

Электрообработка технологических вод с целью предотвращения биологического обрастания технологического оборудования

Н.О. Сиволобова, А.Б. Голованчиков, А.А. Мацько, В.С. Артюшкина

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

Аннотация: Данная работа относится к области химической технологии и сведения могут быть использованы в промышленности для защиты от биообрастания систем оборотного водоснабжения энергетических и нефтехимических предприятий.

Ключевые слова: обработка, процессы, вода, коррозия, обрастание, реагенты, способы, теплоноситель, электрообработка, биокультуры.

Во многих технологических процессах, применяющих воду, особенно, имеющую контакт с окружающей природной средой (забор воды из естественных и искусственных открытых водоемов, контакт с атмосферным воздухом, аэрация) возникают проблемы заселения воды различными формами микроорганизмов, многоклеточными, животными и растениями. Наличие в воде различного рода биологических объектов приводит к нарушениям расчетных режимов работы оборудования, связанных с увеличением гидравлического и термического сопротивлений, может провоцировать биологическую коррозию поверхностей [1].

В настоящее время проблема нарастания биомассы в технологической воде решается в дух направлениях: водоподготовка (предотвращение образования биообъектов) и воздействия, препятствующие закреплению биообъектов на поверхностях оборудования. Процессы обработки воды, как правило, проводятся с использованием сильных окислителей (хлор, хлорамины) и агрессивных токсичных веществ (соединения ртути) и других реагентов, которые могут вызвать коррозию элементов оборудования, а также создать сложности при необходимости очистки оборотной воды наиболее распространенными биологическими методами [2].

Обработка технологических вод с использованием воздействий электрического поля, с минимальным или полным отсутствием химических

реагентов позволяет решать вопросы борьбы с биологическим обрастанием. Метод может быть использован в оборотном водоснабжении.

Известны способы борьбы с биообрастанием теплообменного оборудования электрообработкой теплоносителя. Электрообработка позволяет подавлять жизнедеятельность микроорганизмов в воде и предотвращать образование биопленки на теплопередающих поверхностях аппаратов. При этом само технологическое оборудование требует конструктивных изменений и подвергается воздействию электрического поля, что может вызывать трудности его эксплуатации [3,4,7,8].

Перспективным направлением является подбор режимов электрохимической обработки воды с целью ингибирования роста биокультур, и их инактивирования. При этом рассматривается возможность проведения процесса вне технологического оборудования.

Экспериментальные исследования по оценке качества электрохимического обезвреживания воды проводились с целью выявления возможности обработки с минимальными затратами электроэнергии, оценки эффективности и целесообразности использования данного метода. В качестве модельной среды использовалась речная вода, применяющаяся в качестве промышленного теплоносителя. Оценка биомассы и ее прироста и убыли в воде производились весовым методом с использованием ультрафильтрационного аппарата с мембранами Владипор типа МФАС – X – 1.

Мембраны Владипор типа МФАС – X – 1 – микропористый пленочный материал, изготовленный на основе смеси ацетатов целлюлозы с размером пор 0,9 мкм и общей пористостью 80 – 85 %. Применение: для определения массовой концентрации взвешенных веществ, в природной воде и очищенных сточных водах. Технические особенности: нетоксичны.

Обработка воды проводилась в стационарном непроточном режиме в электролизёре, емкостью 5 литров с электродной системой из титановых нерастворимых электродов.

Общий объем исследуемой воды был разделен на две пробы, одна из которых подвергалась периодическому воздействию электрического поля, вторая находилась при тех же условиях (открытая емкость, температура в пределах 20-24 °С, на свету) без обработки.

Электрохимическая обработка производилась воздействием постоянного тока силой $I=0,5A$, напряжение при этом составляло - $U=18V$. Параметры обработки были выбраны исходя из возможно меньших расходов электроэнергии. Длительность эксперимента составила 14 дней, в каждый из которых электролизер включался на 1 час.

Результаты представлены на рисунке 1

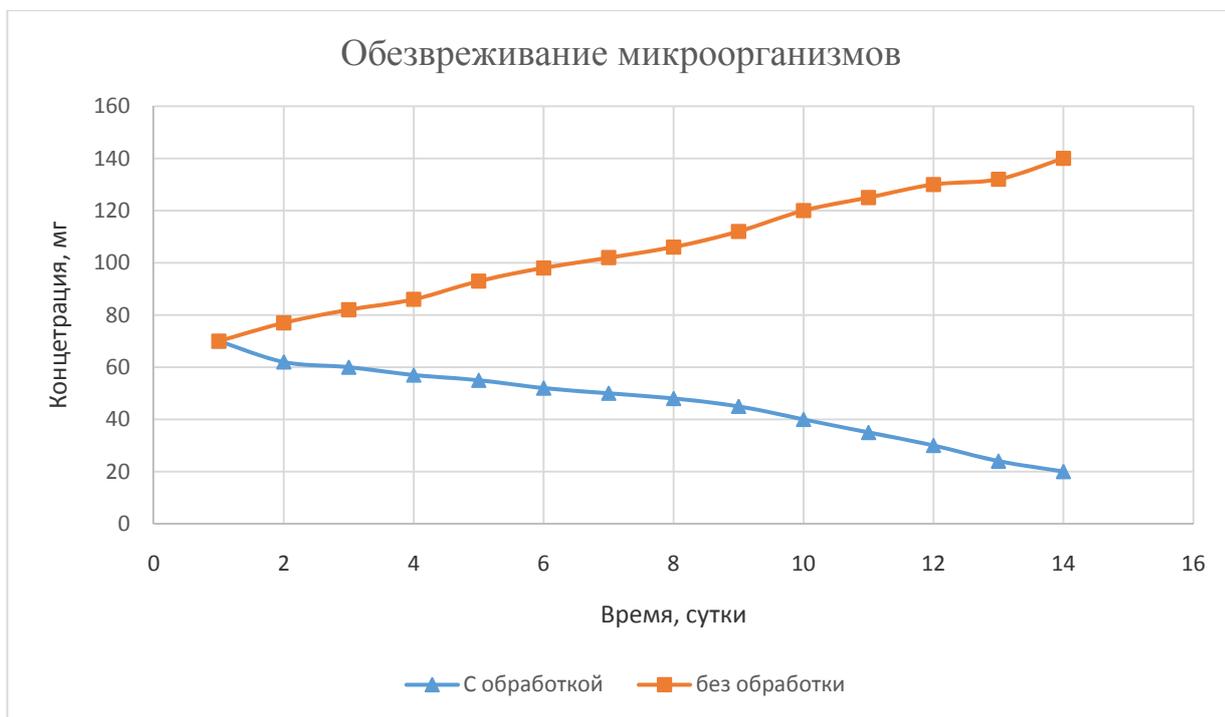


Рис.1 – Результаты электрохимической обработки

Экспериментальные исследования показали значительное снижение содержания биокультур в воде, степень обезвреживания составила порядка 70% от исходного количества загрязнителей. При этом в контрольном

образце воды наблюдался рост биомассы, практически вдвое превышающий первоначальное содержание загрязнителей. Данные экспериментов позволяют сделать вывод об эффективности данного вида обработки и проведения дальнейших исследований с целью определения оптимальных технологических параметров.

Для оценки возможности использования электрообработки воды, находящийся в промышленном водообороте были проведены исследования, оценивающие эффект «последствия», то есть длительность поддержания водой достигнутого качества обезвреживания. Для этого эксперимент по обработке электрическим полем был приостановлен, с целью выяснить, сколько времени сохраниться полученный результат. На рис.2 представлены результаты роста биомассы в образце без обработки и подвергнувшемся электрохимическому воздействию.

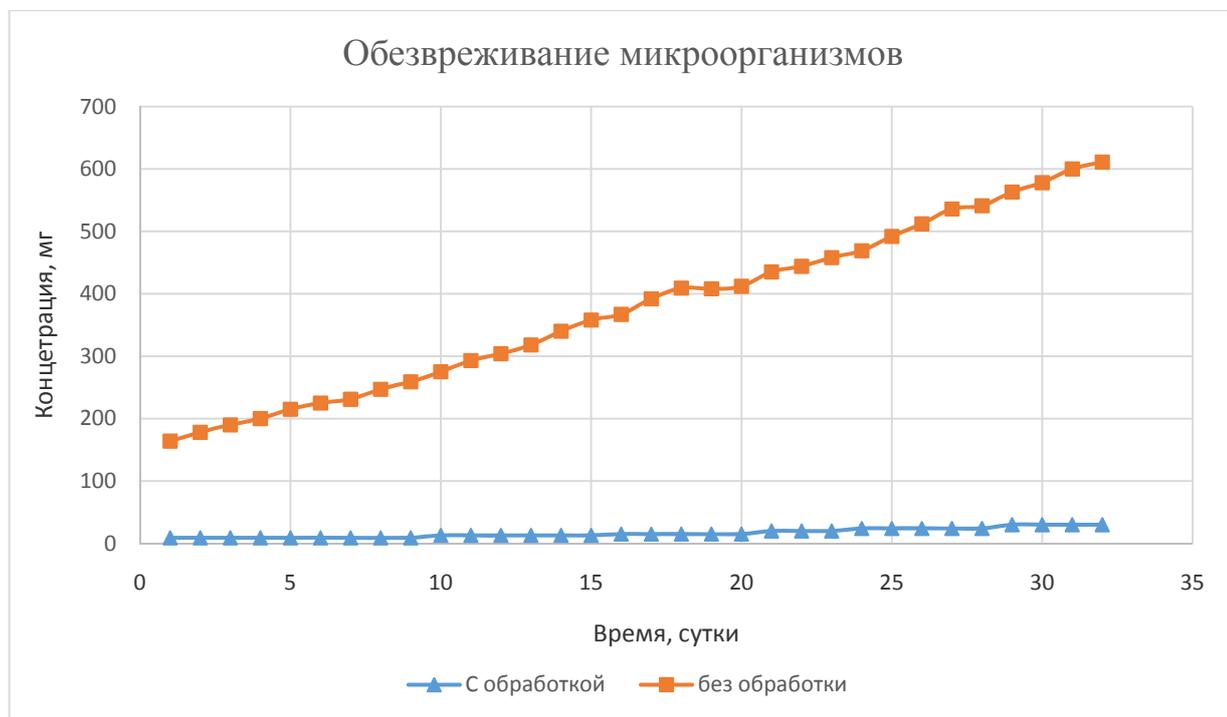


Рис.2 – Результаты роста биомассы

Из представленных зависимостей видно, что рост биомассы начался спустя 10 дней, после остановки эксперимента, это дает возможность минимизировать время обработки воды, сократить затраты электроэнергии.

По данным экспериментов для достижения и поддержания минимального содержания загрязнителей на уровне 20 мг/л достаточно проводить обработку в течение 1 часа 1 раз в неделю. Для конкретных условий технологических процессов могут быть подобраны соответствующие эффективные и экономичные режимы обработки.

Оценка эффективности обработки проводилась с помощью выделения биообъектов с помощью ультрафильтрационной мембраны, средней пористостью 0,9 мкм. Такому размеру соответствуют загрязнители, представляющие собой в основном культуры в виде микроводорослей. Для выявления эффективности обработки на более мелкие объекты были проведены бак посев проб воды на определение числа КОЕ (колониеобразующие единицы) – это показатель количества жизнеспособных микроорганизмов в единице объема (1 см^3), в жидкости (1 мл).

Эксперимент по обеззараживанию воды проводился в тех же условиях и при тех же режимах обработки. Данные приведены на рис.3. Результаты обработки позволяют говорить о высокой эффективности обеззараживающего действия (порядка 99%) и достаточно хорошем эффекте «последствия», прирост культур после недельного перерыва составил порядка 3% от первоначального состояния.

Для подтверждения достоверности результатов эксперименты проводились с пятикратным повторением в разное время года, с похожими условиями, коэффициент достоверности составляет 2.5%, что показывает достаточную точность результатов эксперимента.

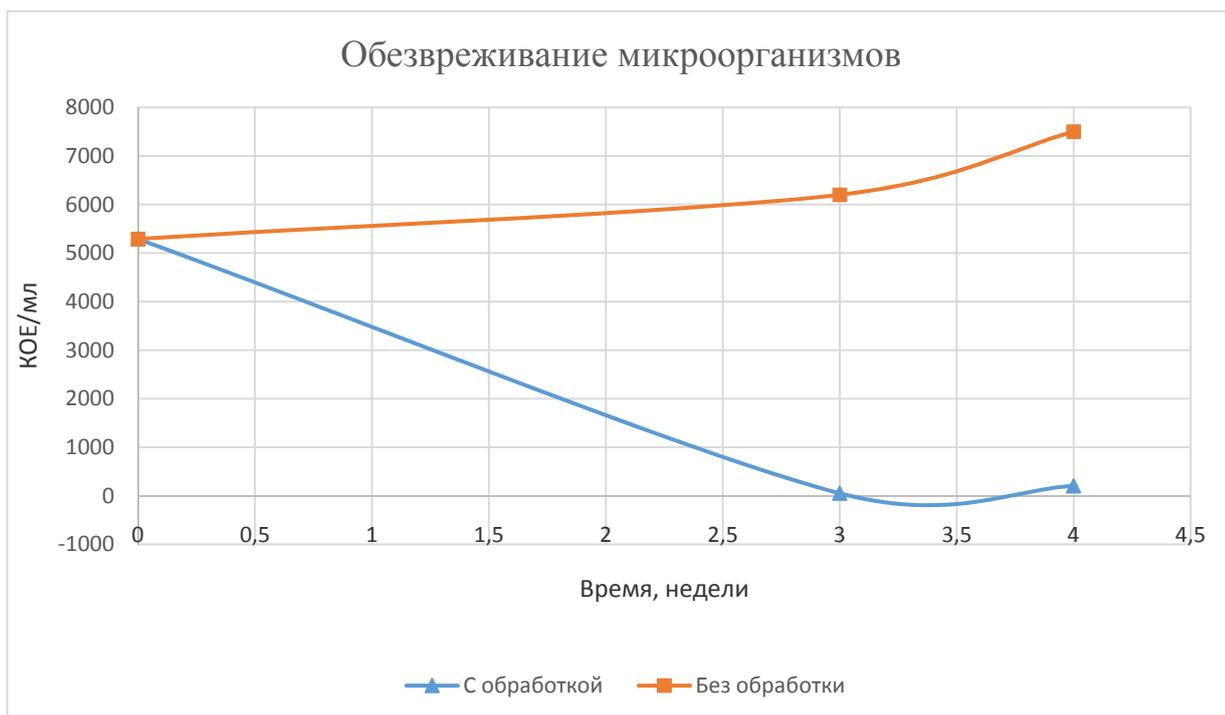


Рис.3 – Результат обеззараживания воды

Результаты исследований позволяют сделать выводы о перспективности применения электрообработки технологических вод для обеспечения минимизации роста биокультур. Обработка позволяет значительно снизить содержание загрязнителей различного вида – от 70% по микроводорослям и до 99% по КОЕ. При этом обработанная вода способна поддерживать достигнутое качество обезвреживания, как минимум на протяжении 7 – 10 дней, что позволяет значительно снизить затраты электроэнергии на поддержание заданных требований по качеству воды, обеспечить длительное ее использование в системах водооборота и транспортировки без опасности образования биообрастания элементов технологического оборудования.

Литература

1. Серпокрылов Н.С., Петренко С.Е., Борисова В.Ю. Повышение эффективности и надежности очистки сточных вод на разных стадиях



эксплуатации очистных сооружений // Инженерный вестник Дона, 2013, №2.

URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1602

2. Фомичев В.Т., Лебедев Д.Н. Совершенствование технологии хлорирования природных и сточных вод. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета, 2011, № 25. 28с.

3. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. Москва: ДеЛипринт, 2004. 328с.

4. Серпокрылов, Н.С., Мкртчян, Т.М. Устройство для приема поверхностного стока в бытовую канализацию // Инженерный вестник Дона, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1924

5. JanetteWorm, Timvan Hattum. Rainwater harvesting for domestic use. – Agromisa Foundation and CTA, Wageningen, 2006. – 84 p.

6. M.B. Sasson, W. Calmano, A. Adin, Iron-oxidation processes in an electroflocculation (electrocoagulation) cell, J. Hazard. Mater. 171 (2009) pp. 704-709.

7. Анопольский, В.Н., Фельдштейн, Г.Н., Фельдштейн, Е.Г. Некоторые аспекты водоснабжения и охраны гидросферы от загрязнения (по опыту научно-инженерного центра «Потенциал-2»). Санкт-Петербург: Биосфера, 2010. - Ч. 2: Охрана гидросферы от загрязнения – Т. 2. - №3 – 113 – 116с.

8. Анопольский, В.Н., Прокопьев, К.Л., Олиферук, С.В. Актуальные проблемы очистки нефтесодержащих сточных вод // С.О.К. (сантехника, отопление, кондиционирование), 2007. - №6 – 27 – 29с.

9. Бреус С.А., Скрыбин А.Ю., Фесенко Л.Н. Разработка технологии очистки природной воды для питьевых целей на период чрезвычайных ситуаций: производство активного хлора электролизом воды// Инженерный вестник Дона, 2016, №2 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3655.



10. Медриш Г.Л., Тейшева А.А., Басин Д.Л. Обеззараживание природных и сточных вод с использованием электролиза. - Москва Стройиздат 1982. – 81с.

References

1. Serpokrylov N.S., Petrenko S.E., Borisova V.YU. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1602
2. Fomichev V.T., Lebedev D.N. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta, 2011, № 25. 28p
3. Ryabchikov B.E. Sovremennye metody podgotovki vody dlya promyshlennogo i bytovogo ispol'zovaniya [Modern methods of preparation of water for industrial and household use]. Moskva: DeLi print, 2004. 328p.
4. Serpokrylov, N.S., Mkrtchyan, T.M. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1924
5. Janette Worm, Tim van Hattum. Rainwater harvesting for domestic use. - Agromisa Foundation and CTA, Wageningen, 2006. 84p.
6. M.B. Sasson, W. Calmano, A. Adin, Iron-oxidation processes in an electroflocculation (electrocoagulation) cell, J. Hazard. Mater. 171 (2009) pp. 704-709.
7. Anopol'skij, V.N., Fel'dshtejn, G.N., Fel'dshtejn, E.G. Nekotorye aspekty vodosnabzheniya i ohrany gidrosfery ot zagryazneniya (po opytu nauchno-inzhenernogo centra «Potencial-2»). Sankt-Peterburg: Biosfera, 2010. CH. 2: Ohrana gidrosfery ot zagryazneniya. T. 2. №3. 113 – 116 p.
11. 8. Anopol'skij, V.N., Prokop'ev, K.L., Oliferuk, S.V. Aktual'nye problem ochistki neftesoderzhashchih stochnyh vod. S.O.K. (santekhnika, otoplenie, kondicionirovanie), 2007. №6 – 27 – 29 p.
9. Breus S.A., Skryabin A.YU., Fesenko L.N. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №2 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3655.



10. Medrish G.L., Tejsheva A.A., Basin D.L. Obezzarazhivanie prirodnyh i stochnyh vod s ispol'zovaniem ehlektroliza [Disinfection of natural and waste water using electrolysis]. Moskva Strojizdat 1982. 81p.