

5. История брикетирования и предлагаемый способ // ЭкоМашГео [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://briquet.ru/briquet\\_his.shtml](http://briquet.ru/briquet_his.shtml)
6. Федосеев С.Н., Дмитриева А.В. Переработка железосодержащих отходов методом брикетирования // Актуальные проблемы современного машиностроения: сборник трудов международной научно-практической конференции, Юрга, 11–12 Декабря 2014. – Томск: ТПУ, 2014 – С. 458–460.
7. Гоник И.Л., Лсмякин В.П., Новицкий Н.А. Особенности применения брикетируемых железосодержащих отходов // Металлург, 2011 – № 5 – С. 25–27.
8. Briquetting // The free dictionary [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Briquetting>

## БОРЬБА С БИООБРАСТАНИЕМ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

*А.А. Мацько, Н.О. Сиволобова, к.б.н, доц., В.С. Артюшкина  
Волгоградский государственный технический университет  
400005, Волгоград, пр. им. Ленина, 28 Тел.: (8442) 23-00-76.  
E-mail: xtyrantx@list.ru*

**Аннотация:** Данная работа посвящена анализу методов очистки воды для борьбы с биологическим обрастанием технологического оборудования. Рассмотрены различные способы борьбы с биологическим обрастанием, в том числе: реагентные, безреагентные и электрические. Сформирована концепция применения способа борьбы с биологическим обрастанием технологического оборудования путем электрической обработки теплоносителя.

Приведена схема установки, таблица результатов и диаграмма.

**Abstract:** This work is devoted to the analysis of methods of water purification for fight against biological fouling of processing equipment. Various ways of fight against biological fouling are considered, including: reagent, reagentless and electric. The concept of application of a way of fight against biological fouling of processing equipment by electric processing of the heat carrier is created.

The scheme of installation, the table of results and the chart is provided.

### Основной текст:

В процессе эксплуатации технологического оборудования - трубопроводов, теплообменных аппаратов, реакторного и др. в водной среде при мягких условиях функционирования, может происходить заселение поверхности различными формами микроорганизмов, многоклеточных, животных и растений. Этот процесс, называемый биологическим обрастанием (биообрастанием), достаточно хорошо изучен на различных гидротехнических объектах и сооружениях. Биообрастание является нежелательным процессом, так как приводит к уменьшению просветов трубопроводов, приводит к забиванию элементов оборудования, снижает пропускную способность и даже может приводить к изменению гидродинамического режима и режима теплообмена. При проектировании производств с использованием водных неагрессивных сред и, особенно, питательных сред следует учитывать возможность протекания биообрастания и предусматривать способы борьбы с ним [1].

Отклонения от нормального режима работы теплообменного оборудования снижает эффективность теплообмена (наличие отложений толщиной 4 – 6 мм приводят к снижению скорости теплообмена на 25 – 30 %), вызывает биологическую коррозию поверхностей и многократно увеличивает термическое сопротивление.

Для удаления отложений и загрязнений с внутренних и наружных поверхностей теплообменного оборудования, а также предотвращения их появления, используют способы очистки, основанные на различных принципах воздействия на отложения: химические, механические, гидромеханические и другие методы [2].

Борьба с отложениями идет в нескольких направлениях:

– водоподготовка (предотвращение образования биообъектов).

– воздействия, препятствующие закреплению биообъектов на поверхностях оборудования.

Методы водоподготовки предполагают использование 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; очистка оборудования

требует его вывода из технологического процесса и замены резервными единицами, а также может представлять сложности в случае необходимости очистки кожухо-трубных аппаратов [3].

Перспективным направлением удаления биологических обрастаний является проведение очистки природных и сточных вод с использованием электрообработки теплоносителя, с минимальным или полным отсутствием химических реагентов.

Реализация данного метода возможна при усовершенствовании самого технологического теплообменного оборудования, кожухотрубчатых или пластинчатых аппаратов. В данном оборудовании электрическое поле создается за счет подключения к противоположным полюсам источника постоянного тока элементов конструкций, таких как трубный пучок и корпус [4] или пластин [5].

Электрообработка воды, которую подают в межтрубное пространство, позволяет подавлять жизнедеятельность микроорганизмов в воде и предотвращать образование биопленки на внешней поверхности труб. Отсутствие такой биопленки на внешней поверхности труб увеличивает коэффициент теплоотдачи от внешней поверхности труб к охлаждающей воде, а значит, приводит к интенсификации теплообменного процесса в целом. Кроме того, предупреждение обрастания наружной поверхности труб биопленкой увеличивает время стабильной работы кожухотрубного теплообменника, а в период ремонта уменьшает трудозатраты, которые бывают особенно большими и сложными при очистке наружной поверхности труб [6].

Недостатком такой обработки является возможное разрушение оборудования, вследствие электрохимического растворения металлов.

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

Был поставлен эксперимент, показывающий действенность данного процесса в лабораторных условиях.

В эксперименте определялось влияние на процесс обезвреживания микроорганизмов следующих параметров: силы тока  $I$ , напряжения электрического поля  $U$ , времени обработки жидкости  $t$ .

В качестве исходного природного материала использовалась вода речная, которая поступает на производство.

Средствами эксперимента являлись: электролизер, выпрямитель тока, лабораторный мембранный фильтр, емкости для воды, весы аналитические.

Электролизер был собран из материалов нерастворимых в воде. Два электрода были подобраны из титана, проводники медные изолированные.

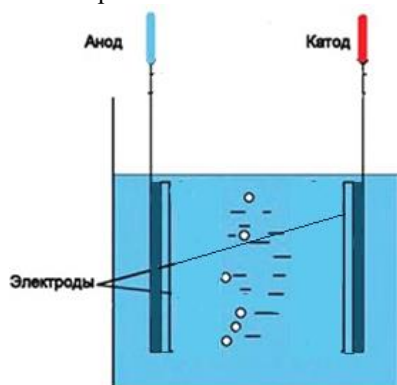


Рис. 1. Схема установки электролиза

Ход эксперимента: в начале эксперимента были заполнены две ёмкости с водой одинакового объема 4л, из основной емкости был произведен отбор пробы воды на предмет содержания в ней микроорганизмов. Для выявления количества микроорганизмов отобранная вода была профильтрована на мембранном лабораторном фильтре и была получена концентрация микроорганизмов в воде 70мг/л. Далее одна из емкостей была составлена в светлое место, а в другую (представленную на рисунке 1) был помещен электролизер для обезвреживания микроорганизмов подключенный к выпрямителю с силой тока  $I=0,5A$  и напряжением  $U=18B$ .

### Результаты эксперимента.

Данный эксперимент производился в течение 14 дней, в каждый из которых электролизер включался на 1 час в сеть и проходило обезвреживание микроорганизмов. В другой емкости никаких действий не производилось.

В результате были получены следующие данные: в емкости без электролизёра концентрация увеличилась до 140 мг/л, а в емкости с электролизером уменьшилась до 20 мг/л. Результаты представлены на рисунке 2 в таблице 1.

Таблица 1

Результаты эксперимента

| Время обработки t, сут | Концентрация с обработкой, С мг/л | Концентрация без обработки, С мг/л | Сила тока, А | Напряжение, В | Плотности тока, А/м <sup>2</sup> |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------|----------------------------------|
| 1                      | 70                                | 70                                 | 0,5          | 18            | 41,7                             |
| 2                      | 62                                | 77                                 | -            | -             | -                                |
| 3                      | 60                                | 82                                 | -            | -             | -                                |
| 4                      | 57                                | 86                                 | -            | -             | -                                |
| 5                      | 55                                | 93                                 | -            | -             | -                                |
| 6                      | 52                                | 98                                 | -            | -             | -                                |
| 7                      | 50                                | 102                                | -            | -             | -                                |
| 8                      | 48                                | 106                                | -            | -             | -                                |
| 9                      | 45                                | 112                                | -            | -             | -                                |
| 10                     | 40                                | 120                                | -            | -             | -                                |
| 11                     | 35                                | 125                                | -            | -             | -                                |
| 12                     | 30                                | 130                                | -            | -             | -                                |
| 13                     | 24                                | 132                                | -            | -             | -                                |
| 14                     | 20                                | 140                                | -            | -             | -                                |

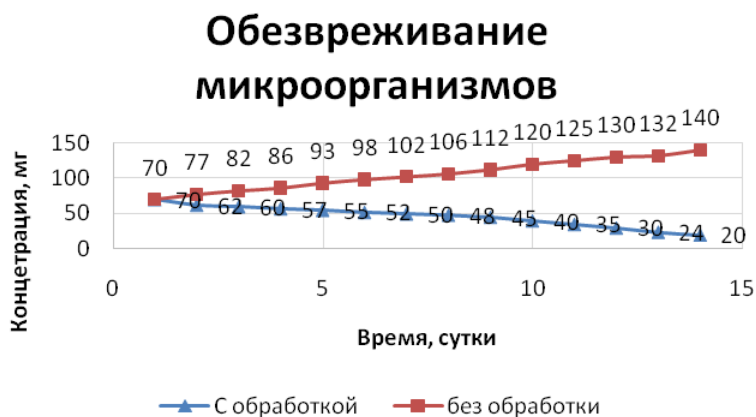


Рис. 2. Диаграмма результатов эксперимента

На основе полученных данных можно сделать вывод что электролизная установка дает прекрасные результаты за короткий срок и данный способ можно применять в производстве. Также было выявлено, что вода остается чистой в течение нескольких дней после обработки.

Для дальнейшего технического использования необходимо определить минимальные параметры обработки (длительность воздействия и силу тока), при которых будет эффективно происходить данный процесс. Это позволит уменьшить экономические затраты на электроэнергию, уменьшить износ оборудования и упростить его конструкцию.

Литература.

1. Галкин М.Л. Биообрастание как фактор снижения интенсивности теплообмена /М.Л. Галкин // Холодильная техника. - 2011. - №5. - с. 2-4.

2. Фомичев В.Т. Совершенствование технологии хлорирования природных и сточных вод./ В.Т. Фомичев, Д.Н. Лебедев // Вестник государственного архитектурно-строительного университета, № 25. - Изд. ВолгГАСУ, 2011. - с.282-286.
3. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. / Б.Е. Рябчиков. - М.: ДеЛи принт, 2004. - 328с.
4. Голованчиков А.Б., Воротнева С.Б., Сиволобова Н.О., Дулькина Н.А., Мурзенков Д.С. Кожухотрубный теплообменник // Полезная модель № 2012129448/06 от 11.07.2012.
5. Голованчиков А.Б., Воротнева С.Б., Сиволобова Н.О., Баньковская Ю.Р., Никулин С.Г., Чугунова Е.В. Пластинчатый теплообменник // Полезная модель № 2013103902/06 от 29.01.2013.
6. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. / В.Ф. Кожин - Учеб. пособие для вузов. 4-е изд., - М.: БАСТЕТ, 2008. - 304 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЯСКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

*М.А. Гайдамак, студ. группы 17Г41*

*Научный руководитель Н.Ю. Луговцова*

*Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

*E-mail: [vip.trd777@mail.ru](mailto:vip.trd777@mail.ru)*

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы использования ряски для очистки воды. Рассмотрены виды ряски, их биологические особенности, распространение в мире. Представлены результаты исследований различных видов ряски и их способность захватывать и аккумулировать тяжелые металлы и металлоиды.

**Abstract:** The article is about possibility of using duckweed for water purification. The structure of duckweed species, their biological features, distribution in the world is shown. The results of investigations of various species of duckweed and their ability to capture and accumulate heavy metals, metalloids.

Вода является самым ценным природным ресурсом. Ее роль заключается в участии в процессе обмена всех веществ, являющихся основой любой формы жизни. Деятельность промышленных, сельскохозяйственных предприятий невозможна без использования воды, также она является незаменимым компонентом в бытовой жизни человека. В воде нуждаются и люди, и растения, и животные. Для некоторых особей вода еще и является средой обитания.

Вследствие бурного развития жизнедеятельности людей, а также незначительного использования ресурсов особенно острыми становятся экологические проблемы, в том числе и загрязнение воды. Их решение стоит у человечества на первом месте [1].

Одним из наиболее популярных способов очистки воды является фиторемедиация. Фиторемедиация – комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферного воздуха с использованием зеленых растений. В этой технологии используются природные процессы, с помощью которых растения и ризосферные микроорганизмы деградируют и накапливают различные поллютанты. Первые научные исследования в этой области были проведены в 50-х годах в Израиле, однако активное развитие методики произошло только в 80-х годах XX века. Фиторемедиация является высокоэффективной технологией очистки от ряда органических и неорганических поллютантов.

Для фиторемедиации в искусственно созданных заболоченных территориях применяется ряска (*Lemna minor* и *Azolla sp.*) – для неорганических поллютантов (хорошие накопители металлов и лёгкий сбор биомассы) [2].

Произрастает ряска малая в большинстве стоячих водоемах на территории всей страны с различным уровнем загрязнения. Ряска на первый взгляд может показаться сорным растением, загрязняющим озера и реки, однако на самом деле она очищает воду, увеличивая содержание в ней кислорода, а также служит источником питательных веществ для рыб и других обитателей водоемов.

Ряска малая является многолетним водным растением, вид рода Ряска (*Lemna*) подсемейства Рясковые семейства Ароидные. Растёт в изобилии в стоячих водоёмах и часто сплошь покрывает их поверхность. Растение произрастает во всех странах с умеренным климатом. Арал её распространения включает в себя всю Европу, Азию (Западную, Ближний Восток, Кавказ, Среднюю Азию, Китай, север п-ова Индостан), всю Африку и Северную Америку (кроме Мексики). Вегетативное тело представляет собой округлую или обратнойцевидную пластинку (листец) 2 – 4,5 (очень редко до 10) мм