**РАЗДЕЛЕНИЕ ЭМУЛЬСИИ ПЛАЗМЕННО-МОДИФИЦИРОВАННЫМИ МЕМБРАНАМИ**

Абдуллин И.Ш., Шайхиев И.Г., Дряхлов В.О.

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань, Карл Маркса, 68.* [*vladisloved@mail.ru*](mailto:vladisloved@mail.ru)

Сточные воды, содержащие нефтепродукты (СВСНП), образуются при переработке, хранении и транспортировке нефти и нефтепродуктов (НП) на предприятиях химии и нефтехимии, а так же на автозаправочных станциях и при эксплуатации железнодорожного транспорта и нефтеналивных танкеров.

В воде нефтепродукты могут находиться в грубодисперсном состоянии, образуя плавающую пленку или слой, и в тонкодисперсном состоянии – в виде эмульсий. Необходимо отметить, что с увеличением агрегативной устойчивости СВСНП происходит увеличение эксплуатационных затрат на их очистку, связанных с необходимостью разрушения стабильной структуры эмульсии с использованием внешних силовых полей.

Большинство методов очистки сточных вод (СВ), известных к настоящему времени, применимы для очистки СВСНП. Однако ввиду многокомпонентности состава, устойчивости к воздействию микроорганизмов и необходимости разрушения стабильной структуры эмульгированных СВСНП традиционные метод недостаточно эффективны.

Использование мембранных технологий позволяют решить одновременно ряд проблем: получения чистой воды, пригодной для повторного использования в технических целях или отвода в естественные водоемы; сокращения затрат на размещения вредных отходов производства и создания малоотходного технологического процесса производства. Таким образом, усовершенствование процесса очистки СВСНП с помощью метода ультрафильтрации позволяет снизить техногенную нагрузку на окружающую среду, в частности, поверхностные водные объекты. Недостатком мембранных методов является концентрационная поляризация загрязнителя на поверхности мембран, вследствие чего происходит забивание пор последних, а так же снижение производительности процесса очистки сточных вод.

В связи с вышеизложенным актуальным становиться применение перспективно-инновационного метода модификации поверхности полимерных мембран низкотемпературной плазмой, что позволяет варьировать свойствами последних с целью интенсификации процесса очистки СВСНП.

Преимуществом метода плазмохимической обработки относительно традиционных методов химической модификации поверхностей, в ходе которых применяются агрессивные реагенты, как например, кислоты и щелочи, является экологичность и безопасность процесса.

В результате комплексного воздействия ВЧЕ плазмы пониженного давления на полимерные мембраны происходит модификация внешней поверхности и внутренней поверхности пор и капилляров, вследствие чего устанавливается более равномерное распределение элементарных зарядов, происходит перераспределение механических напряжений в системе.

На основании вышеизложенного проведены исследования разделения водомасляной эмульсии с помощью плазмообработанных мембран. Обработка производилась низкотемпературной плазмой пониженного давления в газовых средах аргона и воздуха (гидрофильный режим), а так же пропана и бутана (гидрофобный режим) в соотношении 70:30 соответственно при следующих условиях: сила тока на аноде (Iа) – 0,5 A, расход газовой смеси (G) – 0,04 г/сек, давление (P) – 26,6 Па, время воздействия плазмы (τ) – 1,5, 4 и 7 мин; напряжение на аноде (Ua)– 1.5-7,5 кВ. Используемая в качестве разделяемой среды, эмульсия приготовлена на основе индустриального масла марки «И20-А», стабилизирована ПАВ марки «Косинтанол-242». Плоские мембраны с диаметром 47 мм и размером пор 60 кДа, применимые в качестве фильтрэлементов, выполнены из полиакрилонитрила (ПАН) ‑ [-CH2CH(CN)-]n.

В качестве основных параметров работы мембранных систем рассматривались производительность и эффективность. Первый показатель является отношением количества прошедшего через мембрану потока разделяемой среды к произведению времени и площади фильтрации, которая в данном случае составляет 1,73·10-3 м2. Эффективность оценивалась по изменению показателя химического потребления кислорода (ХПК).

Значения производительности в виде графиков представлены на рисунке1. В результате обработки мембран в среде пропана и бутана разделение исследуемой эмульсии не происходит, в связи с чем, данные фильтрэлементы в дальнейших исследованиях не участвовали.

Анализ кривых зависимостей, представленных на рисунке 1, показывает, что в результате обработки мембран плазмой в среде аргона и воздуха производительность увеличивается при значении Ua = 5,5 кВ до двух раз. Наибольшее значение рассматриваемого параметра наблюдается при времени обработки 1,5 мин (рис. 1в).

а)

б)

в)

г)

Рисунок 1 – Зависимость производительности разделения эмульсии от времени плазмообработки с использованием мембран: а) Ua = 1,5 кВ; б) Ua = 3,5 кВ; в) Ua = 5,5 кВ; г) Ua = 7,5 кВ.

В таблице 1 представлены значения ХПК фильтратов, полученных при разделении эмульсии.

Таблица 1 – Показатели ХПК фильтратов, полученных при разделении эмульсии с использованием исходной и плазмообработанных мембран.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Газовая среда | Напряжение на аноде | Время обработки | | |
| 1,5 мин | 4 мин | 7 мин |
| Аргон+воздух | 1,5 | 8970 | 15940 | 7653 |
| 3,5 | 8450 | 8910 | 11200 |
| 5,5 | 15931 | 6290 | 7400 |
| 7,5 | 13910 | 10540 | 9860 |
| Исходная мембрана | 12100 | | | |

В результате разделения исследуемой эмульсии, показатель ХПК которой составил 147900 мг О2/л с помощью исходной немодифицированной ПАН мембраны, образуется фильтрат и концентрат, показатели ХПК, которых составили 12100 и 267100 мг О2/л соответственно. Таким образом, общая эффективность процесса составила 91,8 %.

Как показано данными таблицы 1, вследствие обработки мембран плазмой в среде аргона и воздуха, происходит увеличение эффективности процесса разделения водомасляной среды, что подтверждается снижением до 2 раз показателя ХПК фильтратов, полученных при использовании плазмомодифицированных фильтрэлементов по сравнению с исходными, однако, определенных зависимостей рассматриваемого показателя от параметров плазмообработки не выявлено. Наименьшее значение показателя ХПК = 6290 мг О2/л достигнуто при использовании мембраны, обработанной в плазме в течение 4 минут при значении анодного напряжения 5,5 кВ, в результате чего общая эффективность составила 97,2 %.

Таким образом, экспериментальными данными показана целесообразность модификации ПАН мембран низкотемпературной ВЧЕ плазмой пониженного давления с целью увеличения эффективности очистки СВСНП