
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ



УДК 328.316

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.04.4

**А. Д. БУЛАТ
В. М. ФИЛЕНКОВ
В. А. ОБРУБОВ
В. А. СЕЛЕЗНЁВ
И. А. ЛУШКИН**

КОМПЛЕКСНОЕ УСТРОЙСТВО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СТОКОВ

INTEGRATED DISINFECTION DEVICE
OF AGRICULTURAL DRAINS

Выполненные исследования электротехнологической обработки сбросовых вод крупных животноводческих комплексов свидетельствуют о возможности комплексной реализации в электротехнологической установке принципов гидродинамического, электромагнитного, электрохимического и биоэнергетического обеззараживания объектов, зараженных патогенными микроорганизмами. Повышение эффективности обеззараживания посредством электротехнологической установки указывает на перспективность данного подхода с позиций энерго-эколого-ресурсосбережения. Ее трансфер позволит значительно снизить техногенную нагрузку на окружающую среду и обеспечить требуемый уровень экологической безопасности населения и персонала.

Ключевые слова: обеззараживание стоков, безреагентные технологии, диспергация, вихре-волновой резонанс, импортозамещение, электромагнитные поля

Перестройка экономики, одним из направлений которой является импортозамещение путем развития собственного производства, дала положительные сдвиги, особенно в сельском хозяйстве. Однако рост мясной и молочной промышленности приводит и к росту отходов ее деятельности. Взаимоотношение животноводства с экологическими системами носит комплексный характер. Поэтому повышение спроса на продукцию животноводства меняет тип взаимоотношений между отраслью и природными ресурсами [1].

Качеству водно-воздушного бассейна животноводство потенциально наносит ущерб непосред-

Studies of the electro-technological treatment of waste water of large livestock farms indicate the possibility of integrated implementation of the principles of hydrodynamic, electromagnetic, electrochemical and bioenergetic disinfection of objects infected with pathogenic microorganisms in the electro-technological installation (ETI). Improving the efficiency of decontamination by means of ETI indicates the promise of this approach from the standpoint of energy, environmental and resource conservation, its transfer will significantly reduce the man-made burden on the environment and ensure the required level of environmental safety of the population and staff.

Keywords: wastewater disinfection, reagent-free technologies, dispersion, vortex-wave resonance, import substitution, electromagnetic fields

ственно через загрязнения надземных и подземных вод химическими соединениями, патогенными и другими вредными субстанциями. Данный процесс может привести к эпидемиям, снижению биологического разнообразия, изменению климата, окислению почвы и воды, деградации экологических систем биосферы.

Наиболее распространенными способами обеззараживания навозных стоков являются механические, физические, химические, биологические и комбинированные способы обработки. Анализ эффективности методов переработки (обеззараживания) навозных стоков с их экологической безопасностью и

доступностью дает представление о перспективности безреагентных технологий. С учетом данного аспекта предлагается использовать электрофизический способ обеззараживания сточных вод [2]. Реализация способа будет произведена посредством обработки сточных вод специальным устройством «Диполь-Н». В данном устройстве комплексно реализованы механические, электрофизические, электрохимические и биоэнергетические виды воздействия на патогенные культуры в режиме вихре-волнового резонанса. Жидкость, подлежащая обработке, выступает в роли рабочего вещества, в зависимости от ее характеристик устройство настраивается на саморезонанс.

Предлагаемый способ может быть реализован на завершающем этапе очистки и обеззараживания стоков в следующей технологической последовательности (рис. 1).

В вихревую камеру 1 посредством подающего патрубка 9 через реактор 5 очищаемая вода подается с места забора 8 насосной установкой через устройство

продуцирования скрещенных электромагнитных полей 2 и 4. Затем вода, получив определенное вихревое ускорение, поступает в устройство сброса 6, где посредством коронатора осуществляется разряд, из устройства сброса 6 через сливную трубу 7 (второе устройство продуцирования скрещенных электромагнитных полей) направляется в систему сбора и распределения. Включение высоковольтного источника питания 10 означает запуск системы обеззараживания.

В результате такой обработки на всех этапах осуществляется воздействие, характеризующееся рядом эффектов и направленное на зарождение и активацию физико-химических процессов (ФХП) по очистке и обеззараживанию проточной воды рассматриваемой системы. На базе трех блоков обработки собрана лабораторная установка обеззараживания. Для того чтобы завязать этапы обеззараживания в единую технологическую систему, предлагается обработка воды в режиме вихре-волнового и структурного резонанса [3] по схеме рис. 2.

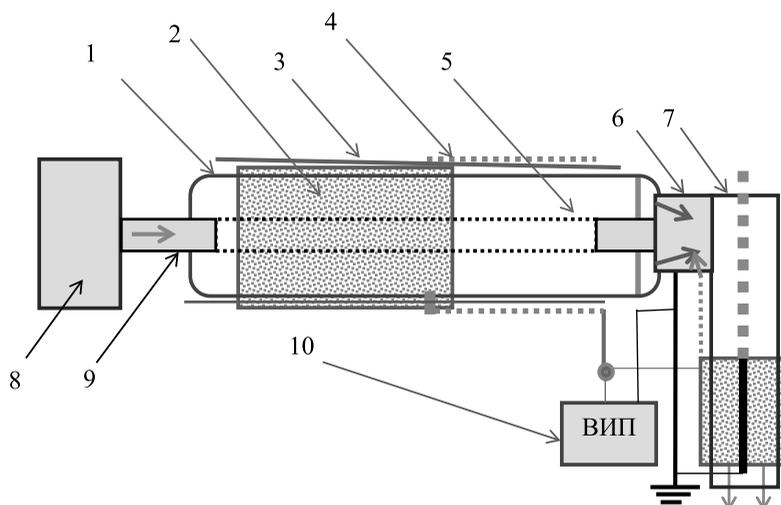


Рис. 1. Схема реализации технологического решения в универсальной электротехнологической установке «Диполь-Н»

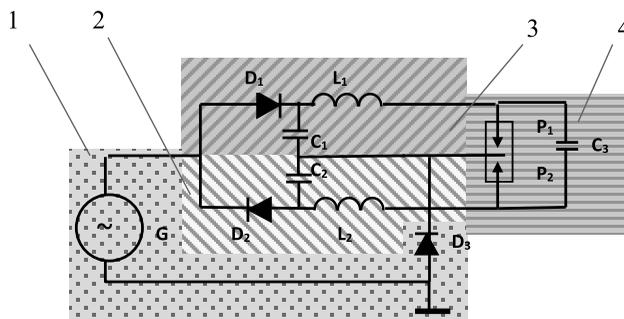


Рис. 2. Схема обработки воды в режиме вихре-волнового и структурного резонанса:

- 1 – блок питания и управления;
- 2 – первый блок продуцирования скрещенных электромагнитных полей;
- 3 – второй блок продуцирования скрещенных электромагнитных полей;
- 4 – блок обработки воды скользящим коронным разрядом

В качестве блока питания и управления используется аппарат АИИ-70М (предназначен для испытания кабелей, твердых и жидких диэлектриков, самой схемой предусмотрено увеличение напряжения (вилка Авраменко). В ветвях вилки запитаны блоки продуцирования скрещенных электромагнитных полей на трубе с эффектом Ранке и продуцирования скрещенных электромагнитных полей с эффектом гидродинамической воронки Шаубергера, схема замыкается посредством блока обработки воды скользящим коронным разрядом.

Рассматривая каждый блок как этап обработки, несложно представить процессы, вызванные в воде, как отдельными блоками воздействия, так и установкой в целом. Ниже представим каждый блок установки с краткой характеристикой воздействия на обрабатываемую воду.

1. Устройство продуцирования скрещенных электромагнитных полей с реализацией эффекта Ранке – вихревое движение жидкости, барботаж и силовое действие скрещенных электрических и магнитных полей – диспергация.

Не вдаваясь в описание процессов воздействия, вызываемых устройством, остановимся на аспектах процесса, вызываемого только силовым действием электрического поля. Силовое действие электрического поля – это силы на границе раздела сред, достаточные для диспергации органических и неорганических веществ и патогенных возбудителей и водных кластеров [3].

Сила, действующая на единицу поверхности раздела сред, определяется по формуле

$$F = \frac{1}{2} E^2 (\epsilon_1 - \epsilon_2) \cdot d \cdot \epsilon_0, \quad (1)$$

где E – напряженность электрического поля, В/м;
 ϵ_1 – относительная диэлектрическая проницаемость первого граничного слоя;
 ϵ_2 – относительная диэлектрическая проницаемость второго граничного слоя;
 d – толщина границы раздела сред;
 ϵ_0 – электрическая постоянная, Ф/м.

Структура используемой бактерии свидетельствует о ее многослойности (рис. 3). Причем каждый слой обладает собственной диэлектрической проницаемостью (ϵ). Диэлектрическая проницаемость мембраны составляет: для фосфолипидной области $\epsilon = 2,0-2,2$, для гидрофильной области $\epsilon = 10-20$.

Следовательно, силовое действие электрического поля на бактериальную клетку, ввиду разницы диэлектрических проницаемостей клеточной стенки и ее мембраны, свидетельствует о развитии силы, согласно приведенному выражению (1), для фосфолипидной области со стороны мембраны 5 на стенку клетки 6, для гидрофильной области – наоборот. Таким образом, зная прочностные характеристики мембраны и стенки клетки, можно констатировать, что при определенном уровне напряженности поля произойдет их разрушение, а следовательно, и ли-

зис бактерии [4]. Кроме того, данный процесс распространяется на водные кластеры и молекулы. Результат такого взаимодействия приводит к разрыву диполя, т. е. идет процесс электролиза, вода насыщается кислородом и гидроксидом. Это скажется на характеристике воды как рН, значимые при сбросе на рельеф. Таким образом, на первом этапе идет обеззараживание и регулирование кислотно-щелочного баланса воды, подлежащей сбросу.

2. Устройство обработки воды скользящим коронным разрядом в устройстве сброса 6 (см. рис. 1), где посредством коронатора осуществляется разряд и идет реализация эффекта озонирования.

В совокупности основных факторов воздействия данного блока (ультрафиолетовое излучение, химически активные вещества и радикалы, в том числе озон, образующиеся при электрическом разряде, электрическое поле, магнитогидродинамический эффект, давление, температура, ультразвук, кавитация и другие магнитофизикохимические эффекты) осуществляется очистка воды в соответствии с известными теоретическими и экспериментальными методами очистки и обеззараживания. Не вдаваясь в описание механизмов процессов обеззараживания, остановимся на аспектах процесса озонирования.

Все известные способы растворения озона в воде основаны на разбиении газового потока, содержащего озон (озоно-воздушная смесь), на мельчайшие пузырьки. Последние, совершая движение в потоке воды, обеспечивают переход озона из газообразного состояния в раствор. Этот переход озона через границу раздела газовой и жидкой фазы называется массопереносом озона в воду. Но лишь часть озона из газового потока переходит в раствор и участвует в окислительно-восстановительных реакциях и обеззараживает воду. Коронный разряд в поверхностном слое реактора насыщает воду озоном, кислородом и

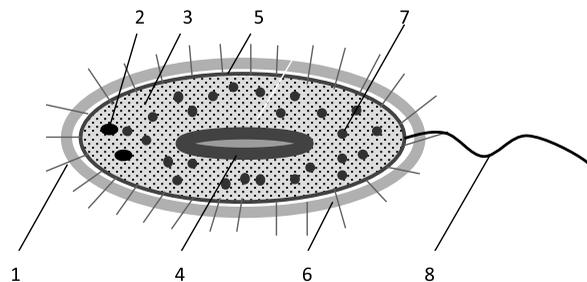


Рис. 3. Строение бактериальной клетки:
 1 – ворсинки для передачи информации;
 2 – запасное питательное вещество;
 3 – цитоплазма;
 4 – ДНК;
 5 – клеточная мембрана;
 6 – клеточная стенка;
 7 – рибосомы;
 8 – жгутик для движения
 (клеточная стенка $\epsilon = 3-4$; цитоплазма $\epsilon = 80$)

гидроксилами, но эффективного растворения в воде не происходит ввиду тонкого слоя (1–2 см), так как технологически осуществляется сброс именно поверхностного слоя. Иными словами, на втором этапе идет выработка в поверхностном слое воды активных окислителей и радикалов, необходимых для более глубокого обеззараживания и регулирования кислотно-щелочного баланса воды.

3. Устройство продуцирования скрещенных электромагнитных полей с реализацией эффекта гидродинамической воронки Шаубергера и силового действия скрещенных электромагнитных полей (см. рис. 1).

При прохождении воронки Шаубергера идет снижение температуры воды (чем ниже температура, тем лучше растворение). Эффект смешения озона после действия коронного разряда с водой идет значительно эффективней. Действие скрещенных электрических и магнитных полей аналогично действию на первом этапе, но при ниспадающем пото-

ке. На данном этапе основное внимание придается диспергации пузырьков озono-воздушной смеси на мельчайшие, тем самым повышается активная поверхность пузырьков для контакта и осуществления эффективного окисления. Это в конечном итоге скажется на качестве обеззараживания жидкости и доведения до нормативных пределов кислотно-щелочного баланса воды. Таким образом, на заключительном этапе идет эффективное смешение и растворение активных окислителей и радикалов.

Режим резонансного воздействия характеризуется разложением воды на кислород и водород под действием резонансного электромагнитного поля, частота n -й гармоники которого приближается к собственной частоте воды, что скажется на стабильности и эффективности очистки, т. е. интенсификации эффектов воздействия и активации ФХП. Результаты проведенных поисковых и постановочных экспериментов свидетельствуют об эффективности предложенного подхода (см. таблицу).

Результаты проведенных поисковых и постановочных экспериментов

Тип воды		Кишечная палочка (коли индекс)	Общее микробное число КОЕ
Река	контроль	$3 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$
	обработка	Практически отсутствует	80
Сточная вода	контроль	$2 \cdot 10^6$	$6,5 \cdot 10^6$
	обработка	≤ 100	$1,5 \cdot 10^3$

Проведенные нами исследования показали, что между совокупностью существенных признаков воды, подлежащей очистке, и достигаемым техническим результатом существует причинно-следственная связь. Показатели микробной характеристики воды и ее кислотно-щелочной баланс отвечают требованиям Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и соответствуют Водному кодексу РФ № 74-ФЗ, что свидетельствует о перспективности способа при минимизации энергоемкости предложенного комплексного устройства. Предложенный подход является инновационным, высокоэффективным, с низким энергопотреблением при высокой надежности функционирования, а высокая скорость обработки и минимизация обслуживающего персонала и требований к нему делают проект привлекательным и перспективным.

На базе сформулированных условий и факторов воздействия можно создать универсальную электротехнологическую установку, в зависимости от местных условий способную осуществлять обработку как стационарно в виде отдельного поста, так и мобильный вариант на базе автомобиля. Однако несмотря на относительную простоту технической реализации самой технологии, все же реальная физическая и энергетическая сущность процессов при реализации этого эффекта весьма

сложна и пока не до конца изучена. Ввиду синергетического эффекта взаимодействия ряд процессов носит дискуссионный характер и требует дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Муханов Н.Б. Экологические аспекты взаимоотношений животноводства и окружающей среды // Молодой ученый. 2013. № 11.1. С. 10–11. <https://moluch.ru/archive/58/8273/>.
2. Булат А.Д., Филенков В.М., Обрубов В.А. Заявка о выдаче патента РФ на изобретение № 2016111797/05(018591). Способ очистки и обеззараживания воды. 29.03.2016.
3. Басин М. А., Завадовский Н. Ю. Модель двойного спирального вихря как предельная форма свободной поверхности нестационарного течения идеальной несжимаемой жидкости // Труды семинара по краевым задачам. Вып. 22. Казань: КГУ. 1985. С. 20–26.
4. Булат А.Д. Электрофизическая активация цементных вяжущих: монография. М.: Изд-во Российской инженерной академии, 2002. 227 с.

Об авторах:

БУЛАТ Анатолий Дмитриевич

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры гуманитарных, естественнонаучных и правовых дисциплин Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации
445040, Россия, г. Тольятти, проспект Степана Разина, 23
E-mail: bulat19542bulat@yandex.ru

BULAT Anatoly D.

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Humanities, Natural Sciences and Legal Disciplines
Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation
445040, Russia, Tolyatti, Stepan Razin Avenue, 23
E-mail: bulat19542bulat@yandex.ru

ФИЛЕНКОВ Владимир Михайлович

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14
E-mail: polkovnik-feliks@mail.ru

FILENKOV Vladimir M.

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply, Ventilation, Water Supply and Sanitation
Tolyatti State University
445020, Russia, Togliatti, ul. Belorusskaya str., 14
E-mail: polkovnik-feliks@mail.ru

ОБРУБОВ Владимир Александрович

кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по науке
Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации
445040, Россия, г. Тольятти, проспект Степана Разина, 23
E-mail: obrubov@mail.ru

OBRUBOV Vladimir A.

PhD, Associate Professor, Associate Professor, Deputy Director for Science
Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation
445040, Russia, Tolyatti, Stepan Razin Avenue, 23
E-mail: obrubov@mail.ru

СЕЛЕЗНЁВ Владимир Анатольевич

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14
E-mail: seleznev53@mail.ru

SELEZNEV Vladimir A.

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Heat and Gas Supply, Ventilation, Water Supply and Sanitation
Tolyatti State University
445020, Russia, Togliatti, Belorusskaya str., 14
E-mail: seleznev53@mail.ru

ЛУШКИН Игорь Александрович

кандидат технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14
E-mail: lia2073@mail.ru

LUSHKIN Igor A.

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply, Ventilation, Water Supply and Sanitation
Tolyatti State University
445020, Russia, Togliatti, Belorusskaya str., 14
E-mail: lia2073@mail.ru

Для цитирования: Булат А.Д., Филенков В.М., Обрубов В.А., Селезнёв В.А., Лушкин И.А. Комплексное устройство обеззараживания сельскохозяйственных стоков // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, № 4. С. 19–23. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.04.4.

For citation: Bulat A.D., Filenkov V.M., Obrubov V.A., Seleznev V.A., Lushkin I.A. Integrated disinfection device of agricultural drains // Urban Construction and Architecture. 2018. V. 8, 4. Pp. 19–23. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.04.4.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В 76-Й НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ» (АСА САМГТУ), КОТОРАЯ СОСТОИТСЯ 15 – 19 АПРЕЛЯ 2019 ГОДА.

ПОЛНУЮ ИНФОРМАЦИЮ МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ПО ТЕЛ. (846)339-14-38, 339-14-15,
E-MAIL: DIR_ASA@SAMGTU.RU