

Проект восстановления левобережной части старинного парка усадьбы Хрептовичей в д. Щорсы Новогородского района предусматривает следующие мероприятия: сохранение композиции парка и местоположения существующих дорожек, а также устройство новых; сохранение видового состава древесно-кустарниковой растительности; сохранение и восстановление подлеска с помощью посадки кустарниковой растительности; сохранение существующего древесно-кустарникового массива – проведение мероприятий по уходу; сохранение и восстановление суходольного луга в северной, северо-западной части парка.

На территории левобережной части старинного парка усадьбы Хрептовичей проектом рекомендовано: создание дальней перспективы на хозяйственный двор «Мурованка Хрептовичей»; реставрация и очистка водной системы по отдельному проекту; изменение дорожно-тропиночной сети. Запланировано создание конного маршрута и площадок различного назначения; расширение ассортимента древесно-кустарниковой растительностью и многолетними растениями; установка малых архитектурных форм; введение новых видов отдыха.

В результате проделанной работы было изучено состояние территории левобережной части старинного парка усадьбы Хрептовичей на момент ее строительства и в наши дни, характерные особенности восстановления старинных парков в странах зарубежья и в Беларуси, разработаны рекомендации по реконструкции пейзажных парков, а также части парка в д. Щорсы, представлены проектные предложения.

©БГПУ

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН ПЛЕНКАМИ ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ НА ОСНОВЕ НАФИОНА

О. Г. ЛЕДВИГ

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – Г. Б. МЕЛЬНИКОВА, КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ДОЦЕНТ

В данной работе представлены результаты модифицирования полисульфоновых и полиэтилентерфталатных мембран пленками нафiona методом Ленгмюра – Блоджетт. Приведены результаты исследования гидрофобно-гидрофильных свойств, адсорбционных и фильтрационных характеристик модифицированных мембран. Полученные мембраны могут быть использованы для фильтрации водных растворов, инъекционных и инфузионных препаратов; в молочной и фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: атомно-силовая микроскопия, адсорбция, нафion, полисульфоновые мембраны, полиэтилентерфталатные мембраны.

1. ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что мембранные технологии в настоящий момент получили широкое распространение и известно большое количество материалов для производства мембран различного функционального назначения, разработка новых материалов и модификация известных с целью снижения стоимости и увеличения срока службы остаются актуальными [1].

Технология Ленгмюра – Блоджетт (ЛБ) позволяет без значительных экономических затрат получать молекулярные моно- и мультислой из органических, полимерных и биологически активных веществ на твердой подложке, тем самым изменяя свойства поверхности. Уникальность метода заключается в возможности послойно увеличивать толщину пленки, формирующуюся на твердой поверхности и строго контролировать структуру получаемых пленок [2].

Цель работы – модификация поверхности полимерных мембран из полисульфона (ПС) и полиэтилентерфталата (ПЭТФ) пленками Ленгмюра – Блоджетт на основе нафiona и с наночастицами диоксида кремния для улучшения фильтрационных свойств мембран.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе для формирования монослойных пленок использовали коммерческий продукт «Nafion» (Sigma-Aldrich), который представляет собой 5 % суспензию (плотность 0,874 г/см³, эквивалентный вес 1100 г на 1 г сульфокислоты) полимера в низших алифатических спиртах и воде. Наночастицы оксида кремния диаметром 10–20 нм (Sigma-Aldrich) использовали для приготовления суспензии в этиловом спирте с концентрацией 1 мг/мл. Слои наносили на ПС ультрафильтрационные [3], трековые ПЭТФ-мембраны (Институт ядерной физики, г. Астана, Казахстан) с диаметром пор 100 и 200 нм [4].

Изучение гидрофобно-гидрофильных свойств поверхностей осуществляли методом лежащей капли на основании краевых углов смачивания, рассчитанных по геометрическим параметрам капли с использованием программного обеспечения «SurfaceEnergyMeasuring».

ЛБ-пленку нафiona и нафiona с наночастицами оксида кремния на поверхность планарной подложки наносили с использованием горизонтального типа выделения при сжатии монослоя, достигаемом одновременным движением двух барьеров, на установке «Автоматизированный комплекс для модифицирования поверхностей мембран молекулярными и ультратонкими слоями» (Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, Беларусь). Давление выделения плотных пленок нафiona на поверхность мембраны определяли на основании фазовых переходов, наблюдаемых на изотермах сжатия монослоя.

Исследование структуры сформированных пленок проводили на подложках методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) на приборе NT-206 (ОДО «Микротестмашины», Республика Беларусь), с использованием стандартных кремниевых кантилеверов NSC 11 A («Mickrotomasch», Эстония), жесткостью 3 Н/м и радиусом кривизны не более 10 нм.

Исследование адсорбционных свойств пленок проводили на кварцевых микровесах с исходной резонансной частотой 4,5 МГц в растворах глюкозы ($w = 0,1-5,0$ масс. %) и этилового спирта ($w = 50-96$ масс. %).

Производительность пор по воздуху определяли при перепаде давления 0,02 МПа, пропуская газ через мембрану площадью 1 см^2 . Производительность мембран по воде определяли на образцах площадью $2,54 \text{ см}^2$, пропуская деионизированную воду (18 МОм) через образец трековой мембраны при разности давлений 0,4 МПа.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Установлено, что формирование пленки нафiona происходит при $\pi = 43$ мН/м. Разбавление этиловым спиртом суспензии нафiona в два раза приводит к понижению π от 43 до 33 мН/м и уменьшению толщины выделяемой пленки от 100 до 30 нм (таблица 1).

Таблица 1. Давления формирования плотных пленок нафiona

Тип пленки	($\pi \pm 1$), мН/м
Нафion	43
Нафion + C ₂ H ₅ OH (1 : 1 V)	33
Нафion + SiO ₂ в C ₂ H ₅ OH (1 г : $3,9 \times 10^{-4}$ моль)	24

На основании исследования структуры пленок нафiona на кремнии методом АСМ показано, что направление структурирования слоя определяется наночастицами оксида кремния (см. рис. 1).

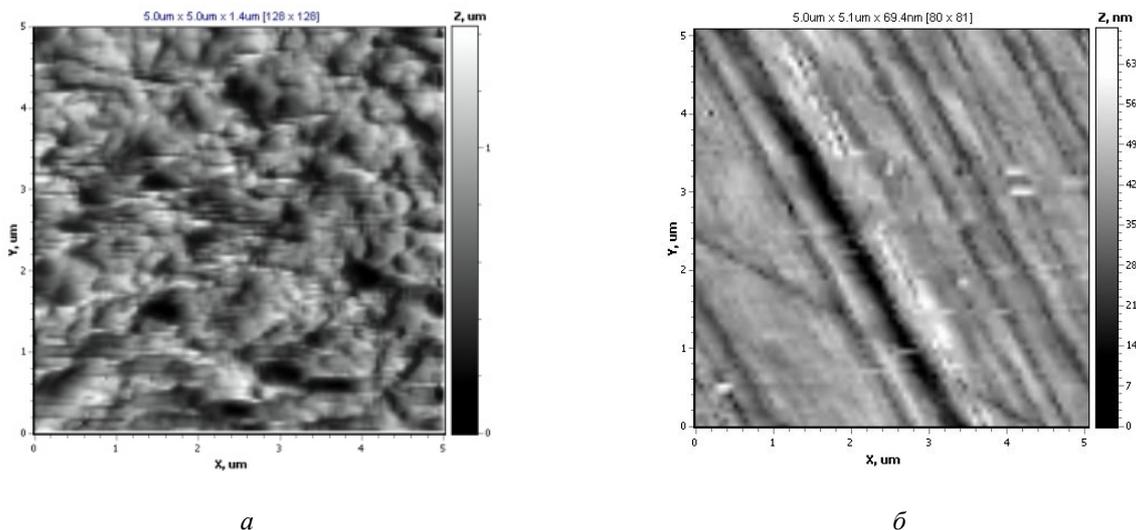


Рис. 1. АСМ-изображения структуры пленок на кремнии:
а – нафion; б – нафion + SiO₂

В результате нанесения пленок на поверхность ПС-мембран, поры и структурные полимерные неоднородности полимерной мембраны закрываются монослоем нафiona. Значения среднеквадратичной шероховатости уменьшаются, что свидетельствует об образовании однородной поверхности с плотным монослоем, огибающим исходную структуру пористой поверхности. По результатам изучения структуры методом АСМ, можно предположить о формировании однородного плотного слоя нафiona на поверхности ПС-мембраны, структура которого повторяет структуру исходной матрицы.

В случае разбавления суспензии нафiona этиловым спиртом в объемном соотношении 1:1 значения среднеквадратичной шероховатости меньше, чем для исходной мембраны и оставляют 3,7 нм (см. рисунок 2а).

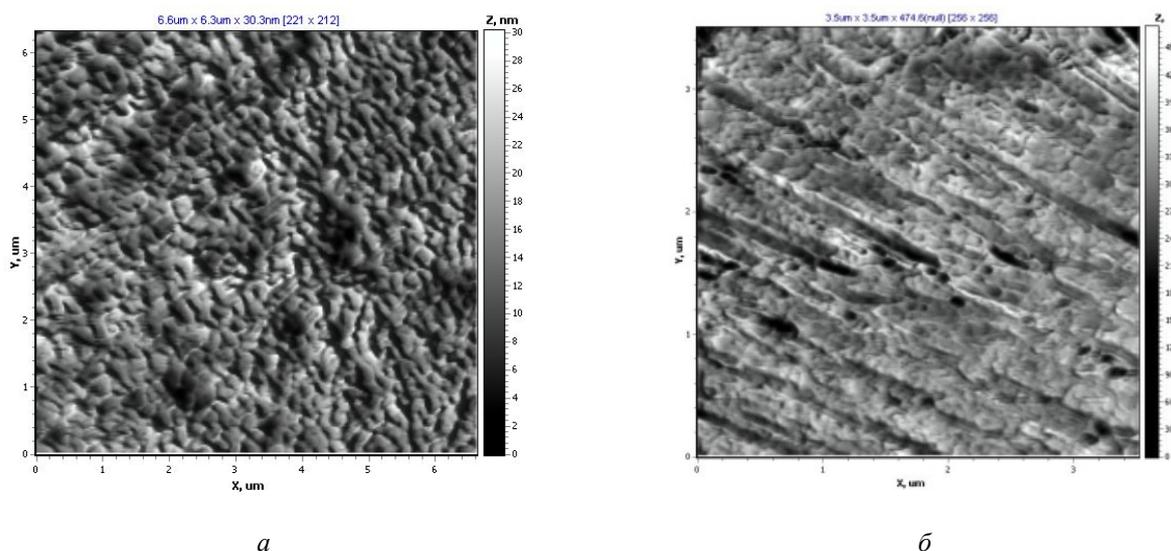


Рис. 2. АСМ-изображения мембраны ПС:
а – нафiон + C_2H_5OH ; б – нафiон + SiO_2

Для трековых ПЭТФ-мембран характерна система сквозных пор диаметром 100 и 200 нм. Согласно полученной структуре поверхности модифицированных ПЭТФ-мембран, плотный слой полиэлектролита огибаает поры исходной мембраны, тем самым уменьшая их диаметр на 10-20 нм. Монослой нафiона, полученный из разбавленного спиртового раствора, менее плотный по сравнению с исходным. При формировании пленки на трековой мембране с диаметром пор 200 нм наночастицы оксида кремния структурируются вокруг пор мембраны, образуя характерные кольца (см. рисунок 3).

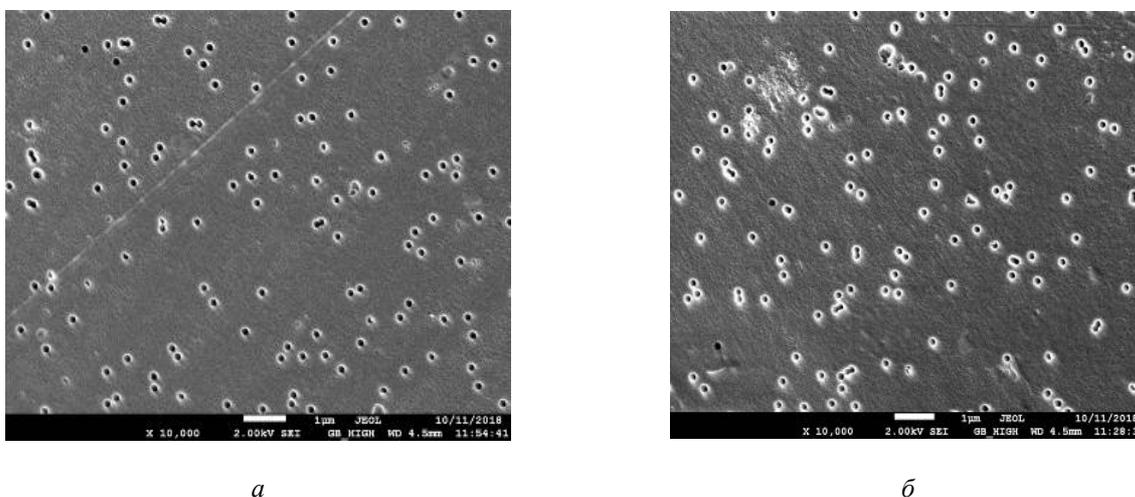


Рис. 3. СЭМ- изображения мембраны ПЭТФ-200:
а – исходная мембрана; б – нафiон + SiO_2

В результате модифицирования трековых мембран пленкой нафiона происходит увеличение краевого угла смачивания от 62° до 86° , в случае композиционных пленок до 72° .

Краевой угол смачивания исходных ПЭТФ-мембран не зависит от диаметра пор, определяется материалом образца и составляет 88° , что свидетельствует о проявлении умеренно гидрофобных свойств.

В результате модификации для трековых, по сравнению с ультрафильтрационными мембранами, установлен принципиально иной характер изменения гидрофильных свойств поверхности. Нанесение пленки нафiона на мембрану с диаметром пор 100, снижает краевой угол смачивания до 70° . В случае модифицирования мембраны ПЭТФ 200 нафiоном – краевой угол смачивания уменьшается

до 81°, а при формировании слоя из разбавленного раствора нафiona и суспензии с наночастицами оксида кремния гидрофобность поверхности увеличилась.

Адсорбционные свойства ЛБ-пленок нафiona. На основании анализа изменения массы в водных растворах глюкозы на пьезокварцевом микродатчике было установлено, что на модифицированных мембранах проходит адсорбция вещества при концентрациях в растворе 0,1–1 %. При дальнейшем увеличении концентрации установлен выход на плато. Растворы высокой концентрации более вязкие, что препятствует адсорбции. Аналогичная ситуация наблюдалась и в случае композиционных пленок нафiona с наночастицами диоксида кремния – при концентрации раствора глюкозы 1 % и выше значения адсорбции уменьшаются. Можно объяснить тем, что растворы высокой концентрации более вязкие, что препятствует протеканию адсорбции.

Для растворов этилового спирта различной концентрации установлено незначительное увеличение массы пленки, при увеличении концентрации раствора этилового спирта, наблюдалось уменьшение массы пленки за счет ее растворения.

Фильтрационные характеристики модифицированных мембран. В результате модифицирования поверхности ПС-мембран производительно по воздуху и воде уменьшается вдвое, что связано с уменьшением диаметра пор, расположенных на рабочей поверхности образцов, а также с образованием плотного слоя нафiona (см. рисунок 4) и контракции пор в процессе фильтрации.

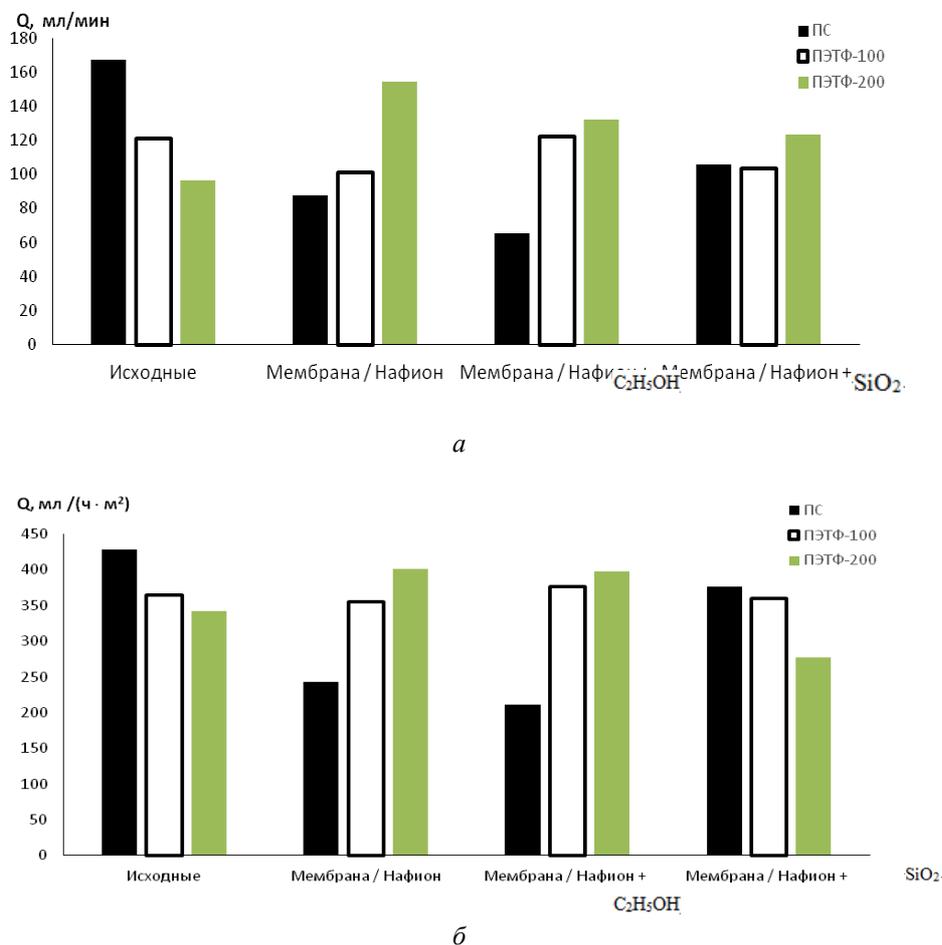


Рис. 4. Фильтрационные характеристики исходных и модифицированных мембран: а – по воздуху; б – по воде

Фильтрационные характеристики модифицированных ПЭТФ-100 мембран остаются без изменений. Модифицирование ПЭТФ-200 мембран пленкой нафiona показало наилучшие результаты – производительность по воде была увеличена до 401,3 л/(ч·м²) при исходных значениях 342,1 л/(ч·м²). Производительность по воздуху была увеличена у всех модифицированных ПЭТФ-200 мембран. Максимальной производительности удалось добиться модифицированием чистым нафionом, производительность составила 154,3 мл/мин по сравнению с исходной мембраной 96,4 мл/мин. Увеличение производительности обусловлено увеличением гидрофобности поверхности в результате

модификации. Следует отметить, что контролировалась также и стабильность прохождения потока фильтрата в течение времени. Значения не изменяются, что свидетельствует о стабильности наносимых слоев.

4. Выводы

Модификация поверхности ПС, ПЭТФ 100 и ПЭТФ 200 мембран ЛБ-пленками на основе позволила уменьшить диаметр пор исходных мембран на 10-20 нм. Показан различный характер изменения гидрофильных свойств поверхности для двух типов мембран в результате модифицирования монослойными пленками нафiona и композиционными, содержащими наночастицы оксида кремния: увеличение гидрофильности для ПС-мембран и увеличение гидрофобности для ПЭТФ-200 мембран. Увеличение краевого угла смачивания поверхности трековых мембран позволило достичь увеличения производительности по воде и воздуху в 1,5 раза. Данные мембраны могут найти применение в процессах фильтрации различных жидкостей.

Полученные результаты о чувствительности датчиков к концентрации глюкозы до 1 мас % могут найти применение в медицине для определения уровня глюкозы в плазме крови, так же в химической и в пищевой промышленности для определения концентраций в растворе.

Библиографические ссылки

1. Блинков Л. М. Ленгмюровские пленки // Успехи физ. наук. 1988. Т. 155, № 3. С. 443–444.
2. Hussain S. A. Langmuir-Blodgett Films a unique tool for molecular electronics // J. of Science Forum. 2010. Vol. 1, № 1. P. 23–34.
3. Subhi A., Neville A. An experimental evaluation of reverse osmosis membrane performance in oily water // Desalination. 2008. Vol. 228, № 1–3. P. 287–294.
4. Wang R. Characterization of novel forward osmosis hollow fiber membranes // J. Membr. Sci. 2010. Vol. 355, № 1–2. P. 158–167.

©ВГУ

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ РАННЕЦВЕТУЩИХ РАСТЕНИЙ

Е. А. ЛЕОНОВИЧ

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – О. М. БАЛАЕВА-ТИХОМИРОВА, КАНДИДАТ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ДОЦЕНТ

Статья посвящена оценки антиоксидантной активности спиртовых экстрактов раннецветущих растений и возможности их использования для снижения и предупреждения последствий окислительного стресса с учетом системного экологического анализа по установлению взаимосвязи между содержанием показателей неферментативной антиоксидантной системы, состоянием фотосинтетического аппарата, активностью антиоксидантной системы и видом, органом растения, а также разведением экстракта.

Ключевые слова: антиоксидантная система, раннецветущие растения, спиртовые экстракты.

Стрессоры при воздействии на биологические объекты формируют неспецифичную ответную реакцию, которая определяется избыточностью прооксидантных процессов, либо недостаточностью существующей антиоксидантной системы. Обработка биологического объекта биосовместимым природным антиоксидантным поликомпонентным препаратом, может повысить устойчивость его к действию факторов, вызывающих окислительный стресс или снизить последствия данного воздействия.

Эффективность функционирования антиоксидантной системы определяется состоянием общего антиоксидантного потенциала, который обусловлен уровнями низкомолекулярных компонентов и активностью антиоксидантных ферментов. К числу низкомолекулярных антиоксидантов относят аскорбиновую кислоту, глутатион, токоферол, каротиноиды, антоцианы, эндогенные хелаторы металлов, фенолы, флавоноиды и алкалоиды.

Цель работы является обоснование возможности использования спиртовых экстрактов первоцветов для снижения и предупреждения последствий окислительного стресса на основе исследования их антиоксидантных свойств.

Спиртовые экстракты были приготовлены из раннецветущих растений – лук медвежий (*Allium ursinum* L.); первоцвет весенний (*Primula veris* L.); лук шнитт (*Allium schoenoprasum* L.). Образцы растений отбирались из популяций, произрастающих в условиях ботанического сада ВГУ имени П.М. Машерова. В результате проделанной работы были определены биохимические показатели спиртовых экстрактов раннецветущих растений – содержание эндогенных антиоксидантов (суммы флавоноидов, суммы фенольных соединений, аскорбиновой кислоты), содержание продуктов перекисного окисления липидов (диеновых конъюгатов и малонового диальдегида), состояние фотосинте-