

## ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЙ МЕТОД ПРОТИВОВИРУСНОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДНОЙ И ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

*Цеханович Ольга Михайловна, заведующая учебной лабораторией кафедры физики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Туркина Екатерина Александровна, ассистент кафедры физики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Кухно Андрей Валентинович, ассистент кафедры инженерной экологии и охраны труда, ФГБОУ ВО НИУ МЭИ*

*Аннотация.* В работе показана возможность и разработаны приемы использования лавиностримерного разряда (ЛСР) для обеззараживания атмосферного воздуха и водных растворов от микробов и вирусных загрязнений. При использовании разрядов получена очистка среды от вредных включений до уровня предельно допустимых концентраций.

*Ключевые слова:* лавиностримерный разряд, ЛСР, обеззараживание водной и воздушной среды, микробы, вирусы, предельно допустимые концентрации, водородный показатель, вода, молоко.

Исследованы условия воздействия лавиностримерного (ЛСР) разряда на обеззараживание атмосферного воздуха и воды. Показано, что формируемые характеристики ЛСР способны оказывать воздействия, на загрязняющие включения, в разрядном промежутке и воде, с которой контактирует разряд в виде низкотемпературной плазмы. Разрядные воздействия сравнимы с радиационным воздействием на вещество. При формировании разрядов можно получить очистку среды от включений, за счет окисления химически активными частицами и присутствующих в разряде электромагнитных излучений. Преимуществом ЛСР с низкотемпературной плазмой является появление в воде нерастворимых гидрозолей способных к осаждению и фильтрации.

Установлено, что заряженные и химически изменяемые вещества в воде, за счет возбуждения и ионизации, способствуют окислению и ионизации и изменению компонентов присутствующих в воде, компонентов, обеспечивают их разрушение и обеззараживание [1, 2]. Возбуждение и ионообменные процессы формируют химически активные частицы:  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HO}_2^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}^+$ , гидратированные электроны и свободные электроны, переходящие с одной молекулы на другую. Интенсивность взаимодействия ионов и частиц веществ, способно изменять свойства вещества и их окислительные способности, так в воде появляется перекись водорода. Антисептические окислительные свойства образующихся веществ их подвижность в электрическом поле и взаимодействие и с поляризованными частицами и отдельными микроскопическими организмами обеспечивают

интенсивность воздействия с укороченным временным интервалом и активное обеззараживание водной среды. Этому способствует появление низкотемпературной плазмы в газоразрядной зоне, где активизируются химические и биологические реакции, обеспечивающие их продолжительность.

Условия воздействия разрядных явлений на загрязненные и зараженные включения реализуются в ЛСР [3] за счет движения электронов и их лавин, движения ионов, перехода электронов с одной молекулы на другую (аналог дырочной проводимости), формирования излучений в области сверхвысоких частот, ультрафиолетового излучения, что приводит к образованию обеззараживающих химико-биологических процессов. В этих процессах участвуют и ионизация, с образованием ионов водорода  $H$  и гидроксиллов  $OH$ -, в воде возникают ионизованные области с избытком кислотных и щелочных зон (с разным уровнем  $pH$ ). Появлению зон воды с водородным показателем  $pH$  меньше и больше 7,0. Появление кислотных ( $pH < 7,0$ ) и щелочных зон ( $pH > 7,0$ ) влияет на жизнь микробных субстанций.

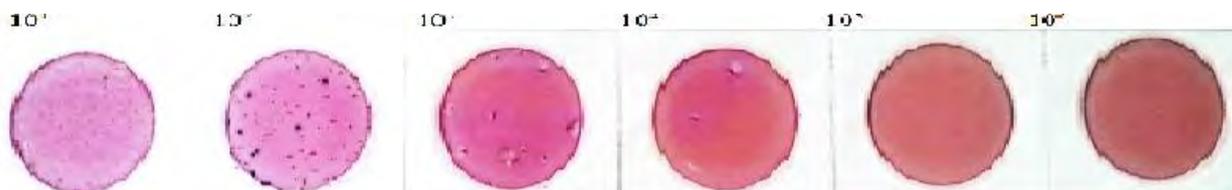
Нобелевский лауреат О. Варбург показал, что в среде с избытком кислорода болезнетворные клетки не размножаются. В такой среде существуют только неактивные вирусы, бактерии и грибки или они совсем умирают. Показано, чем выше уровень  $pH$ , имеющий щелочную реакцию, тем выше концентрация молекул кислорода, тем она опаснее для микробной флоры. Таким образом, формирование зон с  $OH$  оказывается опасной для бактерий и вирусов. ЛСР оказывается способным для формирования воды с большими значениями  $pH$  непригодными для жизни микробов.

Медицинские исследования показали, что водородный показатель жидкости  $pH$  влияет на человеческий организм. Здесь нет усредненного значения  $pH$  для крови, отдельные органы человека имеют показатели компоненты с разной кислотностью или щелочностью. Для тканей желудка обычно кислотная составляющая среды от 1,5 до 3,0  $pH$ , для артериальной крови  $pH = 7,35$ , а для венозной крови  $pH = 7,42$ , для слюны показатель  $pH$  находится в пределах от 6,4 до 6,8 единиц. Повышение или понижение этих значений опасно, значение  $pH$  влияет на здоровье человека. Недостаток кислорода делает жидкости в живом организме кислотными и в такой среде способны развиваться болезнетворные клетки. Щелочная среда способна подавлять злокачественные болезнетворные образования [1]. Таким образом, обработанная разрядом вода способна обладать бактерицидными свойствами.

Повышение водородного потенциала  $pH$  (избытка гидроксила  $OH$ -) приведет к снижению интенсивности размножения и жизнедеятельности микробов и вирусов. Экспериментальная проверка с воздействием с интенсивным коронным разрядом на поверхность воды, когда формируется ЛСР, показала, что происходит изменение  $pH$  воды от 7,1 до 7,8. Разряды в воде при ЛСР приводят к образованию в воде  $OH$ - и перекиси водорода  $H_2O_2$ , что приводит к ее обеззараживанию от микробных образований.

При воздействии ЛСР на коровье молоко, в котором присутствовали микроорганизмы *e.colli*, микроорганизмы погибали после 10 мин обработки. При этом степень воздействия (времени нахождения под разрядом) влияет на концентрацию микроорганизмов в жидкости.

На рис.1 приведены фото роста колоний микроорганизмов в молочной питательной среде до (первое слева) и после обработки молока (время воздействия разрядом 10 мин).



**Рисунок 1 – Прораствание микробных колоний в питательной среде(коровье молоко) до и после обработки молока разрядом в течение 10 мин**

Аналогичных результатов добиваются при пастеризации молока при его нагревании до 80°C и выдержке в течение 10 мин. При этом сравнение энергетических затрат на обработку отличаются в несколько раз в пользу электроразрядной обработки.

Разработаны приемы использования в борьбе с микробными и вирусными загрязнениями ЛСР с формированием в разрядном промежутке низкотемпературной плазмы и при изменении ионной среды в водных средах.

Полученные результаты, возможно использовать в учебном процессе по сельскохозяйственным направлениям подготовки специалистов [4]. Использование методики работы [5] позволит получить при изложении материала дополнительные параметры, расширяющие учебную и научную информацию для студентов.

### **Библиографический список**

1. Кондратьева, О.Е. Очистка воды от загрязняющих веществ путем использования лавиностримерных разрядов / О.Е. Кондратьева, И.В. Королев, А.В. Кухно, О.М. Цеханович. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, – т. 17, №5(2). – 2015, С. 673-678.

2. Studying the Influence of Acoustic Cavitation and Avalanche-Streamer Discharge on the Quality of Raw Milk in Order to Achieve the Pasteurization Effect / O. Krasulya, K. Kanina, N. Zhizhin et al. // BRDEM-2019 International applied research conference «Biological Resources Development and Environmental Management», 2019. - P. 558-568/ - DOI 10.18502/ kls.v5i1.6127

3. Лепехин, Н.М Модулированный коронный наносекундный разряд в воздухе атмосферного давления/ Н.М. Лепехин, Ю.С. Присеко, В.Г. Филиппов и др. // Письма в ЖТФ. – т. 41, вып. 7. – 2015. С. 96–102.

4. Туркина, Е.А. Методы преподавания решения физических задач со студентами вуза / Е.А. Туркина // Международный научный журнал. – № 5-6. - 2018. – С. 79-85.

5. Коноплин, Н.А. Расширение возможности учебного лабораторного эксперимента по курсу общей физики с применением мобильных электронных устройств / Н.А. Коноплин, А.В. Морозов, В.Л. Прищеп // Международный научный журнал. – 2019. – № 3. – С. 122-129.

УДК 537.525

## **ПРИЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАВИНОСТРИМЕРНЫХ РАЗРЯДОВ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ГАЗОВОЙ И ЖИДКОЙ СРЕДЫ**

*Макальский Леонид Михайлович, доцент кафедры инженерной экологии и охраны труда, ФГБОУ ВО НИУ «Московский энергетический институт»*

*Морозов Антон Викторович, доцент кафедры физики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Прищеп Вера Леонидовна, доцент кафедры физики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** В работе показано, что основные приемы обработки сред с их обеззараживанием заключаются в формировании в газовом потоке над жидкостью лавиностримерного разряда (ЛСР). Полученная вода, приобретает дезинфицирующие свойства, и может быть использована для обеззараживания.

**Ключевые слова:** лавиностримерный разряд, ЛСР, обеззараживание водной и воздушной среды, микробы, вирусы, предельно допустимые концентрации, заряженный водный аэрозоль, окружающая среда.

Лавиностримерный разряд (ЛСР) обеспечивает появление в межэлектродном промежутке химически активных частиц: О, О<sub>2</sub>, О<sub>3</sub>, ОН-, NOx [1]. Они обеспечивают воздействие на органические составляющие, если они появляются в водной и газовой среде.

На рис. 1 приведена схема установки по воздействию ЛСР разряда на загрязненную воду. Экспериментальная установка предусматривает воздействие на проточную воду, подводимую по внутреннему стакану. Между стаканами образуются осадки веществ, образующихся в результате осаждения веществ после окисления и обеззараживания [2, 3]. Основным элементом установки является высоковольтный источник электропитания, который формирует ЛСР в межэлектродном промежутке между электродами с малыми радиусами кривизны и поверхностью воды. На установке проведено воздействие ЛСР на воду с биологическими загрязнениями.