

3. Шамраев А.В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды / А.В. Шамраев, Т.С. Шорина // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2009. - № 6. – С. 642-643.
4. Миронов О.Г. Бактериальная трансформация нефтяных углеводородов в прибрежной зоне моря / О.Г. Миронов // Морской экологический журнал. - 2002. - № 1. Т. 1. - С. 56-66.
5. Хабибулина Ф.М., Исследование способности нефтеокисляющих бактерий утилизировать нефти (углеводороды) / Хабибулина Ф.М., Шубаков А.А., Арчегова И.Б., Романов Г.Г. // Биотехнология. - 2002. - №6. - С. 57-62.
6. Семенов А.М., Окисление нефти в морской среде бактериями – эпифитами бурых водорослей / Семенов А.М., Оленин А.В., Хохлачев Н.С. // Вести газовой науки. - 2017. - С. 135-139.
7. Кураков А.В., Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях. / Кураков А.В., Ильинский В.В., Котелевцев С.В., Садчиков А.П. - М.: Графикон, 2006. - 336 с.
8. Raghukumar C., Degradation of crude oil by cyanobacteria / Raghukumar C., Viparty V., David J.J. // Appl. Microbiol. Bitech. - 2001. - V.57. N3. - P. 433-436.
9. Gamila H.A. Algal bioassay for evaluating the role of algae in bioremediation of crude oil: I-isolated strains / H.A. Gamila, M.B.M. Ibrahim // Bull. Environ. Contam. Toxicol. - 2004. - V. 73. - P. 883–889.

УДК 66.081.63

Фазуллин Д.Д., канд. техн. наук, доц.,
Фазылова Р.Д., студ.,
Маврин Г.В., канд. хим. наук, доц.
(КФУ, г. Набережные Челны, Россия)
Шайхиев И.Г., д-р. тех. наук, доц.
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОФИЛЬТРАЦИОННОЙ МЕМБРАНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ЭМУЛЬГИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Для очистки эмульгированных нефтесодержащих сточных вод получены микрофилтративные мембраны с поверхностным слоем из ацетата целлюлозы, с содержанием последней от 5 до 11% в зависимости от количества слоев. Установлена удельная производительность полученных мембран по дистиллированной воде и модельной нефтяной эмульсии. Задерживающая способность мембран устанавливалась по показателю «содержание нефтепродуктов». Для микрофилтративной композиционной мембраны, состоящей из 2 слоев ацетата целлюлозы, задерживающая способность по нефтепродуктам из эмульсии составила 73 %.

Ключевые слова: микрофилтративция, нефть, нефтепродукты, эмульсия, ацетат целлюлозы.

Повсеместно сточные воды (СВ), содержащие нефтепродукты (НП), образуются при добыче и переработке нефти, а также при использовании нефтепродуктов машиностроительными, химическими и нефтехимическими предприятиями. Данные СВ могут отличаться физическими и химическими свойствами. Такие СВ представляют собой самоэмульгирующиеся коллоидные системы, обладающие термодинамической и кинетической устойчивостью. Основными стабилизаторами в данных системах являются асфальтосмолистые вещества, комплексы парафинов, минеральные частицы (ил, глина, нерастворимые соли и песок).

Известно, что нефть отрицательно воздействует на окружающую природную среду. Не соблюдение правовых норм, содержащихся в природоохранном законодательстве, приводит к нарушению функционирования экосистемы в целом и её элементов в частности.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) нефти в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляет $0,3 \text{ мг/дм}^3$, а допустимая концентрация НП в СВ, поступающих в централизованную систему канализации, составляет менее 10 мг/дм^3 .

Известно, что больше всего ($\sim 57 \%$), в химическом составе нефти содержится алифатических углеводородов. Несколько меньше содержание ароматических углеводородов, около 29% . На долю асфальтенов и других соединений приходится 14% [1]. Также в нефти содержится около 30 металлов.

Таким образом, загрязнение НП носит комплексный характер. Оно пагубно воздействует на все элементы окружающей среды, вызывая тем самым её отрицательную реакцию.

Для очистки воды от нефти и НП в зависимости от степени загрязненности воды используют методы отстаивания, центрифугирования, фильтрации, флотации, коагуляции, коалесценции, сорбционные и мембранные методы. Особую сложность вызывает очистка эмульгированных СВ, содержащих НП. Наиболее перспективными и эффективными являются мембранные методы.

Применение мембран с точки зрения разделения водных смесей различного происхождения и состава имеет повседневный спрос и широко используется в таких отраслях промышленности как химическая, нефтехимическая, газовая, фармацевтическая, микробиологическая, атомная, электронная, пищевая, сельское хозяйство, медицина, водоподготовка с различными целевыми назначениями, в аналитическом приборостроении и прочих. Отличительные свойства мембранных процессов разделения водных

смесей – простота аппаратного устройства, высокая эффективность, надежность, низкая энергоемкость, минимизация массовых характеристик, эргономичность.

Применяются мембранные методы и для разделения водомасляных и водонефтяных эмульсий в различных отраслях промышленности.

Целью данной работы является разработка способа получения композиционных мембран микрофльтрации для удаления, взвешенных и коллоидных частиц из водных сред.

Поверхностный слой из ацетата целлюлозы (АЦ) на подложке из фильтровальной бумаги получали путем формирования на поверхности пористой основы полупроницаемого слоя из АЦ путем нанесения на поверхность будущей мембраны 3 % раствора АЦ в ацетоне. Массовое содержание АЦ в составе мембраны определялось гравиметрическим методом.

В качестве основных показателей полученных мембран микрофльтрации рассматривалась удельная производительность и задерживающая способность по НП из эмульсии, которая вычислялась как отношение содержания НП в модельной эмульсии до и после процесса мембранного разделения. Модельную эмульсию приготовили диспергированием карбоновой нефти в воде.

Концентрация НП в эмульсии, определенное методом ИК-спектроскопии с помощью концентромера марки «КН-3», составляла 147 мг/дм³.

Процесс мембранного разделения модельной эмульсии проводился в следующих условиях:

- рабочее давление - 0,03 МПа;
- температура разделяемой жидкости - + 24 °С;
- водородный показатель модельной эмульсии - рН=7,5.

На рисунке 1 представлены микроснимки исходной подложки из фильтровальной бумаги и микрофльтрационной мембраны, полученной после нанесения слоя АЦ.

Гравиметрическим методом определялось содержание АЦ после нанесения последней на поверхность подложки из фильтровальной бумаги. Результаты измерений представлены в таблице 1.

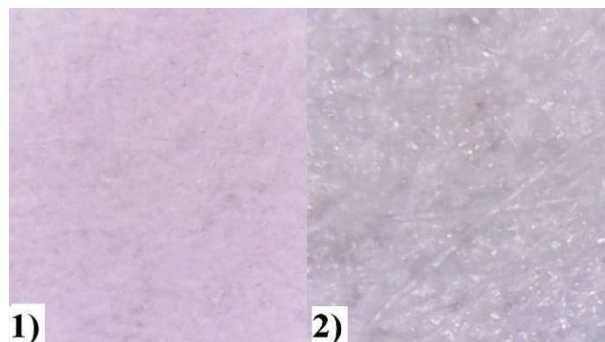


Рис. 1 - Микроснимок исходной подложки из фильтровальной бумаги (1) и микрофильтрационной мембраны полученной после нанесения слоя АЦ (2), при увеличении 100 раз

Таблица 1 - Массовое содержание ацетата целлюлозы в полученных мембранах

Наименование мембран	Количество слоев, шт.	Содержание ацетат целлюлозы	
		Массовое, г	Относительное, %
АЦ-1	1	0,0891	5,2
АЦ-2	2	0,1615	11,1

Как следует из приведенных в таблице 1 данных, после нанесения первого слоя, содержание АЦ составило 5,2 % от исходной массы мембраны. После нанесения 2 слоя содержание АЦ составило 11,1 %.

Удельная производительность является основным параметром мембранных процессов разделения. У полученных композиционных мембран определялась удельная производительность по дистиллированной воде и по модельной нефтяной эмульсии. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Удельная производительность исходной подложки составляет 2136 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{час}$, после нанесения первого слоя АЦ производительность снизилось в 3 раза. С увеличением количества слоев АЦ, удельная производительность снижается, что вполне закономерно.

Основным компонентом модельной нефтяной эмульсии является вода и нефть. Поэтому задерживающую способность микрофильтрационных мембран оценивали по содержанию НП в нефтяной эмульсии и фильтрах мембран.

Таблица 2 - Удельная производительность микрофильтрационных мембран по дистиллированной воде и модельной нефтяной эмульсии

Наименование мембраны	Количество слоев ацетата целлюлозы, шт.	Содержание ацетата целлюлозы, % (по массе)	Удельная производительность мембран, дм ³ /м ² ·ч	
			Дист. вода	Модельная нефтяная эмульсия
Фильтр «синяя лента»	-	-	2136	2044
АЦ-1	1	5,2	670	359
АЦ-2	2	11,1	186	87,5

В таблице 3 представлены результаты исследований задерживающей способности мембран микрофильтрации.

Концентрация НП в исходной эмульсии составляет 147 мг/дм³, после разделения эмульсии концентрация последних снижается. При фильтрации нефтяной эмульсии через фильтр «синяя лента» концентрация НП составила 128 мг/дм³, что составляет 12,9 % задерживающей способности. У микрофильтрационных мембран с поверхностным слоем из ацетата целлюлозы – АЦ-2 задерживающая способность по НП составила 73 %. Однако, концентрация НП в пермеате после микрофильтрации не соответствует требованиям нормативов и превышен в 4 раза.

Таблица 3 - Задерживающая способность мембран микрофильтрации по нефтепродуктам

Наименование мембраны	Количество слоев АЦ, шт.	Концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³		Задерживающая способность, %	Норматив*
		Эмульсия	Пермеат		
Фильтр «синяя лента»	-	147	128	12,9	10
АЦ-1	1		91,3	37,3	
АЦ-2	2		39,6	73,1	

* Постановление Правительства РФ от 03.11.2016 N 1134"О вопросах осуществления холодного водоснабжения и водоотведения"

Степень разделения нефтяной эмульсии с помощью микрофильтрационных мембран по НП невысока, поэтому данные мембраны микрофильтрации – АЦ-1, АЦ-2, можно использовать в

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