

комплексных системах очистки СВ для предварительного удаления из воды коллоидных частиц, частиц масел и нефти.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (МК-1107.2019.8).

Библиографический список

1. Иваненко Н.В. Экологическая токсикология: Учебное пособие./ Н.В. Иваненко. - Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. - 90 с.

УДК 628.38

**Федотова А.Ю., маг.,
Степанова С.В., канд. техн. наук, доц.
(КНИТУ, г. Казань, Россия)**

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ОЧИЩЕННЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА РЕАГЕНТНЫМИ МЕТОДАМИ

*Исследована фитотоксичность исходных и очищенных вод от ионов железа традиционным (раствор NaOH концентрацией 10 г/дм³ и 0,1 %-ый раствор Праестола 611) и альтернативным (сточные воды, полученные в результате натронной варки целлюлозы из плодовых оболочек зерен ячменя) методами путем оценки всхожести растительных тест-объектов: ячменя *Hordeum vulgare*, овса *Avena sativa* L., пшеницы *Triticum aestivum*. Показано, что наименьшее значение по признаку фитотоксичности достигнуто при поливе злаковых растений водой, очищенной от ионов железа альтернативным методом.*

Ключевые слова: фитотоксичность, ионы железа, всхожесть, модельные воды, очистка воды, злаковые растения, овес, ячмень, пшеница.

Главными источниками загрязнения воды тяжелыми металлами, являются гальванические производства, предприятия горнорудной, черной и цветной металлургии, машиностроительные заводы и другие предприятия различных отраслей промышленности [1]. В частности, большие концентрации соединений железа встречаются в шахтных водах, в сточных водах (СВ) травильных цехов, производства солей железа, иногда в сточных водах цехов крашения тканей и т.д. [2].

Не смотря на то, что ионы железа являются биогенными элементами, необходимыми для нормального функционирования и жизнедеятельности живых организмов, их повышенное поступление в окружающую среду может оказывать негативное воздействие на все составляющие биосферы. В связи с этим вопрос по определению его

влияния на живые объекты, особенно растительные, которые входят в пищевые цепи многих живых организмов, является достаточно актуальным [3].

Известно, что в практике очистки вод от ионов металлов наиболее распространен реагентный метод. Он заключается в переводе растворимых соединений железа в нерастворимые, при добавлении различных реагентов с последующим отделением осадка. Чаще всего в качестве реагентов используются гидроксиды кальция и натрия, сульфид натрия и другие. Для ускорения осветления нейтрализованных СВ рекомендуется добавлять к ним синтетические флокулянты, чаще всего производные полиакриламида в виде водных растворов малой концентрации. Добавление последних увеличивает скорость седиментации образующихся осадков, содержащих гидроксиды железа в несколько раз. Также они способствуют расширению оптимальных областей рН, повышают плотность и прочность хлопьев. [4]

В ранее проведенных работах [5-7] показано, что применение альтернативного реагента, который представляет собой сточные воды производства целлюлозы из плодовых оболочек зерен ячменя методом натронной варки, позволяет достичь результатов, позволяющих очистить модельные воды от ионов железа на 99 %.

В данной работе исследовалась фитотоксичность исходных и очищенных вод от ионов железа традиционным методом и альтернативным путем оценки всхожести растительных тест-объектов: ячменя *Hordeum vulgare*, овса *Avena sativa L.*, пшеницы *Triticum aestivum*.

Очистка модельных вод проводилась следующим образом: в стакан приливалось 100 см³ модельной воды (концентрация ионов железа 100 мг/дм³), который помещался на магнитную мешалку и небольшими порциями приливались традиционные реагенты (раствор *NaOH* концентрацией 10 г/дм³ и 0,1 %-ый раствор Праестола 611) и альтернативный (сточные воды, полученные в результате натронной варки целлюлозы из плодовых оболочек зерен ячменя) до достижения рН=9±0,5 для полного осаждения ионов железа в виде гидрооксидов [8].

Оценка фитотоксичности проводилась в соответствии с ГОСТ 33061-2014: на дно чашек Петри помещались бумажные фильтры, увлажненные исследуемой водой, и равномерно распределялись зерна каждой культуры, по 8 штук в каждой из трех повторностей [9]. В течение всего срока наблюдений (14 суток) образцы периодически поливались дистиллированной (контроль), модельной и очищенных. На протяжении опыта отмечалась всхожесть семян, по окончании – определялось общее количество проросших семян [10] (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты всхожести семян

Образец	17.05.2019			23.05.2019			27.05.2019			Ср. знач.
	Овес	Пшеница	Ячмень	Овес	Пшеница	Ячмень	Овес	Пшеница	Ячмень	
Контроль	8	8	3	8	7	3	8	6	3	6,00
Модельная вода	6	7	3	7	8	3	6	5	3	5,33
Вода, очищенная традиционным методом	7	7	2	7	8	2	8	8	2	5,67
Вода, очищенная альтернативным методом	6	8	5	7	8	5	7	6	5	6,33

Из таблицы 1 видно, что наименьшее значение по фитотоксичности достигалось при очистке вод от ионов железа альтернативным реагентом, так как в его составе присутствует не только не прореагировавший гидроксид натрия, который участвует в реакции осаждения ионов железа, но и биогенные элементы в виде алкоголятов натрия и лигнина, остатков целлюлозы, тем самым можно сказать, что очищенные воды не влияют на рост и развитие растений.

Таким образом, при сравнении фитотоксичности очищенных вод от ионов железа традиционным и альтернативным методом показано, что сточные воды, полученные в результате натронной варки целлюлозы из плодовых оболочек зерен ячменя, можно рекомендовать в практике очистки воды.

Библиографический список

1. Л.О. Штриплинг, Ф.П. Туренко, Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов. Учебное пособие/ Л.О. Штриплинг, Ф.П. Туренко. - Изд-во ОмГТУ. – Омск, 2005. – 192 с.
2. Николадзе Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод. / Г.И. Николадзе. – М.: Стройиздат, 1978. – 160 с.
3. Копылова Л.В., Лескова О.А. Содержание железа в некоторых природных объектах в условиях антропогенной нагрузки (забайкальский край) [Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/pdf/2016/6/25747.pdf>
4. Е. Ю. Анохина, С. В. Степанова, Очистка модельной воды от ионов трехвалентного железа раствором реагента из плодовых оболочек зерен овса. / Е. Ю. Анохина, С. В. Степанова // Вестник технологического университета. - 2016. - Т.19, №3- С. 116-118.

5. Железо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cnsbh.ru/AKDiL/0033a/base/k0090006.shtm>, свободный.
6. Орлов Д.В., Альтернативный флокулянт из отходов злаковых культур для очистки вод от ионов железа / Орлов Д.В., Степанова С.В. // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и специалистов по итогам IX Молодежной экологической конференции «Северная Пальмира», 22-23 ноября 2018 г., Санкт-Петербург. – НИЦЭБ РАН, 2018. – С. 113-117.
7. Орлов Д.В., Степанова С.В. Очистка сточных вод химического производства от ионов железа (II) альтернативным реагентом, полученным из плодовых оболочек зерен ячменя / Орлов Д.В., Степанова С.В. // Инновационные подходы в решении современных проблем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды: сб. докл. Международ. науч.-техн. конф., Алушта, 3–7 июня, 2019 г. – Белгород: Изд-во БГТУ. - 2019. - Ч.1. – С. 294-297
8. Штриплинг Л.О., Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов: Учебное пособие./ Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.
9. Зверев А.А., Статистические методы в биологии: учебно-методическое пособие./ Зверев А.А., Зефирова Т.Л. – Казань: КФУ, 2013. – 42 с.
10. ГОСТ 33061-2014 Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Наземные растения: тест на всхожесть семян и развитие проростков. М.: Стандартинформ, 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200115879>, свободный.

УДК 628.33

Федотова А.В., канд. техн. наук,
Шайхиев И.Г., д-р техн. наук, доц.,
Дряхлов В.О., канд. техн. наук, доц.
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ЭМУЛЬГИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПЛАЗМООБРАБОТАННЫМИ ПОЛИМЕРНЫМИ МЕМБРАНАМИ

Исследована возможность интенсификации разделения модельной водомасляной эмульсии на основе масла марки «И-20А», с использованием полисульфонамидных ультрафильтрационных мембран, обработанных высокочастотной емкостной плазмой пониженного давления. Определены параметры плазмообработки, при которых достигаются наибольшие значения эффективности разделения эмульсии.

Ключевые слова: нефтепродукты, мембрана, фильтр-элемент, плазма, обработка, интенсификация, водомасляная эмульсия, разделение, химическое потребление кислорода.