду такой проникаемости излучения и его малой интенсивности проточный способ обработки будет адекватным – согласующимся с α -излучением высокой плотности;

γ -излучение – обладает высокой проникающей способностью (36см) с интенсивностью $\alpha/60000$ – незначительная интенсивность и высокая проникающая способность излучения за счет конструктивного исполнения «шандоры», обрабатываемый слой воды 70 см и диаметр последующих емкостей 80 см дает основание говорить о защите и возможности обработки воды интегрированным способом в функции подачи.

Таким образом, исходя из воздействия коронного разряда на поверхность воды, определяются аспекты устройства с позиций геометрии и длительности обработки. Анализ характеристик воздействия ионизирующего излучения коронного разряда дает возможности приближения модели с аналогом процесса обеззараживания в природе.

Изучение литературных источников свидетельствует о том, что очистка воды коронным разрядом

на ее поверхность по ряду показателей является приоритетным методом. А такие показатели, как удельные энергозатраты, эффективность обеззараживания, надежность и экономичность, легкоуправляемость процесса дают приоритет перед другими электроразрядными методами [3].

Для практической реализации такого метода используем результаты анализа воздействующих факторов ионизирующего излучения коронного разряда на воду, что дает четкое представление действия разряда, а специальная конструкция устройства позволяет вводить в раствор дополнительные активные частицы газовой фазы, например озон.

Реакторы коронного разряда часто используются для воздействия на водные растворы органических соединений, имеют целый ряд вариантов конструкций электродных систем [5].

Хотя этот тип разряда сложен для технической реализации, он чаще всего применяется для обработки водных растворов органических соединений. Разработана масса конструкций с многочисленными вариантами использования реакторов. Нами предлагается схемное технологическое решение применения двухкамерного реактора. Это дает возможность вести обработку поверхности воды как при турбулентном потоке, так и при ламинарном, что в итоге скажется на глубине и эффективности обеззараживания. Уже испытаны пилотные разработки, позволяющие вести обработку в проточных системах производительностью 10–15 м³/час.

Не вдаваясь в аспекты конструкции электродной системы и электрической схемы автоматического управления в режиме резонанса, надо отметить надежность и гибкость работы схемы в функции электропроводности водного раствора, о чем публиковалось ранее [6].

Следовательно, нами получены необходимые и достаточные условия и характеристики аналогового устройства, способного воспроизводить воздействующие факторы обеззараживания воды, аналогичные основному периоду грозообразования. Опытные конструкторские разработки свидетельствуют об их перспективности, экологичности и эффективности.

В процессе разработки новых направлений экологизации процессов производства, исходя из опыта и наблюдений природных технологий, можно констатировать, что имеются возможности разрабатывать и внедрять технологии, которые не наносят урон окружающему миру, а существуют с ним в гармонии и позволяют восстановить нарушенный человеком баланс между биосферой и техносферой.

На первый взгляд относительная простота технического решения реализации технологии обеззараживания с использованием явлений атмосферного электричества всё же иногда ставит жесткие во-

просы, реальная физика и энергетика процессов при реализации этого эффекта, ввиду не познанных явлений, позволяет опираться на экспериментальные знания.

В реальных условиях достижение абсолютного обеззараживания требует от исследователя системного подхода с аспектами синергетического взаимодействия (активация ФХП плюс насыщение озном, воздействие электромагнитного α -, β -, γ -излучения, акустическое действие ударной волны) приводит к росту эффективности процесса обеззараживания, что зачастую требует системных знаний нескольких специальностей ввиду выявленных эффектов, порожденных на стыке различных научных знаний.

Однако, кроме того, требуется комплекс мероприятий как на стадии опытного промышленного образца, так и в период отработки режимов уровня обеззараживания в условиях эксплуатации в тесной увязке с мероприятиями трансфера разработанной технологии.

Литература

1. Булат, А. Д. Аспекты инноваций внедрения природоподобного обеззараживания / А. Д. Булат, В. М. Филенков, В. А. Обрубов // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». – Февраль 2019 г. – № 47, Часть 6, Изд. НИЦ «ЛЖурнал», 2019. – Кемерово, С. 46–49.
2. Синергетика лизиса и инактивации бактерий в биосфере / А. Д. Булат, В. А. Обрубов, В. М. Филенков, И. А. Лушкин // Синергетика природных, технических и социально-экономических систем : сборник статей XVI Международной научной конференции (Тольятти, 23–24 мая 2019 г.). – Тольятти : ПВГУС, 2019. – С. 267–274.
3. Божко, И. В. Коронный разряд на поверхность электропроводящей жидкости и его использование для обработки воды / И. В. Божко, Н. И. Фальковский // Институт электродинамики НАН Украины. – Киев : Техн. електродинаміка. – 2007. – № 2.
4. Внутренние болезни. Военно-полевая терапия : учебное пособие / под редакцией профессора А. Л. Ракова и профессора А. Е. Сосюкина. – Санкт-Петербург : ФОЛИАНТ, 2003. – 384 с.
5. Горячев, В. Л. Электроразрядный метод очистки воды. Состояние, проблемы и перспективы / В. Л. Горячев, Ф. Г. Рутберг, В. Н. Федюкович // Известия РАН. Энергетика. – 1998. – № 1. – С. 40–55.
6. Булат, А. Д. Природа атмосферного электричества – основа обеззараживания природоподобных технологий / А. Д. Булат, В. М. Филенков, В. А. Обрубов // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2019. – № 3 (5), С. 19–22.

**EFFECTS OF ATMOSPHERIC ELECTRICITY
IN DECONTAMINATION TECHNOLOGY**

The article is devoted to nature-friendly disinfection technologies. The active stage of a thunderstorm is considered from the standpoint of the acting disinfecting factors. Basing on the analysis of significant exposure factors influencing the effectiveness of disinfection, the conclusion on the design characteristics is drawn. The unit of a water disinfection device is designed as a two-chamber corona discharge reactor on the water surface of the overflow Sandora of ascending and descending flows, where the activation of FCP, saturation with ozon, and exposure to electromagnetic α , β , and γ radiation lead to an increase in the efficiency of the water disinfection process.

Thunderstorm, natural technologies, decontamination, impact factors, corona discharge, electromagnetic (α , β , γ) radiation, design.