

Количественная характеристика внутренней структуры мембран из оксида графена с помощью сканирующей электронной спектроскопии и метода спинового зонда

Матвеев М.В.^{1,2}, Чумакова Н.А.^{1,2}, Марнауттов Н.А.³

matveev2002@yandex.ru

¹ ФИЦ ХФ РАН, г. Москва, Россия

² МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, г. Москва, Россия

³ Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, г. Москва, Россия

Мембраны из оксида графена (МОГ) обладают уникальными барьерными свойствами, имеющими потенциальное применение для разделения газовых и жидкостных смесей и очистке растворов от примесей, в том числе, для обессоливания воды. Сложное иерархичное строение МОГ, однако, затрудняет изучение механизма селективной проницаемости, знание которого необходимо для направленной модификации материала под конкретные практические задачи. Одним из факторов, характеризующих архитектуру (внутреннюю структуру) МОГ, является ориентационная упорядоченность слоев и слой-пакетов (ламелей), формирующих мембраны. Ранее было показано, что более упорядоченные мембраны имеют более высокую проницаемости для воды и лучшие разделительные свойства по отношению к низкомолекулярным органическим примесям [1], однако отсутствие количественных методик характеристики архитектуры мембран затрудняло дальнейшие исследования в этой области.

В рамках настоящей работы были предложены два метода количественной характеристики внутренней структуры МОГ. Численный анализ микрофотографий СЭМ боковой поверхности мембран на основе машинного обучения предоставляет информацию об упорядоченности и однородности упорядоченности ламелей, тем самым характеризуя микроскопическую структуру мембраны. Упорядоченность спиновых зондов, сорбированных на внутреннюю поверхность окисленных графеновых слоев, в свою очередь, отражает упорядоченность слоев. Совместное использование указанных методов позволяет характеризовать архитектуру мембраны на разных размерных уровнях. В работе были получены надежные корреляции между упорядоченностью мембран из оксида графена и их функциональными свойствами, включающими сорбцию и проницаемость полярных веществ.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме "Междисциплинарные подходы к созданию и изучению микро-/наноструктурированных систем" (№ 125012200595-8).

Ссылки

1. Tsou C.H., An Q.F., Lo S.C., De Guzman M., Hung W.S., Hu C.C., Lee K.R., Lai J.Y. Effect of microstructure of graphene oxide fabricated through different self-assembly techniques on 1-butanol dehydration. // J. Memb. Sci. 2015. V. 477. P. 93-100.