

(2); τ – продолжительность адсорбции, с; R – приведенный радиус шаровых частиц угля, м.

$$k^* = \pi^2 D^* / R^2 \quad (2)$$

По адсорбционной активности A , г/г (максимальные, вблизи к равновесным, значения) адсорбаты располагаются в следующий ряд: n -бутанол < вода < декан << этанол < гептан < гексан < пентан < изобутанол < метилэтилкетон < ацетон. При этом для ряда n -бутанол < вода < декан $A = 20 \div 30$ г/г, для ряда этанол < гептан < гексан < пентан < изобутанол < метилэтилкетон < ацетон $A = 20 \div 30$ г/г. Кроме того, установлено, что величины адсорбции при 303 К практически в 2 раза выше, чем в случае адсорбции при 293 К.

На основании полученных экспериментальных результатов определены: константы скорости адсорбции, коэффициенты диффузии, энергии активации, степени гидрофобности и гидрофильности АУ. Например, при 293 К и 303 К коэффициенты D^* , 10^{-12} м²/с, соответственно равны: для n -пентана 2,22; для n -гексана 2,56 и 0,93; для n -гептана 1,30 и 1,36; для n -декана 1,06 и 1,50.

Список литературы

1. Е. А. Лагунова [и др.]. Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: мат. Межд. науч.-техн. конф., Минск(2014) : 127.
2. Н. И. Богданович [и др.]. Изв. ВУЗ «Лесной журнал» (2012) 1 : 107.
3. Н. А. Макаревич, Н. И. Богданович. Теоретические основы адсорбции: уч. пос. САФУ (2015) : 362.
4. Н. А. Макаревич, Н. И. Богданович, С. И. Третьяков. Химия и хим. технол. (2014) 57 (7) : 108.

Структурные характеристики пленок Ленгмюра-Блоджетт на пористых поверхностях

Г. Б. Мельникова¹, О. Г. Ледвиг²

¹Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: galachkax@gmail.com

²Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка», Минск, Беларусь

В настоящее время широко используются тонкие и ультратонкие пленки, в том числе, полимерные, а также ведется разработка принципиально новых композиционных материалов на основе полимерных соединений и наночастиц. Одной из наиболее перспективных

технологий для решения такого рода задач является метод Ленгмюра–Блоджетт (ЛБ), позволяющий создавать конденсированные упорядоченные мономолекулярные слои полимеров и управлять их структурой, а также конструировать многослойные пленки и композиты с включениями наночастиц, молекулярных комплексов, в том числе и биологически активных.

Модифицирование полиэлектролитной пленкой нафiona различных типов подложек позволяет создавать ион-селективные электроды, сенсоры. В настоящей работе для формирования монослойных пленок нафiona использовали коммерческий продукт раствор перфторированной смолы “*Nafion1100 EW*” (*Sigma-Aldrich*), который представляет собой 5 % суспензию полимера в низших алифатических спиртах и воде. ЛБ-пленку нафiona на поверхность ультрафильтрационной полисульфоновой мембраны наносили с использованием горизонтального типа выделения при сжатии монослоя, достигаемом одновременным движением двух барьеров. Были также выделены композиционные однослойные пленки нафiona, содержащие наночастицы оксида кремний ($d = 30\text{--}50$ нм, *Sigma-Aldrich*). Для определения давления формирования плотного слоя предварительно получали изотермы сжатия монослоя. Экспериментальные исследования проводили на установке «Автоматизированный комплекс для модифицирования поверхностей мембран молекулярными и ультратонкими слоями» (ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси», Беларусь). Пленки выделяли как на полисульфоновые ультрафильтрационные мембраны (МИФИЛ-ПС, Беларусь), так и на предварительно гидрофилизированные кремниевые подложки (для изучения структуры исходных ЛБ-пленок). Структуру образцов исследовали методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) на приборе *NT-206* (ОДО «Микротестмашины», Беларусь) с использованием стандартных кремниевых кантилеверов *NSC 11 A* (“*Mickromasch*”, Эстония), жесткостью 3 Н/м и радиусом кривизны не более 10 нм.

Методом АСМ было показано, что пленка нафiona, выделенная при давлении 5 мН/м не образует плотного слоя на поверхности кремниевой подложки. При увеличении давления выделения до 9 мН/м формируется плотный монослой, характеризующийся однородной плотноупакованной пористой структурой, на поверхности пористой полисульфоновой и кремниевой подложек. При разбавлении исходного нафiona этиловым спиртом 1 : 1 (по объему) давление формирования плотной пленки уменьшается до 5 мН/м, при этом уменьшается и толщина выделяемой пленки от 100 до 30 нм. В случае смещения нафiona и суспензии наночастиц оксида кремния в этиловом спирте ($c = 1$ мг/мл) в различных объемных соотношениях с увеличением содержания наночастиц они определяют конечную структуру монослоя, для которой характерно

огибание наночастиц оксида кремния пленкой нафiona. 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 (рис. 1).

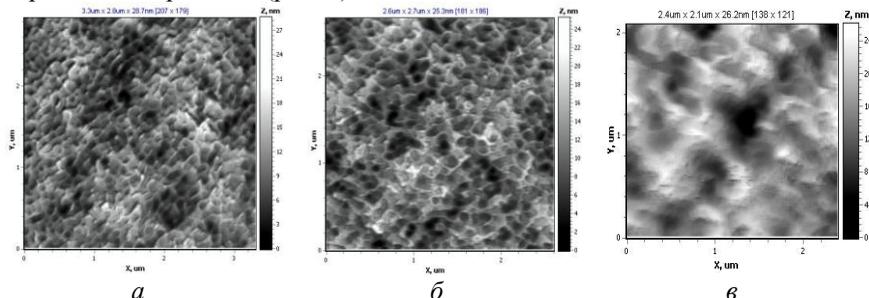


Рис. Структура пленок нафiona и нафiona с оксидом кремния, выделенных на поверхности ПС-мембран: *a* – исходная ПС-мембрана, *б* – ПС / нафion; *в* – ПС / (нафion + SiO₂)

Таким образом, определены условия выделения пленок нафiona монослойных и композиционных, содержащих наночастицы кремния. Установлены поверхностные давления, при которых формируются плотные монослойные ЛБ-пленки, а также методом АСМ изучена их структура как на кремниевых подложках, так и на ПС-мембранах. Полученные образцы могут найти применение как в качестве ион-селективных мембран, так и сенсоров.

Исследование состава светопоглощающих поверхностей на основе электрохимически осажденных покрытий Ni–P

С. С. Перевозников, Л. С. Цыбульская, В. С. Шендюков
НИИ физико-химических проблем БГУ,
Минск, Беларусь, e-mail: *PerevoznikovS@yandex.ru*

Проблема снижения рассеянного фона в оптических приборах особенно актуальна при производстве миниатюрных высокопроизводительных устройств с повышенной разрешающей способностью. Для этих целей используют покрытия, имеющие минимальный коэффициент отражения электромагнитного излучения в интересующем диапазоне длин волн. Покрытия никель–фосфор,