

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН С ОСАЖДЕННЫМ СЛОЕМ ПОЛИМЕРА, ПОЛУЧЕННЫМ В ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ГЕКСАМЕТИЛДИСИЛОЗАНА

А.А. Дюсембекова¹, В.В. Сохорева¹, Л.И. Кравец²

Научный руководитель: профессор, д. ф.-м. н. И.В. Шаманин

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Объединенный институт ядерных исследований

E-mail: aad38@tpu.ru

Одним из современных методов модификации поверхности полимеров является воздействие низкотемпературной плазмы, которое позволяет изменять свойства поверхностей материалов в широких пределах, что позволяет значительно расширить области их использования. Наиболее важной особенностью процесса плазмохимической модификации полимерных материалов, является то, что изменениям подвергается очень тонкий приповерхностный слой, материала толщина которого, по разным оценкам, составляет от 100 Å до нескольких микрон [1]. Основная же масса полимера не изменяется, сохраняя механические, физико-химические и электрофизические свойства модифицируемого материала. В данной работе исследованы свойства двухслойных композитных мембран, полученных нанесением слоя полимера, образующегося в плазме гексаметилдисилозана (ГМДСЗ), на пористую подложку, в качестве которой использована полипропиленовая трековая мембрана (ПП ТМ).

В экспериментах использовали полипропиленовую трековую мембрану с эффективным диаметром пор 300 нм, изготовленную в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна) на основе ПП-пленки Torayfan T2372 производства фирмы “Toray” (Япония) с номинальной толщиной 10,0 мкм. Для получения мембраны ПП-пленку облучали ускоренными на циклотроне ионами ксенона (с энергией ~1 МэВ/нуклон). Флюенс ионов составлял 10^8 см⁻². Химическое травление облученной пленки для получения сквозных пор проводили при температуре 80 °С в водном растворе хромового ангидрида с концентрацией 1000 г/л, методика травления подробно описана в [2]. До начала химического травления для увеличения его избирательности облученную ионами пленку дополнительно отжигали при температуре 95°С в течение 10 мин. В качестве исходного вещества для модификации мембран методом полимеризации в плазме использовали 1,1,1,3,3,3-гексаметилдисилазан – $[(CH_3)_3Si]_2NH$.

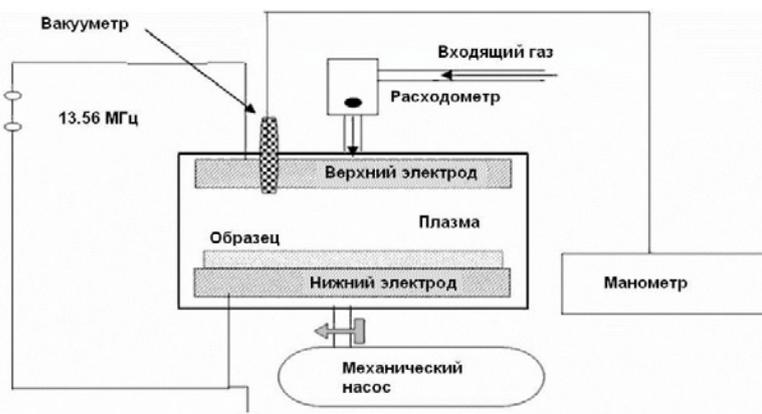


Рис. 1. Принципиальная схема плазмохимической установки

Обработку образцов мембран в плазме ГМДСЗ проводили на плазмохимической установке, осуществляющей ВЧ-разряд с частотой 13,56 МГц, при давлении паров мономера 0,7 Па и мощности разряда 100 Вт. Реакционная камера плазмохимической установки, принципиальная схема которой приведена на рисунке 1, имела два горизонтальных плоскопараллельных электрода диаметром 100 мм. Образец мембраны диаметром 85 мм помещали на нижний электрод и прижимали рамкой. Камеру предварительно вакуумировали с помощью механического насоса до остаточного давления 0,23 Па, которое измеряли вакуумметром. В качестве газа носителя использовали аргон. Затем в реакционную камеру через натекаТЕЛЬ напускали пары мономера, расход которого регистрировали с помощью расходомера и включали разряд. Воздействию плазмы подвергали одну сторону мембран. Время воздействия плазмы варьировали (10–30 мин).

Измерение вольт-амперных характеристик мембран проводили на постоянном токе в диапазоне от –1 до +1 В по методике [3] при помощи потенциостата “Elins P-8S” (ООО “Элинс”, Россия), управляемого компьютером. Скорость сканирования составляла 50 мВ/с. Для измерений была использована двухкамерная ячейка с Ag/AgCl электродами, содержащая водный раствор хлористого калия одинаковой концентрации справа и слева от мембраны. Объем каждой камеры составлял 2,5 мл, рабочая площадь мембраны – 0,5 см². Электроды были погружены в раствор электролита каждой из камер на расстоянии 7 мм от поверхности мембраны.

Результаты измерения вольт-амперных характеристик мембран показывают, что электрическая проводимость исходной ПП ТМ не зависит от направления тока (рис. 2, а). Напротив, анализ вольт-амперных характеристик модифицированных мембран, показывает, что их проводимость зависит от направления тока (рис. 2, б). Это означает, что осаждение слоя плазмополимеризованного ГМДСЗ на поверхности исходной ПП ТМ приводит к появлению у композитных мембран асимметрии проводимости – выпрямляющего эффекта, сходного с *p-n* переходом в полупроводниках.

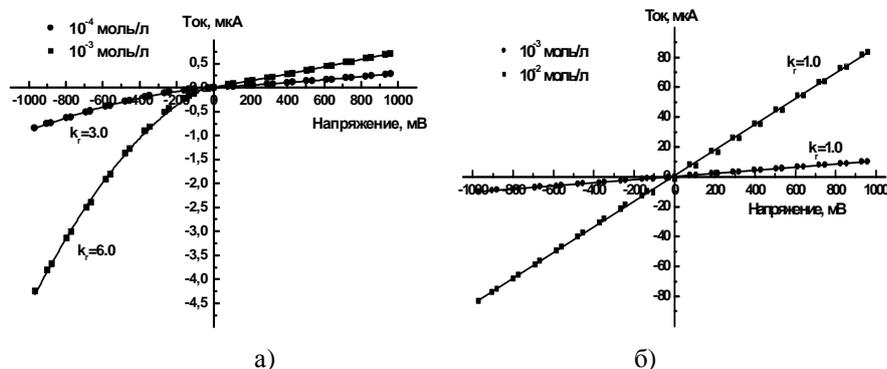


Рис. 2. Вольт-амперные характеристики исходной и модифицированной ПП ТМ в растворе КСl с концентрацией: а) 10⁻² и 10⁻³ моль/л; б) 10⁻³ и 10⁻⁴ моль/л

Таким образом, исследование свойств ПП ТМ, модифицированной методом плазмохимической полимеризации ГМДСЗ, показывает, что осаждение слоя полимера на ее поверхности приводит к созданию композитных мембран, обладающих в растворах электролитов асимметрией проводимости – выпрямляющим эффектом. Причиной появления асимметрии проводимости у модифицированных ПП ТМ является существенное уменьшение диаметра пор в слое полимера, приводящем к изменению геометрии пор. Возникающий эффект асимметрии проводимости обусловлен также наличием межфазной границы раздела между исходной мембраной и слоем осажденного полимера.

Список литературы

1. Полимеризация в плазме / под ред. Х. Ясуда. – М. : Мир, 1988. – 374 с.
2. Кравец Л.И., Дмитриев С.Н., Апель П.Ю. Получение и свойства полипропиленовых трековых мембран // Химия высоких энергий. – 1997. – Т. 31, № 2. – С. 108–113.
3. Физико-химические основы электрохимии / под ред. Ю.Я. Лукомского, Ю.Д. Гамбурга. – Долгопрудный : Интеллект, 2008. – 424 с.