

## Влияние добавки порообразователя на свойства мембраны на основе ПВДФ

Иванченко А.В., Морозов О.С., Бабкин А.В.

Студент, 4 курс специалитета

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, химический  
факультет, Москва, Россия

E-mail: [nuta.avi@gmail.com](mailto:nuta.avi@gmail.com)

Поли(винилиденфторид) (ПВДФ) нашел широкое применение как материал для изготовления мембран; они используются для газоразделения, очистки воды, в электронике в качестве электролитного слоя в исполнительных устройствах на основе электроактивных полимеров. Основной метод получения мембран - погружение тонкого слоя раствора ПВДФ в воду, в результате чего образуется пористая мембрана. Подобным способом получают несимметричные мембраны; это ограничивает их применение в электронике, так как сказывается на свойствах исполнительного устройства. Однородные симметричные мембраны могут быть получены высушиванием раствора полимера с порообразующей добавкой.

Целью данной работы было исследование влияния добавки порообразователя на структуру и свойства мембран на основе ПВДФ. В качестве порообразователя использовались полиэтиленгликоль (ПЭГ3000), поли(1-винил-3-метилимидазолия метилсульфат) (ПИЖ( $\text{MeSO}_4$ )), 1-винил-3-этилимидазолия тетрафторборат (ПИЖ( $\text{BF}_4$ )) и дибутилфталат (ДФБ). Мембраны были получены следующим методом: раствор смеси ПВДФ и добавки-порообразователя в ДМФА высушивали в печи при  $80^\circ\text{C}$ . Далее добавку удаляли экстракцией ацетонитрилом.

Морфологию мембран исследовали с помощью растровой электронной микроскопии. Структура образцов, добавками в которых были ПЭГ3000 и ДБФ, представляет собой соединённые сферолиты ПВДФ (рис. 1 А и Б); причем в случае с ДБФ размер сферолитов в несколько раз больше. В случае с ПИЖ( $\text{MeSO}_4$ ) и ПИЖ( $\text{BF}_4$ ) образуется губкоподобная структура (рис.1, В и Г). При этом поры, образованные ПИЖ( $\text{BF}_4$ ), в несколько раз меньше. Поры во всех мембранах распределены равномерно. Поверхности мембран имеют неодинаковую морфологию: на поверхности соприкосновения мембраны с подложкой часть пор закрыта.

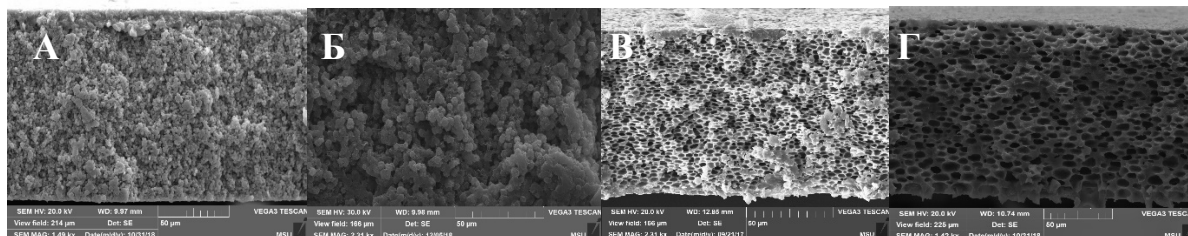


Рис.1 Микрофотографии мембран ПВДФ, полученных в результате вымывания а)ПЭГ3000 б)ДФБ в)ПИЖ( $\text{BF}_4$ ) г)ПИЖ( $\text{MeSO}_4$ )

Механические свойства были получены растяжением мембран (табл. 1). Образцы, где ПВДФ имел структуру сферолитов, оказались менее прочными. Размер пор также оказал влияние на механические свойства: мембраны с более крупными порами характеризовались большей прочностью. Пористость мембран определяли по поглощению образцами н-бутанола. Степень кристалличности ПВДФ рассчитывали через изменение энтальпии плавления, полученные методом дифференциальной сканирующей калориметрии.

| Добавка                    | ПЭГ3000 | ДФБ  | ПИЖ( $\text{MeSO}_4$ ) | ПИЖ( $\text{BF}_4$ ) |
|----------------------------|---------|------|------------------------|----------------------|
| Модуль Юнга, МПа           | 263     | 426  | 538                    | 475                  |
| Пористость, %              | 40,3    | 44,9 | 50,5                   | 51,0                 |
| Степень кристалличности, % | 65      | 48   | 50                     | 38                   |

Работа выполнена при поддержке российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-29-18090 мк)