

УДК 628.313

Фазуллин Д.Д., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Маврин Г.В., кандидат технических наук, заведующий кафедрой, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Шайхиев И.Г., доктор технических наук, заведующий кафедрой, ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технологический университет

Дряхлов В.О., кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Аннотация. Проведено исследование разделения водонефтяной эмульсии полисульфонамидными мембранами с массой отсекаемых частиц 20 кДа, обработанных низкотемпературной высокочастотной емкостной плазмой пониженного давления в среде воздуха при напряжении $U_a = 1,5-7,5$ кВ и времени обработки $\tau = 1,5-7$ мин. В качестве мембран использованы круглые плоские фильтр-элементы с диаметром 47 мм. Эмульсия концентрацией 3% (по объёму) приготовлена на основе Девонской нефти Тумутукского месторождения и дистиллированной воды, стабилизирована ПАВ марки «Косинтол-242». Эксперименты проведены на лабораторной установке ультрафильтрационного разделения.

Ключевые слова: полисульфонамид, мембрана, плазма, нефть, эмульсия

Сточные воды, содержащие нефть и нефтепродукты, образуются при добыче, транспортировке, хранении, переработке и применении углеводородов в процессе технологического цикла вследствие неплотного и негерметичного соединения основных узлов аппаратов и трубопроводов, износа оборудования и несоблюдения регламента эксплуатации, а также аварийных или несанкционированных сбросах. Независимо от источника образования, рассматриваемые стоки должны собираться и очищаться до требуемых нормативных значений.

При отсутствии эффективной технологии очистки рассматриваемых сточных вод происходит потеря углеводородных ресурсов и загрязнение окружающей среды. Применение мембранных методов, сочетающих высокую эффективность, полифункциональность, эргономичность, а также возможность организации частично замкнутых технологических процессов способствует решению обеих проблем. В частности, при очистке сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты (НП), использование мембранного разделения позволяет одновременно получать очищенную воду в виде фильтрата и концентрат углеводородов, который может быть использован в качестве технологических составов, например, ингибитора коррозии. При разделении мембранами дисперсных систем с частицами различного размера, как в случае НП, происходит явление концентрационной поляризации дисперсной фазы на поверхности и в порах фильтр-элемента.

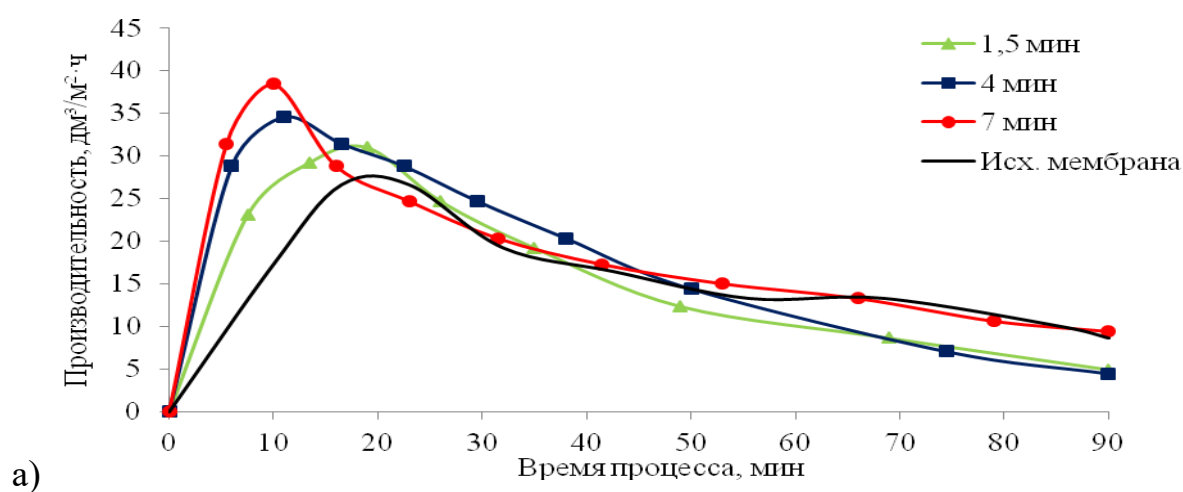
На основании вышеизложенного, в продолжение исследований по интенсификации мембран [1-5] проведены исследования обработки полисульфонамидных мембран емкостной высокочастотной (ВЧ) плазмой в среде воздуха при разделении водонефтяной эмульсии.

Модельная эмульсия приготовлена на основе девонской нефти Тумутукского месторождения (Республика Татарстан). Дисперсная фаза эмульсии составляла 3 % (по объёму), стабилизирована поверхностно-активным веществом (ПАВ) марки «Косинтанол-242» – 0,3 %. В качестве дисперсионной среды использовалась дистиллированная вода.

В качестве мембран использовались плоские круглые фильтр-элементы марки «УПМ», выполненные из полисульфонамида (ПСА), с площадью поверхности $1,735 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ и размерами пор на основе массы пропускаемых частиц 20 кДа. Обработка мембран ВЧ плазмой пониженного давления осуществлялась в гидрофильном режиме в газовой среде воздуха при следующих параметрах: напряжение на аноде (U_a) – 1,5-7,5 кВ; время плазмообработки (τ) – 1,5-7 мин; сила тока на аноде (I_a) – 0,3-0,7 А; расход газовой смеси (G) – 0,04 г/сек; давление (P) – 26,6 Па.

Процесс разделения осуществлялся с использованием лабораторной установки – мембранного модуля, выполненного в виде пластикового цилиндра, в нижней части которого на подставке устанавливается мембрана. В аппарат, через крышку подавалось давление в виде сжатого воздуха, создаваемого компрессором. Разделяемая среда в количестве 50 см^3 заливалась в лабораторную установку над поверхностью мембраны, одновременно запускалось перемешивающее магнитное устройство, создающее на поверхности фильтр-элемента тангенциальный поток «cross-flow», в целях предотвращения явления концентрационной поляризации. Модуль герметизируется системой зажимов, затем создается необходимое давление (2 атм), контролируемое манометром, обуславливающее начало процесса разделения.

Полученный в результате разделения фильтрат отбирался с помощью цилиндра объемом 50 см^3 , при этом для определения производительности мембран с помощью секундомера замерялось время заполнения каждые 5 см^3 фильтрата. Также было определено значение химического потребления кислорода (ХПК) фильтратов, с последующим расчетом эффективности процесса разделения. Результаты представлены в виде графиков на рисунке 1 и в таблице 1.



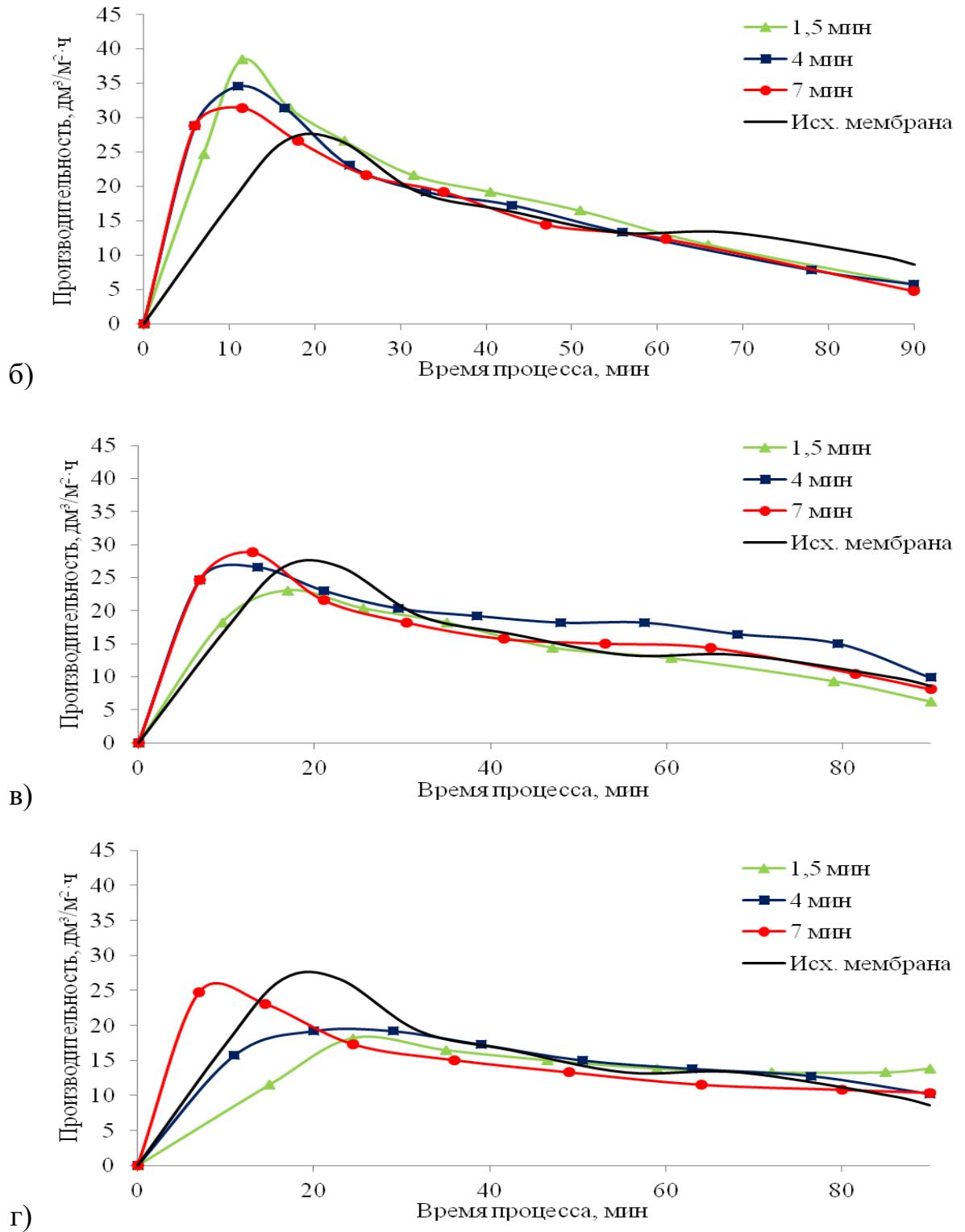


Рис. 1 Производительность разделения 3 % ВНЭ ПСА мембранами с массой отсекаемых частиц 20 кДа, обработанными в потоке плазмы в газовой среде воздуха, при значении напряжения: а) 1,5 кВ; б) 3,5 кВ; в) 5,5 кВ; г) 7,5 кВ.

При разделении эмульсии ПСА мембранами с массой отсекаемых частиц 20 кДа, обработанных ВЧ плазмой в среде воздуха, как показано на рисунке 1, как и в случае предыдущих исследований, наблюдается снижение производительности при увеличении напряжения плазменной обработки. Также показано увеличение производительности мембран при увеличении времени обработки последних.

В результате плазмообработки ПСА мембран в среде воздуха происходит увеличение производительности разделения ВНЭ в 1,5 раза относительно исходной мембраны. Данное обстоятельство отмечено при значениях анодного напряжения $U_a = 1,5$ и $3,5$ кВ. Наибольшее значение рассматриваемого параметра наблюдается при времени обработки $t = 1,5$ и 7 мин.

Таблица 1

Значения ХПК фильтратов, полученных при разделении 3 % ВНЭ ПСА мембранами, обработанными в потоке плазмы в газовой среде воздуха

Напряжение на аноде (U_a), кВ	Значение ХПК, мг $O_2/дм^3$		
	Время обработки (τ), мин		
	1,5	4	7
1,5	319	394	227
3,5	279	291	278
5,5	203	106	137
7,5	143	149	78
Исходная мембрана	853		
ВНЭ	20246		

Как и в предыдущих исследованиях, при плазмообработке ПСА мембран в газовой среде воздуха, наблюдается снижение значений показателя ХПК в 100 % случаев. Отмечено, что при увеличении анодного напряжения U_a , наблюдается уменьшение значения показателя ХПК фильтратов эмульсии.

Значение ХПК фильтрата после прохождения исходной мембраны и минимальное значение ХПК фильтрата, полученного после разделения эмульсии плазмобработанной мембраной при $U_a = 7,5$ кВ, $\tau = 7$ мин в среде воздуха составили – 853 и 78 мг O_2 /л, при этом эффективность процесса составила – 95,7 и 99,6 %, соответственно.

На основании результатов представленных исследований показана возможность интенсификации мембранного разделения ВНЭ при обработке ПСА мембран с массой отсекаемых частиц 20 кДа емкостной ВЧ плазмой пониженного давления, создаваемой в атмосфере воздуха. Определены параметры плазмобработки, при которых достигается наибольшая селективность мембранного разделения модельной эмульсии ($U_a = 7,5$ кВ, $\tau = 7$ мин).

Список использованных источников

1. Шайхиев И.Г. Разделение водонефтяной эмульсии полисульфонамидными мембранами, обработанными в потоке плазмы в среде аргона и воздуха// Вестник Технологического университета. - 2017. - № 1. - С. 139-142.
2. Fazullin D.D. Treatment of waste water containing waste oil// International Journal of Pharmacy and Technology. - 2016. - № 2. - С. 14366.
3. Fedotova A.V. Effect of radiofrequency plasma treatment on the characteristics of polysulfonamide membranes and the intensity of separation of oil-in-water emulsions // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. - 2018. - № 2. - С. 174-17.
4. Shaikhiev I. G. Membrane treatment of water containing spentcoolingfluids //Черные металлы. - 2020. - № 7. - С. 46-53.
5. Дряхлов В.О. Модификация полимерных мембран коронным разрядом // Мембраны и мембранные технологии. - 2020. - № 3. - С. 205-214.

Fazullin D.D., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University.

Mavrin GV, Ph.D, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University.

Shaikhiev I.G., Doctor of Technical Sciences, Head of Department, Kazan National Research Technological University

Dryakhlov V.O., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan National Research Technological University

APPLICATION OF PLASMA TECHNOLOGIES FOR WATER PURIFICATION

Abstract. A study was made of the separation of an oil-water emulsion by polysulfonamide membranes with a cut-off particle mass of 20 kDa, treated with low-temperature high-frequency low-pressure capacitive plasma in air at a voltage $U_a = 1.5\text{--}7.5$ kV and treatment time $\tau = 1.5\text{--}7$ min. Round flat filter elements with a diameter of 47 mm were used as membranes. The emulsion with a concentration of 3% (by volume) was prepared on the basis of the Devonian oil of the Tumutukskoye field and distilled water, stabilized by a surfactant of the Kosintol-242 brand. The experiments were carried out on a laboratory ultrafiltration separation unit.

Keywords: polysulfonamide, membrane, plasma, oil, emulsion

УДК 656.1; 656.07

Макарова И.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Сервис Транспортных Систем», Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», email: kamIVM@mail.ru

Баринов А.С., старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», barinovas@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.

Халяпин И.В., магистрант 1 курса, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ ВНЕДРЕНИЯ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТА

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы внедрения автономных транспортных средств для повышения безопасности производственных процессов. Предлагается использовать беспилотную технику для выполнения работ дробильно-сортировочного комплекса на территории морского торгового порта. Рассматриваются основные опасные факторы, которые возникают при работе дробильно-сортировочного комплекса.