

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОФИЛЬНО-ГИДРОФОБНОГО БАЛАНСА ПОВЕРХНОСТИ КАПИЛЛЯРНЫХ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАН С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ФУЛЛЕРЕНОЛА

Г.Б. Мельникова¹, Е.С. Любимова², Т.В. Плиско², А.В. Бильдюкевич²

¹Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, galachka@gmail.com

²Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Введение. Для анализа гидрофильно-гидрофобных свойств поверхности, как правило, используют метод «неподвижной капли». В случае пористых материалов широко применяют методы прикрепленного пузырька и натекания — отека жидкости. Однако, при исследовании поверхности мембран данными методами имеются различия по полученным данным краевого угла смачивания, что связано с особенностями пористой структуры поверхности. Представляется интересным сравнить данные, полученные с использованием как микро-, так и макроскопических методов.

Цель — провести оценку гидрофильно-гидрофобных свойств поверхности капиллярных мембран с различным содержанием фуллеренола.

Материалы и методы. Тонкопленочные композиционные мембраны были получены при формировании тонкого полиамидного слоя методом межфазной поликонденсации при использовании в качестве подложки полволоконной ультрафильтрационной мембраны на основе полисульфона с типом фильтрации «изнутри-наружу», разработанной в ИФОХ НАН Беларуси. Межфазную поликонденсацию с образованием тонкого полиамидного слоя проводили при контакте водной фазы (триэтилентетрамин-вода) и органической фазы (изофталоилхлорид-гексан). Для получения нанокомпозитных мембран фуллеренол $C_{60}(OH)_{22-24}$ диспергировали в водной фазе (0,05—1,5%) при обработке ультразвуком. Краевой угол смачивания определяли методом прикрепленного пузырька (МПП).

В ИТМО НАН Беларуси силу адгезии оценивали методом атомно-силовой микроскопии (АСМ, NT-206, ОДО «Микротестмашины», Беларусь) на основании отрыва острой зонды (NSC 35, жесткостью 3,5 Н/м, радиус кривизны 30 нм) от поверхности мембраны. Краевой угол смачивания оценивали методом «неподвижной капли» (МНК).

Результаты и обсуждение. В результате проведенной работы показано, что введение добавки фуллеренола увеличивает степень гидрофильности селективного слоя капиллярных мембран. Результаты представлены в табл. 1. Следует отметить, что с увеличением концентрации фуллеренола до 0,1 мас.% наблюдается плавное снижение краевого угла смачивания поверхности селективного слоя мембран. При введении же фуллеренола в количестве 0,3% наблюдается более значительное уменьшение краевого угла смачивания.

Таблица 1. Результаты исследования краевого угла смачивания и силы адгезии мембран с различным содержанием фуллеренола

С фуллеренола, мас.%	Угол смачивания (МПП)	Угол смачивания (МНК)	Сила адгезии, нН
0	34±2	56±5%	10,6±10%
0,05	32±2	51±5%	14,6±10%
0,1	30±2	51±5%	13,0±10%
0,3	24±2	50±5%	23,8±10%
0,5	22±2	20±5%	20,8±10%
0,75	21±2	20±5%	32,0±10%
1,0	21±2	10±5%	33,7±10%
1,5	21±2	10±5%	37,5±10%

Выявлено, что при исследовании мембран МПП не зависимо от концентрации фуллеренола наблюдается плавное снижение значений краевого угла смачивания, в то же время при использовании МНК установлено резкое снижение данного параметра для образцов с содержанием фуллеренола 0,5 и 1,0 мас.% в 2,5 и 2 раза соответственно. По результатам определения значений силы адгезии для образцов с концентрацией фуллеренола 0,3 и 0,75% установлено увеличение данного параметра от 10,6 до 23,8 и 32 нН соответственно.

Таким образом, на основании проведенных исследований тремя методами получено, что степень гидрофильности поверхности селективного слоя мембран возрастает с увеличением концентрации фуллеренола. Различия в полученных значениях краевого угла смачивания обусловлены методологией проведения исследований. При помощи МНК характеризуется внешняя селективная пористая поверхность мембраны. С использованием АСМ возможно на нанометровом уровне оценить значения силы адгезии с учетом ее неоднородностей. В случае МПП измерения проводят при условии полной гидратации исследуемой поверхности. Считаем, что для детального анализа гидрофильно-гидрофобного баланса поверхности с учетом структурных неоднородностей целесообразно комплексное применение трех методов исследования, что позволяет получить более полную характеристику физико-химических свойств поверхности мембран.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке ГПНИ «Энергетические системы, процессы и технологии», задание Эффективные теплофизические процессы и технологии — 2.6.