ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ПРЕСНОЙ ВОДЫ ИЗ ВОДОЕМА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАЛОМОЩНОЙ УСТАНОВКОЙ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДАННОГО МЕТОДА

DISINFECTION OF FRESH WATER FROM LAKE BY ELECTROHYDRAULIC TREATMENT WITH A LOW-POWER PLANT TO RECEIVE DRINKING WATER AND ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THIS METHOD

УДК 628

Речицкий Алексей Сергеевич – врач-биохимик, аспирант Северо-Кавказского федерального университета по направлению подготовки «биологические науки», г. Ставрополь.
Речицкая Наталья Олеговна – студент Северо-Кавказского федерального университета по специальности «медицинская биохимия», г. Ставрополь.
Мелешко Никита Сергеевич – выпускник-магистр Северо-Кавказского федерального университета по специальности «электроэнергетика и электротехника», г. Ставрополь.

Rechitskiy A.S. doctor-a1ex@yandex.ru
Rechitskaya N.O. nataliatkachenko1811@mail.ru
Meleshko N.S. maestro-ntl@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются основные проблемы, актуальность вопроса водопотребления и дезинфекции поверхностных вод в походных условиях с целью использования их в качестве питьевых. Изложены общие принципы

использования электрогидравлического эффекта Юткина в интересах обеззараживания воды. Проведены исследование и обосновывается применение установок малой мощности, дезинфицирующим агентом в которых является электрогидравлический эффект.

Annotation

The article discusses the main problems, the relevance of the issue of water consumption and disinfection of surface waters in field conditions using them as drinking conditions. The general principles of using the Yutkin electrohydraulic effect in the interests of water disinfection are stated. Research has been carried out and the application of low-power installations has been substantiated using the electrohydraulic effect.

Ключевые слова: электрогидравлический эффект, эффект Юткина, обеззараживание жидкостей, обеззараживание воды, бактерии, микроорганизмы.

Key words: electrohydraulic effect, Yutkin effect, liquid disinfection, water disinfection, bacteria, microorganisms.

Микроорганизмы распространены повсеместно: в воздухе, в почве, в воде. В поверхностных водах земли формируются определенные биоценозы с преобладанием микроорганизмов, адаптировавшихся к условиям их местонахождения, и составляющих так называемую аутохтонную микрофлору. В толще воды пресных водоемов находятся различные бактерии: аэробы, требующие кислород (палочковидные, коковидные, извитые и др.), а на глубине увеличивается количество анаэробных бактерий. Помимо этого, водоемы зачастую загрязняются органическими отходами, тем самым, добавляя к этому аллохтонную – непостоянную микрофлору (кишечная палочка, клостридии, энтерококки), в том числе, вирусы и нанобактерии. Следовательно, вода является фактором передачи возбудителей многих инфекционных заболеваний. Исключением можно считать воду артезианских

скважин, которая содержит бактерии в гораздо меньших количествах из-за фильтрации верхними слоями почвы [2].

Вода необходима для нормального функционирования живых организмов и человека. Употреблять внутрь сырую воду без применения комплекса мер по уничтожению в ней возбудителей инфекционных заболеваний, конечно же, нельзя. Туристы и путешественники на кемпинге обычно прибегают к кипячению воды и использованию фильтров, что не всегда обеспечивает полностью эффективное удаление всех опасных возбудителей инфекции, поскольку кипячение не уничтожает споры, а фильтры не спасают от нанобактерий и вирусов [6]. Кроме того, реализация вышеупомянутых методов достаточно длительна по времени и, в походных условиях весьма энергозатратна. Использование других способов стерилизации, таких как автоклавирование, в полевых условиях не представляется возможным.

Однако, существуют и другие возможные методы обеззараживания воды. Одним из таких является электрогидравлическая обработка жидкости. Приблизительно 70 лет назад Лев Юткин - изобретатель и ученый заметил, что если в жидкости создать электрические разрядные импульсы, вызывающие резкие и кратковременные скачки гидравлического давления, то они способны совершать не только полезную механическую работу, но и губительно влиять на микроорганизмы, находящиеся в этой жидкости [9]. В качестве одного из возможных способов полезного применения электрогидравлического (ЭГ) эффекта предлагалось использовать его для дезинфекции сточных вод животноводческих ферм. Данный способ не нашел широкого применения [1]. Установки, используемые для воспроизведения ЭГ-эффекта были габаритные с потребляемой мощностью 0.5 – 1.5 кВт, а их использование рассматривалось только на предприятиях или заводах. Несмотря на давность открытия ЭГ-эффекта, исследования по его использованию в различных сферах, в том числе медицине и сельском хозяйстве проводятся и в наши дни, что указывает на их актуальность [4] [8].

С учетом вышеизложенного целью данного исследования явилась оценка эффективности обеззараживания пресной воды из водоема от микроорганизмов высоковольтной электрогидравлической установкой малой мощности (до 10 ватт) для использования обеззараженной воды в качестве питьевой.

Для проведения экспериментов и воспроизведения ЭГ-эффекта была собрана лабораторная установка по схеме Л. Юткина [9], создающая электрические разряды напряжением 15-20 кВ. В умножителе напряжения установки использовались конденсаторы номинальной ёмкостью 0.01 мкФ. Мощностью потребления установки в рабочем режиме составила 8-9 Ватт [5]. Частота разрядных импульсов составляла от 480 до 540 импульсов в минуту.

Вода для исследования набиралась в стерильный сосуд из пруда со стоячей водой, расположенного в г. Ставрополе. Важно отметить, что данный водоем под названием «Комсомольское озеро» не является местом слива городских сточных вод.

Объем воды, на который производилось воздействие импульсными разрядами электрического тока, был равен 100 мл. Для определения эффективности уничтожения микроорганизмов мы подсчитывали и сравнивали общее микробное число (ОМЧ) до воздействия на воду и далее через каждые 30 секунд воздействия на воду. Данный показатель имеет большое значение при проведении сравнительных исследований. Для определения ОМЧ мы использовали бактериологический метод [7]. Для этого пробы воды в объеме 0.1 мл разливались на плотную питательную среду агар-ГРМ (г. Оболенск) на чашках Петри и распределялись равномерно «газоном», и через 24 часа термостатирования при 37°С производилась визуальная оценка характера роста и количества бактериальных колоний. Согласно нашим подсчетам, количество колоний выросших на чашке Петри из пробы воды до обработки ЭГ-методом было 67, что соответствует ОМЧ равному 670 КОЕ/мл. Через 2.5 минуты воздействия на чашках Петри не выросла ни одна колония,

следовательно, вода оказалась стерильной. Результаты исследований отражены в таблице №1.

Таблица №1- количественные результаты исследования

№ пробы	1	2	3	4	5	6
Время воздействия на воду, мин	0	0,5	1	1,5	2	2,5
Кол-во колоний, шт	67	45	27	15	5	0

Важно отметить, что исследования повторялись в течении недели (заборы воды из озера проводились с 1 по 6 августа 2020 г.) и вышеупомянутая концентрация бактерий 670 КОЕ/мл была максимальной за 6 дней исследования. Статистическая обработка результатов серий экспериментов, проводимых в разные дни, не осуществлялась, поскольку концентрация бактерий в пробах воды из озера была не постоянной величиной из-за неравномерности распределения бактерий и конкуренцией между патогенными и сапрофитными микроорганизмами, а так же из-за воздействия внешних факторов таких как, температура воды, погодных условий и т.д. Однако, сходимость результатов серии экспериментов над одной и той же пробой воды (взятой в конкретный день) близка к 100%.

Для контроля корректности нашего подсчета ОМЧ в центре гигиены и эпидемиологии г. Ставрополя было выполнено санитарно-бактериологическое исследование образца воды, подвергшегося нашему эксперименту. Исследование проводилось согласно СанПиН 2.1.5.980-00 и было направленно на поиск патогенных энтеробактерий в т.ч. сальмонелл, колифагов а также термотолерантных и общих колиформных бактерий (ТКБ и ОКБ) [3]. Из результатов исследований, которые представлены в таблице №2, воду из данного водоема на данный период принято считать недопустимой для

рекреационного использования (отдыха, туризма, спорта), а так же для хозяйственного и питьевого водоснабжения из-за превышения допустимых показателей более чем в 10 раз.

Таблица №2 – результаты анализа пробы воды, подвергавшейся ЭГ-обработке.

	Показатели	**Ед. изм.**	**Результат**	**Гигиенический норматив**	**метод исследования**
1	ОКБ	кое/мл	7000	не более 500/100мл	МУК 4.2 1884-04 п.2.7, п.2.8, прил. 8,9,10
2	ТКБ	кое/мл	200	не более 100/100мл	МУК 4.2 1884-04 п.2.7, п.2.8, прил. 8,9,10
3	Колифаги	кое/мл	менее 1	не более 10/100мл	МУК 4.2 1884-04 п.2.9
4	Патогенные энтеробактерии рода сальмонелла	кое/мл	не обнар.	не допускаются	МУК 4.2 1884-04 п.2.10

Результаты проведенных экспериментов показали, что мощности установки, равной 8-9 ватт, достоверно хватает для обеззараживания 100 мл жидкости из загрязнённого водоема при обработке ее ЭГ-методом в течение 2,5 минут. При этом обработанная вода становится полностью пригодной для питья. Мы рассматриваем использование портативного устройства для электрогидравлического обеззараживания воды, основным преимуществом которого является время, низкие энергозатраты и эффективность обеззараживания по сравнению с обычными способами дезинфекции воды.

Список литературы:

1. Барбаков С.А., Стерхова Т.Н., Шмигель В.Н. применение электрогидравлического эффекта для стерилизации навоза // Тезисы докладов научно-производственной конференции ИжГСХА. – Ижевск, 1995.
2. Быков А.С., Пашков Е.П. Экология микробов - микроэкология // Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: учебник / под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – Т.1. С.130-134
3. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.5.980-00.// Федеральный закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30 марта 1999 . – с. 150-164
4. Добромиров В. Н., Аврамов Д. В., Мартынов Н. В. Технология обеззараживания жидкостей на основе электрогидравлического эффекта // Вода и экология: проблемы и решения. 2019. № 2. С. 17-23
5. Речицкий А.С., Мелешко Н.С., Беннер Н.А., Чеченева Д.Е. Выявление и анализ зависимости снижения численности бактерий в растворе от времени воздействия импульсных разрядов электрического тока на основе эффекта Юткина // Биоразнообразие, биоресурсы, вопросы биотехнологии и здоровья населения Северо-Кавказского региона: материалы VII (64-й) ежегодной научно - практической конференции «Университетская наука - региону» Северо-Кавказского федерального университета (3-29 апреля 2019 г.). – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2019. – с. 326-331
6. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: 4-е изд. [Guidelines for drinking-water quality - 4th ed.]. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2017 г. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

7. Сбойчаков В.Б. Санитарная микробиология // Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: учебник / под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – Т.1. с.153-181
8. Соколова, Н. А. Изучение влияния электрогидравлической обработки почвенных растворов на рост и развитие растений / Н. А. Соколова, В. В. Гамага, С. Е. Грачев [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2015. – № 2(18). – С. 68-72
9. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: машиностроение, 1986. – 253 с.

Literature:

1. Barbakov S.A., Sterkhova T.N., Shmigel V.N. application of the electrohydraulic effect for sterilization of manure // Abstracts of the scientific and production conference IzhGSKhA. - Izhevsk, 1995.
2. Bykov A.S., Pashkov E.P. Ecology of microbes - microecology // Medical microbiology, virology and immunology: textbook / ed. V.V. Zvereva, M.N. Boychenko. - M .: GEOTAR-Media, 2016. - Vol. 1. Pp. 130-134
3. Water disposal of populated areas, sanitary protection of water bodies. Hygienic requirements for the protection of surface waters. Sanitary and Epidemiological Rules and Norms SanPiN 2.1.5.980-00.// Federal Law of the Russian Federation "On Sanitary and Epidemiological Well-Being of the Population" No. 52-FZ dated March 30, 1999. - c. 150-164
4. Dobromirov VN, Avramov DV, Martynov NV Technology of liquid disinfection based on the electrohydraulic effect // Water and ecology: problems and solutions. 2019. No. 2. P. 17-23
5. Rechitskiy A.S., Meleshko N.S., Benner N.A., Checheneva D.E. Identification and analysis of the dependence of the decrease in the number of bacteria in the solution on the time of exposure to pulsed electric discharges based on the Yutkin effect // Biodiversity, bioresources, issues of biotechnology and health of the population of the North Caucasus region: materials of the VII (64th)

annual scientific and practical conference "University science to the region ”of the North Caucasian Federal University (April 3-29, 2019). - Stavropol: Publishing house of NCFU, 2019. - p. 326-331

6. Guidelines for drinking water quality assurance: 4th ed. [Guidelines for drinking-water quality - 4th ed.]. Geneva: World Health Organization; 2017 License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
7. Sboychakov VB Sanitary microbiology // Medical microbiology, virology and immunology: textbook / ed. V.V. Zvereva, M.N. Boychenko. - M .: GEOTAR-Media, 2016. - Vol. 1. c.153-181
8. Sokolova, NA Study of the effect of electrohydraulic processing of soil solutions on the growth and development of plants / NA Sokolova, VV Gamaga, SE Grachev [et al.] // Bulletin of APK Stavropol. - 2015. - No. 2 (18). - S. 68-72
9. Yutkin L.A. Electrohydraulic effect and its application in industry. L .: mechanical engineering, 1986 .-- 253 p.