

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

*Н.А. Айтбаев докторант, А.С. Бердишев д.т.н профессор, А.А. Турдибаев, PhD доцент,
"Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"
Национальный исследовательский университет*

Аннотация. В статье описана возможность использования электрогидравлического эффекта для обеззараживания сточных вод. Представлена конструкция опытной установки, а также сменных приспособлений, применяемых для обеззараживания сточных вод.

Наряду с традиционными методами обеззараживания значительное внимание современных исследователей сосредоточено на разработке инновационных технологий этого процесса.

Дается описание макетной установки для обеззараживания жидкости, созданной на основе использования электрогидравлического эффекта. Представлены методика и результаты экспериментальных исследований по выявлению зависимости степени обеззараживания сточных вод от вложенной в нее электрической энергии.

Ключевые слова: биологические загрязнения, электрогидравлический эффект, напряжение разряда нейтрализации воды, емкость конденсатора, время обработки, сточных вод, режимы обработки, эффективность обеззараживания.

APPLICATION OF THE ELECTROHYDRAULIC EFFECT METHOD FOR WASTEWATER DISINFECTION

Aytbayev N.A., doctoral student, A.S. Berdishev Dsc Professor, Turdibayev A. A., PhD, Associate Professor, "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University

Abstract. The article describes the possibility of using the electrohydraulic effect for wastewater disinfection. The design of the pilot plant is presented, as well as replaceable devices used for wastewater disinfection. Along with traditional disinfection methods, significant attention of modern researchers is focused on the development of innovative technologies for this process. A description is given of a prototype liquid disinfection plant created using the electrohydraulic effect. The methodology and results of experimental studies to identify the dependence of the degree of wastewater disinfection on the electrical energy invested in it are presented.

Key words: biological contaminants, electrohydraulic effect, water neutralization discharge voltage, capacitor capacity, processing time, wastewater, processing modes, disinfection efficiency.

Введение. Общий объем водопотребления из природных водных объектов в Республике Узбекистан составляет около 51 км³. После использования в интересах обеспечения ключевых областей хозяйственной деятельности до 34 км³ этой воды сбрасывается в водоемы в виде сточных вод, из которых не менее 41 % подлежат очистке. Такая ситуация предполагает активную деятельность контроля государства в сфере очистки и обеззараживания сточных вод [1].

При использовании в быту и промышленности вода загрязняется веществами минерального и органического происхождения. Такую воду принято называть сточной водой.

Бурное развитие промышленности вызывает необходимость в предотвращении отрицательного воздействия производственных сточных вод на водоемы. Многие современные технологические процессы связаны со сбросом сточных вод в водные объекты. В связи с чрезвычайным разнообразием состава, свойств и расходов сточных вод

промышленных предприятий необходимо применение специфических методов, а также сооружений по их локальной, предварительной и полной очистке. [2, 3].

Сточные воды — это воды, бывшие в бытовом, производственном или сельскохозяйственном употреблении, а также прошедшие через какую-либо загрязненную территорию.

Сточные воды разнообразны по составу и, следовательно, по свойствам. По своей природе загрязнения сточных вод подразделяются:

- органические;
- минеральные;
- биологические.

Органические загрязнения — это примеси растительного и животного происхождения.

Минеральные загрязнения — это кварцевый песок, глина, щелочи, минеральные кислоты и их соли, минеральные масла и т. д.

Биологические и бактериальные загрязнения — это различные микроорганизмы: дрожжевые и плесневые грибки, мелкие водоросли и бактерии, в том числе болезнетворные — возбудители брюшного тифа, паратифа, дизентерии и др.

Сброс в водоемы недостаточно очищенных и обеззараженных сточных вод, в состав которых входят различные промышленные и инфекционные загрязнения, способствуют возникновению различных заболеваний, как среди людей, так и животного мира.

Существующие технологии водоочистки на водопроводных станциях не справляются со всевозрастающим антропогенным загрязнением источников водоснабжения и, как следствие, наблюдается ухудшение качества питьевой воды, в том числе и по бактериологическим показателям. К тому же, методы обеззараживания воды, применяемые на водоочистных сооружениях, малоэффективны в отношении таких опасных возбудителей, как энтеровирусы.

Методы обеззараживания, нашедшие применение в практике водоснабжения и водоотведения, условно можно разделить на три группы:

- химические;
- физические;
- физико-химические, а также в естественных и искусственных условиях.

Обеззараживание сточных вод электрогидравлическим эффектом является физически методом для обеззараживания [4, 5].

Электрогидравлический эффект (ЭГЭ). Установка для получения электрогидравлического эффекта (эффекта Юткина) состоит из двух контуров: зарядного и разрядного. Зарядный контур представляет высоковольтный трансформатор с выпрямителем.

Разрядный контур состоит из конденсатора, формирующего промежуток и рабочего промежутка, погруженного в жидкость.

Схема работает следующим образом. Трансформатор преобразует напряжение сети в высокое напряжение (несколько десятков киловольт). После того как напряжение на конденсаторе С достигает предела, на который отрегулирован формирующий промежуток (ФП) происходит пробой ФП и напряжение импульсно подается на рабочий промежуток (РП), вызывая пробой жидкости, в которой находится РП (рис. 1).

При этом возникает электрогидравлический удар, производящий работу. Цикл повторяется вновь с частотой, определяемой мощностью трансформатора, от которой зависит скорость зарядки конденсатора.

В рабочем промежутке вода до пробоя ведёт себя как проводник и обеспечивает равный потенциал на правой части схемы (за ФП). В момент пробоя формирующего промежутка ионы жидкости не успевают переместиться от электрода к электроду, и жидкость мгновенно становится диэлектриком. При этом от одного электрода рабочего

промежутка к другому (находящихся в жидкости) растет стример определенной полярности. Вся энергия, накопленная в схеме, собирается на рабочем промежутке.

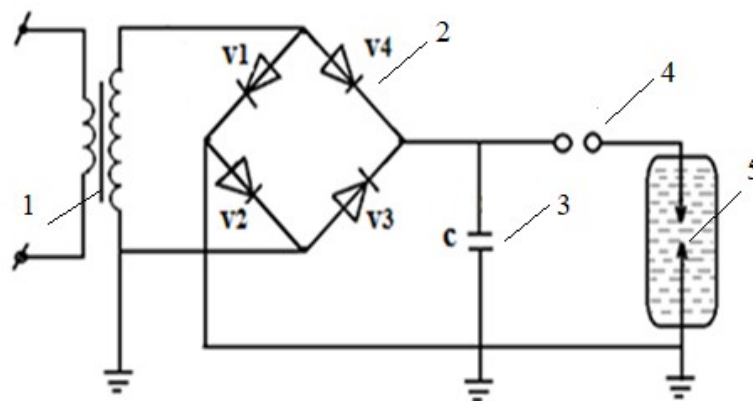
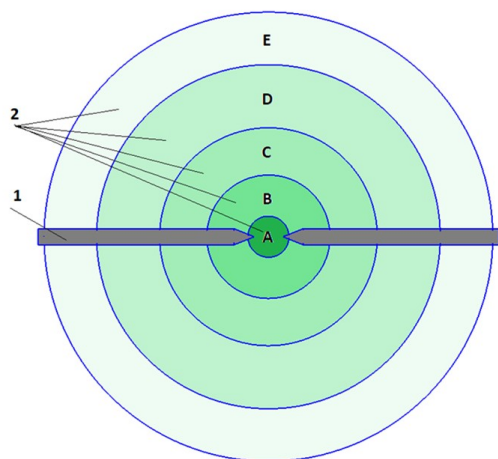


Рис. 1. Установка для получения электрогидравлического эффекта:

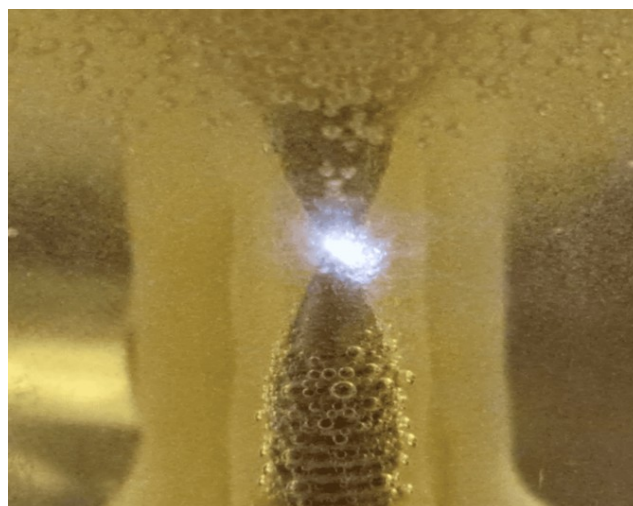
1 — трансформатор; 2 — выпрямитель; 3 — конденсатор;
4 — формирующий промежуток; 5 — рабочий промежуток

Затем происходит расширение канала искры возникновение полости, которое сопровождается основным ударом. После прекращения разряда происходит смыкание полости, при этом скорость смыкания достигает скорости звука. Смыкание полости сопровождается кавитационным ударом. Величина получаемых давлений прямо пропорциональна мощности и обратно пропорциональна длительности импульса [6, 7].

Вокруг искрового разряда находится зона высокого давления, состоящая из нескольких участков (Рис. 2 а).



а) Внешний вид давления вокруг разряда
1-электроды; 2-зоны искрового разряда.



б) Процесс разряда в жидкости

На рис. 2-а указаны следующие зоны:

А — зона искрового разряда;

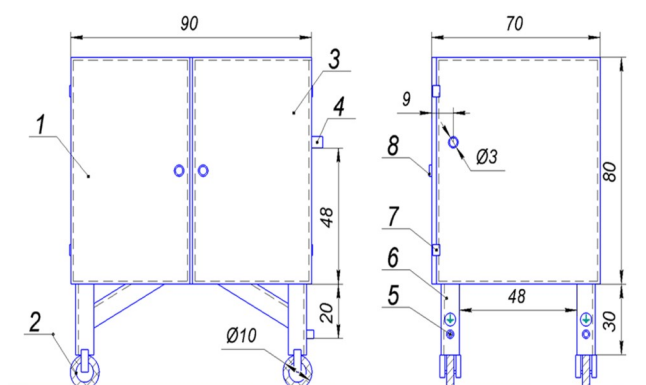
В — зона разрушения; почти все материалы разрушаются на дисперсные частицы, а жидкость в ней, по-видимому, приобретает свойства твердого хрупкого тела.

С — зона наклёпа; многие материалы разрушаются, металлы наклёпываются, жидкость, по-видимому, находится в состоянии твердого упругого тела.

Д — зона упругого воздействия; происходит выброс частиц, возникает мощное выталкивающее действие, жидкость, по-видимому, находится в состоянии жидкого очень упругого тела.

Е — зона сжатия; давление очень быстро убывает с увеличением расстояния от источника возникновения. Наблюдаются перемещения больших объёмов жидкости [8].

Описание установки. На основе приведенной выше лабораторной схемы и теории разработан опытно-промышленный образец устройства обеззараживания сточных вод с использованием электрогидравлического эффекта (Рис. 3).



а) 1. Камера электроуправления, запускающая оборудование 2. Колеса 3. Рабочая камера 4. Подвод воды к оборудованию 5. Заземляющее устройство 6. Опоры 7. Фурнитура 8. Замок для работы и камеры контроля (размеры указаны в см*).



б) 1. Автоматы, запускающие и останавливающие оборудование 2. Вольтметр и амперметр 3. Мультиметр 4. Лабораторный автотрансформатор 5. Лампы освещения 6. Контакты, образующие вспомогательный воздушный зазор 7. Контакты, образующие рабочий зазор 8. Путь попадания воды в оборудование 9. Рабочая камера 10. Заземлитель 11. Выход воды из оборудования.

Результаты. Результаты экспериментов обеззараживания сточных вод по показателю E.coli представлены на рисунках 4, 5 и 6.

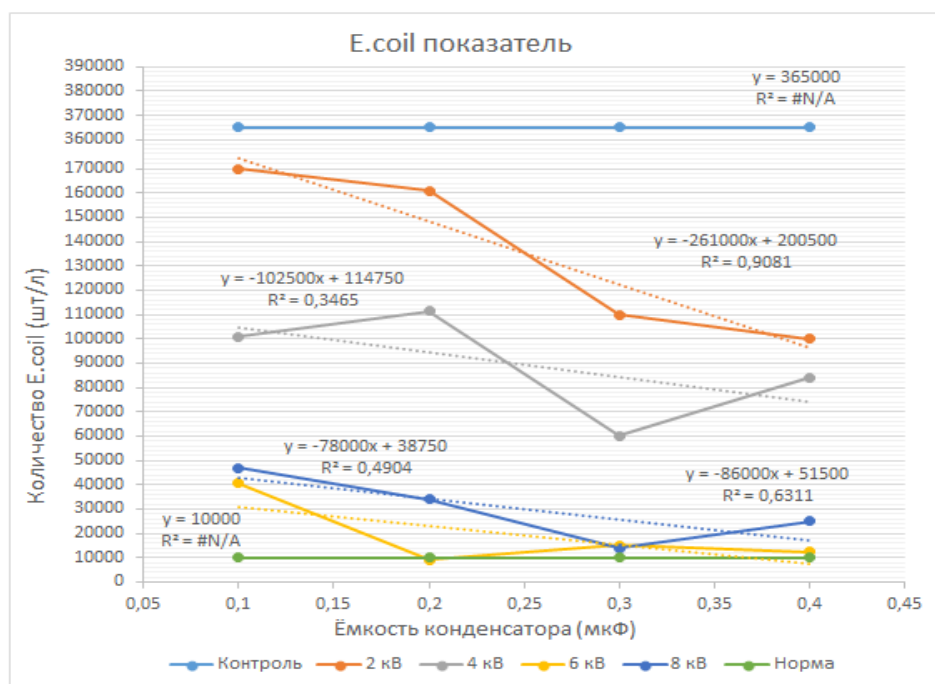


Рис. 4. Зависимость вымирания бактерий от напряжения и емкости конденсаторных батарей

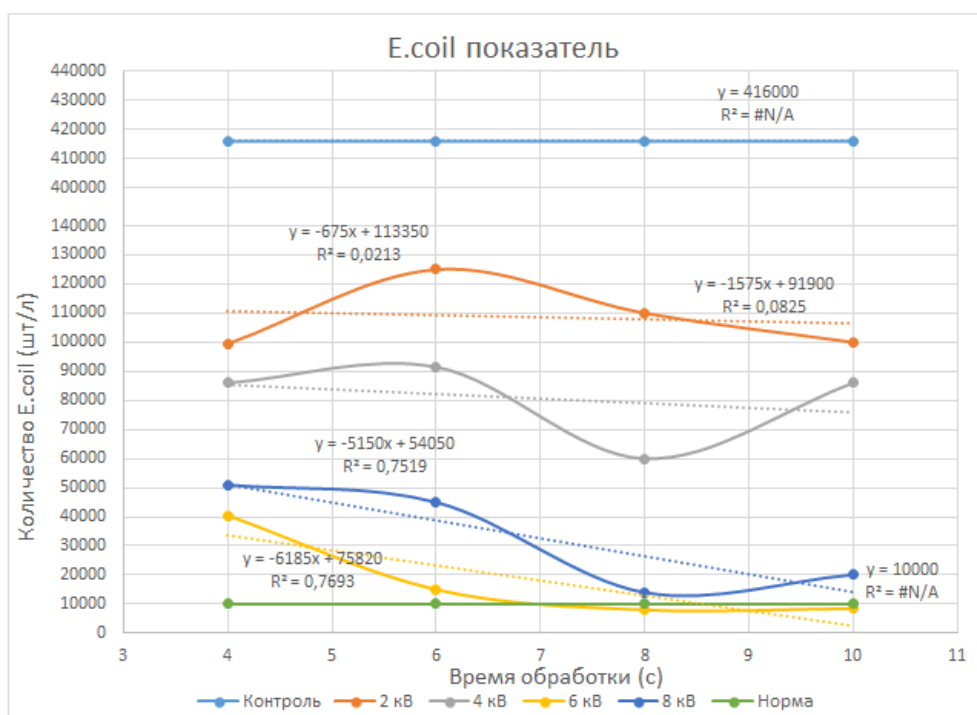


Рис. 5. Зависимость вымирания бактерий от напряжения и времени обработки

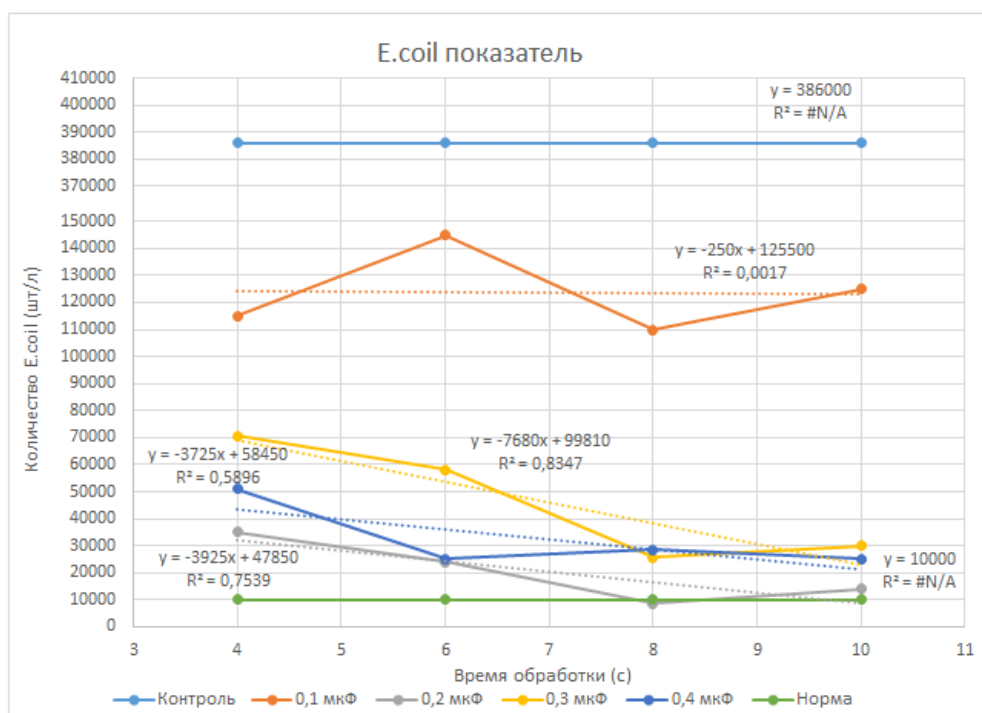


Рис. 6. Зависимость вымирания бактерий от емкости конденсаторных батарей времени обработки

Эксперименты проводились на сточных водах коже производственных заводах. При проведении опытов опробовались различные варианты воздействия ударными волнами на сточных вод.

Разряды производились непосредственно на обеззараживающей камере (рабочая камера) (рис. 7).



Рис. 7. рабочая камера

Обработка проводилась при режимах:
 Рабочий промежуток — 4-6 мм.
 Формирующий промежуток — 7-8 мм.
 Напряжение — 6 кВ.

Ёмкость конденсатора — 0,2 мкФ.

Время обработки — 1,6 с/л

Заключение

Проведенные исследования уточнили, что при электрогидравлической обработке жидкости снижение в ней количества живых микроорганизмов в зависимости от количества вложенной энергии происходит не по линейному, а по экспоненциальному закону.

Максимальный эффект обеззараживания сточных вод на мягком режиме обработки минимальными силами разряда с параметрами $U = 6$ кВ и $C = 0,2$ мкФ. Данный режим можно считать близким к оптимальному для достижения наибольшего эффекта электрогидравлического обеззараживания сточных вод.

В данном режиме обеспечивается максимальное сохранение полезных бактерий в сточных водах, что соответствует режиму оптимальной эффективности их обеззараживания.

Литература

1. Н.А.Айтбаев, А.С. Бердишев, А.А.Турдибаев, Н.У.Собиржонов, Электрогидравлическое обеззараживания жидкости и оценка эффективности на различных режимах / INNOVATION IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM, Part 30 MAY 2023 COLLETIONS OF SCIENTIFIC WORKS. Washington, USA 25th May 2023.
2. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. — Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. — 704 с.
3. А. П. Карманов, И. Н. Полина Технология очистки сточных вод / «Санкт-петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» 2015. - 6.
4. Долина Л.Ф. Новые методы и оборудование для обеззараживания сточных вод и природных вод / Учебник, Днепропетровск 2003.
5. А.С. Бердишев, А.А.Турдибаев, Н.А. Айтбаев Обеззараживание жидкости методом электрогидравлического удара / Ўзбекистонда фанлараро инноватсиялар ва илмий тадқиқотлар журнали. Тошкент: 2021. - Б. 176-186.
6. Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, 1986. 253 с.
7. Бекаев А. А., Соковиков В. К., Мерзликин В. Г. [и др.]. Использование эффекта Л. А. Юткина в электрогидравлических устройствах // Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров: материалы Междунар. науч.-техн. конф. М., 2010. Кн. 7. С. 10–12.].
8. В.Ф.Ковалевский, С.Б.Скобелев, Г.Г.Бурый Применение электрогидравлического эффекта для снятия облоя с выводов пластмассовых деталей / Омский научный вестник № 4 (160) 2018.