

Левин Кирилл Львович

канд. хим. наук, доцент

Арсланова Фатима Гаджиевна

студентка

Бойкова Наталья Дмитриевна

студентка

Самылкин Максим Сергеевич

студент

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»

г. Санкт-Петербург

DOI 10.21661/r-371109

НОВЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ВОДЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Аннотация: в результате электрохимической плазменной фильтрации удалось добиться расщепления органических примесей, увеличения прозрачности, антибактериального эффекта и уничтожения пленок органических загрязнений на поверхности воды. Разработанным методом можно обрабатывать большие количества воды, загрязненные молекулами органического происхождения, в частности большие водяные площади с разливами нефти на поверхности, минимизируя последствия возможных аварий.

Ключевые слова: электрический разряд, охрана окружающей среды, разлив нефти, разложение органических молекул.

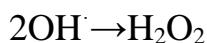
На сегодняшний день перед человечеством стоит множество экологических проблем. Развитие добычи углеводородов на шельфе в холодных районах может привести к экологическим авариям, подобным той, которая имела место в Мексиканском заливе (Macondo evident), но с гораздо более серьезными последствиями. Другой проблемой является загрязненность акваторий. Отходы масел, пестициды, моющие средства и реактивы, выбрасываемые в водоемы, являются серьезным фактором экологической угрозы с середины прошлого столетия. Для

очистки воды предлагалось множество подходов, таких как фотокаталитическая очистка, фильтрация, адсорбирование [1–4]. Очистка с помощью электрических разрядов является исключительно перспективной технологией, поскольку она не требует химических веществ, не приводит к появлению отходов, является экологически чистым, сравнительно дешевым методом и позволяет получить быстрый результат.

Преимущество электрических разрядов заключается в возможности создавать ионы гидроксония, обладающие способностью расщеплять органическое загрязнение, растворенное в воде, или образующее пленку на ее поверхности.

Учеными было разработано и предложено множество методов по борьбе с загрязнениями. Среди методов, использовавшихся для обработки воды электрическими разрядами, называются методы обработки пульсирующим разрядом, коронным разрядом, стриммерным разрядом, радиолиз, обработка переменнотоковым и постояннотоковым коронным и тлеющим разрядом. Отдельно рассматриваемыми факторами действия разрядов являются ультразвуковой, ультрафиолетовый факторы и действие озона.

Пульсирующий коронный разряд, согласно мнению ряда авторов, в жидкой среде способен напрямую производить гидроксил-радикалы. В присутствии молекул кислорода, возможно образование перекиси водорода, способной диффундировать далеко от места разряда и разлагаться с эффектом окислителя удаленно.



Перекись водорода под действием солнечного ультрафиолетового излучения или того же плазменного разряда способна разлагаться обратно посредством реакции:



Таким образом, в результате плазменного разряда образуется сильный окислитель, способный реагировать с органическими молекулами, либо напрямую, либо с помощью гидроксил-радикалов.

В нашей лаборатории разрабатывается устройство для очистки воды плазменным методом [5]. Устройство работает с малым шумом, потребляет незначительное количество электроэнергии, экологично и легко инсталлируемо.

Существенным преимуществом метода является отсутствие расходных материалов, что позволяет использовать данную технологию в труднодоступных районах, автономно.

В ходе работы был проведен ряд испытаний. Контролировали такие факторы как прозрачность воды, ее окраску, содержание бактериальных загрязнений и загрязненность поверхности воды легкими пленками органического происхождения. По всем этим показателям наблюдали выраженную эффективность.

Проведенные эксперименты показали, что:

- 1) окраска воды фениленовым красителем экспоненциально исчезает в процессе обработки (вода становится более прозрачной), рис. 1 [6];
- 2) концентрация загрязнений бактериями (палочка *e-coli*) экспоненциально уменьшалась в процессе обработки [7];
- 3) в процессе обработки модельная пленка (толуол) разлагается на углекислый газ и воду. Несгораемые остатки выпадают в виде сажи.

Таким образом показала актуальность и эффективность метода электрохимической плазменной фильтрации воды.

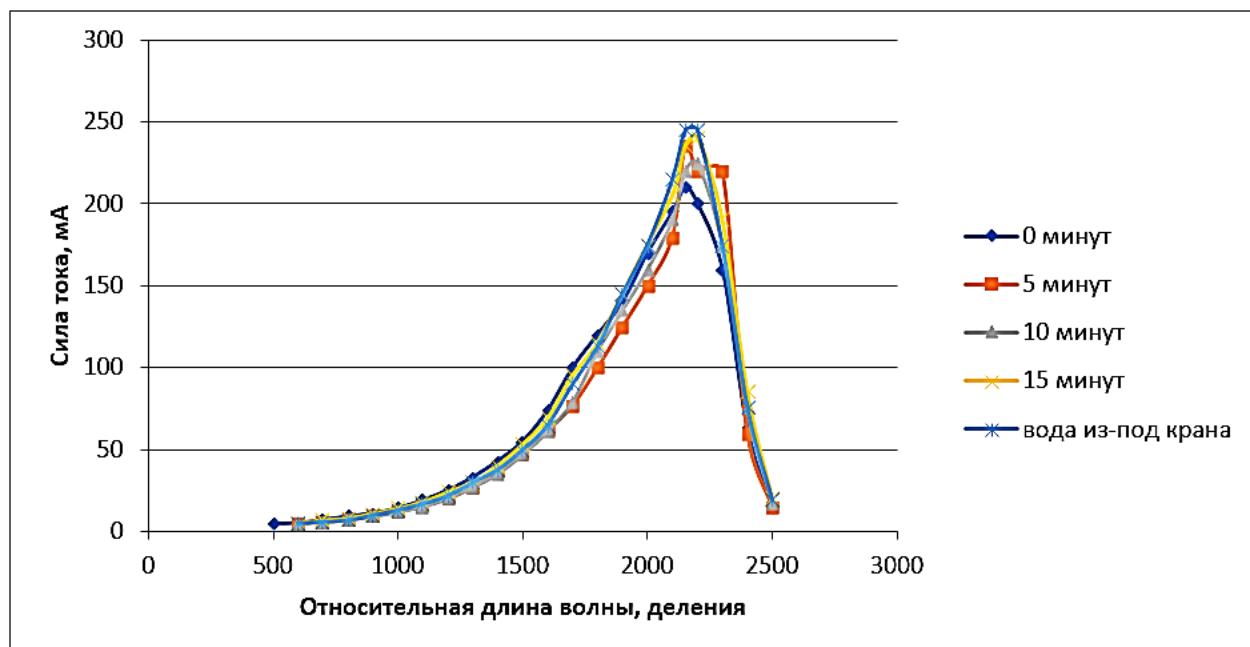


Рис. 1. Сила тока на детекторе, пропорциональная степени прозрачности воды, в зависимости от длины волны, в отн. единицах. (от 450 до 700 нм)

Практической значимостью исследования можно считать следующее:

- создание оборудования по очистке вод как на малых поверхностях
- (проведение различных экспериментов и опытов), так и на больших
- (водные объекты), работающее на основе взаимодействия воды с плазмой;
- очистка больших водных поверхностей, как реки, озера и моря, от возможных загрязнителей, опасных для здоровья людей и оказывающих губительное влияние на экосистемы, таких, как поверхностно-активные вещества, тяжелые металлы, нефть;
- получение чистой воды, не содержащей вредные примеси или химикаты, пригодной для употребления после обеззараживания путем прохождения через высокочастотный плазменный фильтр;
- снижение влияния на экосистемы, что позволит сохранить в водоемах виды флоры и фауны, не перенося их в другие места с более пригодными условиями для жизни;
- полное обеззараживание, т. к. если сравнивать с УФ-методом, то можно сказать, что содержание в воде механических примесей ухудшает его действие,

а на метод прохождения воды через высокочастотный плазменный фильтр это не влияет.

Список литературы

1. Magureanu M. Degradation of organic dyes in water by electrical discharges / M. Magureanu, N.B. Mandache, V.I. Parvulescu // Plasma Chemistry and Plasma Processing. – 2007. – №27. – P. 589–598.
2. Badalian A.M. Instiute of non-organic chemistry / A.M. Badalian, O.V. Polyakov, L.F. Bahturova. – Novosibirsk, 630090.
3. Wen Y.Z., Liu H.J., Liu W.P., Jiang X. // Plasma Chemistry and Plasma Processing. – 2005. – Vol. 5. – №2.
4. Sigmond R.S., Kurdelova B., Kurdeli M., Czech. J. Phys. 49 (1999).
5. Арсланова Ф. Очистка воды от биологических загрязнений с помощью электрического плазменного фильтра / Ф. Арсланова, К. Левин. // Вузовская конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение–2017» (11 марта 2017 г.).
6. Левин К.Л. Новые методы борьбы с загрязнением окружающей среды с помощью обработки воды электрическими разрядами / К.Л. Левин, Я. Донсков // Новое слово в науке: перспективы развития: Материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – № 2 (8).
7. Levine. K.L. Water purification from biological contaminations by electrical plasma filter / K.L. Levine, F. Arslanova, N. Boikova, R.A. Kreneva, M.Sh. Barkan, M.A. Pashkevich, A.S. Mustafaev // Smart Nanocomposites, Issue 2. – 2017. – Vol. 7.