

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТУРИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ, ОСАЖДЕННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН

Л.И. Кравец¹, М.А. Ярмоленко², А.В. Рогачев², М.А. Кувайцева¹,

А.Н. Нечаев^{1,3}, П.Ю. Апель¹

¹*Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия*

²*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель, Беларусь*

³*Государственный университет "Дубна," Дубна, Россия*

Несмотря на широкие перспективы использования высоко- и супергидрофобных покрытий благодаря ряду их уникальных свойств, таких как водонепроницаемость, стойкость к коррозии, устойчивость к биообрастанию, большинство работ, опубликованных до последнего времени, в основном посвящено методам их получения [1, 2]. Для практического же применения важна способность данных материалов сохранять гидрофобные свойства при хранении и эксплуатации в различных условиях. Под воздействием реальных условий окружающей среды супергидрофобные покрытия, как показано в ряде исследований [1, 2], имеют тенденцию стареть и постепенно терять свои желаемые свойства. Это потенциально ставит под угрозу их применение. Для композиционных полимерных мембран, разработанных для опреснения воды мембранной дистилляцией, проблема устойчивости гидрофобных свойств покрытий, осажденных на поверхности пористой подложки, остается не исследованной. Сказанное делает актуальным проведение исследований устойчивости гидрофобных свойств этих материалов при длительном контакте не только с водой, но и с водными растворами солей. Данные эксперименты важны, поскольку при контакте данных материалов с водными растворами возможен переход из устойчивого состояния смачивания в метастабильное с заметным снижением краевого угла.

В данной работе проведено исследование стабильности гидрофобных свойств покрытий с морфологически развитой (текстурированной) поверхностью из политетрафторэтилена (ПТФЭ) и сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) при хранении, а также при длительном контакте с водой и водными растворами хлорида натрия с концентрацией от 5 до 15 г/л. Осаждение покрытий производили на поверхности полиэтилентерефталатной трековой мембраны (ПЭТФ ТМ) путем электронно-лучевого диспергирования исходных полимеров в вакууме. Методика осаждения покрытий и схема установки подробно описаны в [3].

Показано, что осаждение на поверхности ПЭТФ ТМ покрытий из активной газовой фазы, получаемой электронно-лучевым диспергированием СВМПЭ и ПТФЭ, приводит к

формированию композиционных мембран, состоящих из двух слоев, одним из которых является исходная ТМ, характеризующаяся средним уровнем гидрофильности. Угол смачивания этого слоя равен 65° . Второй, осажденный слой с текстурированной поверхностью, имеет высокогидрофобные свойства. Угол смачивания этого слоя, в зависимости от его толщины, изменяется для покрытий из СВМПЭ от 110 до 125° , а для покрытий из ПТФЭ от 150 до 155° . Высокие значения углов скатывания для покрытий из ПТФЭ (26 и 28° соответственно) не позволяет отнести их к супергидрофобным, так как данные материалы по определению характеризуются не только высокими значениями углов смачивания ($\geq 150^\circ$), но и малым углом скатывания воды с наклонной поверхности ($< 10^\circ$).

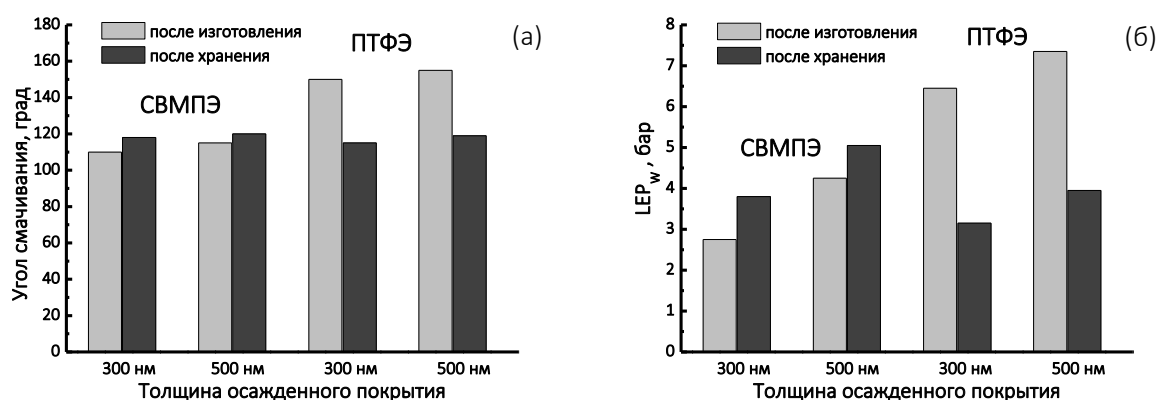


Рисунок 1. Изменение угла смачивания водой (а) и величины LEP_w (б) композиционных мембран в зависимости от толщины покрытий из СВМПЭ и ПТФЭ при хранении.

Показано, что покрытия из ПТФЭ под воздействием реальных условий окружающей среды имеют тенденцию стареть и постепенно терять свои гидрофобные свойства. Угол смачивания водой данных покрытий при хранении образцов мембран в течение 5 лет уменьшается в среднем на 30° , что составляет 23% от первоначальной величины (Рис. 1а). Начальное высокогидрофобное состояние на поверхности данных материалов, таким образом, является нестабильным. Уменьшение угла смачивания покрытий из ПТФЭ с текстурированной поверхностью при хранении образцов композиционных мембран обусловлено переходом из гетерогенного режима смачивания в гомогенный, причиной чего является образование на их поверхности адсорбционного слоя воды.

В противоположность этому, угол смачивания покрытий из СВМПЭ при хранении мембран практически не изменяется (Рис. 1а). Учитывая более высокое значение поверхностной энергии данного полимера по сравнению с ПТФЭ, можно предположить, что

в данном случае реализуется гомогенный режим смачивания. Сохранение угла смачивания покрытий из СВМПЭ при хранении мембран не вызывает значительных изменений величины давления на входе мембраны LEP_w (Рис. 1б). Это вполне позволяет использовать композиционные мембраны данного образца в процессах мембранной дистилляции для опреснения воды.

Исследование устойчивости полимерных покрытий при длительном контакте композиционных мембран с водой и водными растворами хлорида натрия с концентрацией от 5 до 15 г/л показало, что если покрытия из СВМПЭ устойчивы как в воде, так и водно-солевых растворах, то покрытия из ПТФЭ более стабильны к действию растворов соли, чем воды. Стабильность покрытий из ПТФЭ в растворах сильного электролита может быть объяснена образованием двойного электрического слоя на их поверхности.

Литература:

1. *Бойнович Л.Б., Емельяненко А.М.* Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение. // *Успехи химии.* 2008. Т. 77. № 7. С. 619–638.
2. *Mehanna Y.A., Sadler E., Upton R.L. et al.* The challenges, achievements and applications of submersible superhydrophobic materials. // *Chem. Soc. Rev.* 2021. V. 50. P. 6569–6612.
3. *Кравец Л.И., Ярошенко М.А., Рогачев А.В. и др.* Формирование на поверхности трековых мембран гидрофобных и супергидрофобных покрытий с целью создания композиционных мембран для опреснения воды. // *Коллоидный журнал.* 2022. Т. 84. № 4. С. 433–452.