

ВЛИЯНИЕ СЕНСИБИЛИЗАЦИИ НА ЛАТЕНТНЫЕ ТРЕКИ ЛЕГКИХ ИОНОВ В ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТЕ

Г.С.Жданов¹⁾, Д.Л.Загорский²⁾, Т.А.Красавина¹⁾, Л.В.Меняйло¹⁾, Б.В.Мчедлишвили²⁾

¹⁾Государственный научный центр «Физико-энергетический институт», Обнинск, Россия.

²⁾Институт кристаллографии РАН, Москва, Ленинский пр-т, 59,

E-mail: mic@eimb.ru, track@imb.ac.ru

В работе исследовано sensibilizing воздействие различных факторов на травление треков ПЭТФ пленки, предварительно облученные «легкими» ионами (на примере облучения ионами Si^{5+}). Для выявления этого воздействия использовалась оценка методами микроскопии размеров треков в получаемых после травления пористых мембранах. Выявлено sensibilizing воздействие предельных одноатомных спиртов и γ – облучения. Обнаружено, что наибольший эффект достигается при совместном использовании пропанола-2 и γ – облучения. Показано, что такое сочетание позволяет получать трековые мембраны, в целом не уступающие по своим характеристикам ТМ, полученным традиционным способом с использованием тяжелых ионов.

Введение

В данной работе рассмотрены новые подходы к получению трековых мембран. Традиционно коммерческие трековые мембраны (ТМ) получали с использованием тяжелых ионов (обычно- Хе и Кг) или осколков деления урана в ядерном реакторе. Относительно «легкие» ионы (например, С, О, Cl) для облучения полимерных пленок с целью получения ТМ не использовались. В тоже время применение таких ионов может быть перспективно по целому ряду причин, изложенных ниже:

1) Деструктирующее действие «легкого» иона распространяется в полимере на гораздо меньшие расстояния, чем тяжелого иона. Это означает, во-первых, сохранение полезных свойств исходного полимера и, во-вторых, получение ТМ высокого качества с минимальным диаметром пор, что в связи с повышением требований к ТМ и развитием нанотехнологий представляет самостоятельный интерес. Кроме того, менее значительная степень повреждения полимера в околотрековом пространстве позволит существенно увеличить флюенс ионов и получать мембраны с высокой пористостью при малых диаметрах пор.

2). Можно предположить, что при облучении «легкими» ионами поверхность пор будет менее «шероховатой» из-за меньшей деструкции полимера вокруг трека по сравнению с таковой при использовании тяжелых ионов, что приведет к меньшей адсорбции на поверхности поры ценных фильтруемых компонентов (например белков, ферментов, и других биологически активных веществ).

3). Использование «легких» ионов даст возможность использовать для получения ТМ разнообразную ускорительную технику, что должно привести к существенно меньшим энергозатратам и удешевить конечный продукт.

В то же время более слабое деструктирующее воздействие «легкого» иона на полимерную матрицу создает требует особого подхода при формировании внутренней структуры ТМ. Поэтому одной из самых сложных и важных задач, которую необходимо решить при

производстве таких мембран – это нахождение эффективных физико-химических способов управления скоростью химического травления латентного трека с тем, чтобы уменьшить время пострadiационной обработки, требуемое для получения ТМ с нужными свойствами. Таким образом, необходимо найти и исследовать такие методы физического и химического воздействия на латентный трек, которые позволили бы sensibilize процесс их химического травления.

В данной работе исследовано sensibilizing воздействие ионизирующего γ -излучения и предельных одноатомных спиртов на процесс травления пленки полиэтилентерефталата (ПЭТФ), облученной «легкими» ионами Si^{5+} на ускорителе ЭПП-15. Результат воздействия оценивался по изменению диаметров пор ТМ, измеренных методами СЭМ и АСМ.

Основная часть. Эксперимент

Для исследования использовалась двуслоноориентированная пленка ПЭТФ марки Hostaphan толщиной 12 мкм, плотностью 1,4 г/см³ и средневязкостной молекулярной массой 35000. Облучение производилось ионами Si^{5+} с флюенсом $\sim 2-3 \cdot 10^7$ см⁻² и энергией $\sim 1,0$ МэВ/нуклон.

В качестве химических реагентов, влияющих на процесс sensibilization пленки ПЭТФ, облученной ионами Si^{5+} , был выбран ряд предельных одноатомных спиртов: этанол, пропанол-2, бутанол, пентанол-2. Образцы вырезали строго вдоль ориентации лавсановой пленки и термостатировали в спиртах (набухание) при различных температурах. Время набухания варьировалось от 2 до 30 минут. После выдержки в спиртах образцы просушивали. Другим способом sensibilization было воздействие γ -облучения. После sensibilization образцы подвергали травлению в водном растворе NaOH (концентрация 3.5 г-экв/л) при температуре травильного раствора 75°C. Концентрация травильного раствора контролировалась титрованием (метод



нейтрализации). Контроль диаметра пор протравленных образцов производился методом «точки пузырька» по ГОСТ Р50516-93. Основным методом исследования структурных параметров трековых мембран (диаметр пор, их плотность и форма) были электронная микроскопия (СЭМ) и атомно-силовая микроскопия (АСМ). СЭМ-исследования проводились на микроскопе BS-340 фирмы «TESLA» (Чехословакия), для АСМ-измерений использовался микроскоп Solver P47 (NT-MDT, Россия). Измерения проводились как на обеих поверхностях ТМ («входная» и «выходная»), методом СЭМ исследования проводились также и на сколах.

Результаты и их обсуждение

Обработка спиртами. Показано, что диаметр пор сенсibilизированных образцов мембран заметно возрастает в сравнении с образцами, которые не подвергались обработке спиртами. Скорости травления для образцов, обработанных пентанолом-2 и пропанолом-2 больше, нежели в случае использования других спиртов изученного ряда. Наибольший эффект набухания в спиртах был достигнут для пленок ПЭТФ, обработанных пентанолом-2 при комнатной температуре и для пленок ПЭТФ, обработанных пропанолом-2 при температуре 50°C.

Гамма-облучение. Продемонстрирована сенсibilизирующая роль и для гамма-облучения. В работе определена оптимальная доза ионизирующего излучения (50 кГр), при которой скорость химического травления пленок ПЭТФ, облученных ионами кремния, становится максимальной.

Совместное воздействие обработки спиртами и гамма-облучения. В случае совместного воздействия двух сенсibilизирующих воздействий (γ – облучения и спиртов) наблюдается значительное увеличение скорости

травления пленки. Наибольший эффект наблюдался для образцов, сенсibilизированных сочетанием « γ – облучения + пропанол-2», (по сравнению со скоростями травления пленок, сенсibilизированных сочетанием γ -излучения с другими спиртами). Исследование геометрии и структуры порового пространства, предварительно сенсibilизированных γ – облучением и пропанолом-2 образцов показало, что поры имеют конусную форму. Это может явиться причиной несовпадения данных измерений поверхностных диаметров на электронном микроскопе с результатами, полученными другими методами (в частности, методом «точки пузырька»). Наблюдается значительная дисперсность по размерам диаметров пор в зависимости от стороны образца: со стороны «выхода» ионов наблюдается большая дисперсность пор по размерам. Эти явления можно объяснить значительными относительными потерями энергии легких ионов при прохождении через полимер и различной энергией и, следовательно, повреждающей способностью иона на «выходе». Следствием этого является, в частности, изменение количества совпадений: число совпавших пор на одной стороне – 52 %, на другой – 3 %. В ТМ, полученных из пленки ПЭТФ, предварительно сенсibilизированной сочетанием « γ -излучение + пропанол-2», что поры имеют менее выраженную дисперсность с одной и другой сторон образца.

Выводы

В работе показана еще одна возможность получения ТМ с использованием «легких» ионов и найдены эффективные способы повышения эффективности такого процесса.

SENSITIZATION OF LIGHT IONS TRACKS IN POLYETHYLENETEREPHTHALATE

G.S.Zhdanov¹⁾, D.L.Zagorski²⁾, T.A.Krasavina¹⁾, L.V.Meniailo¹⁾, B.V.Mchedlishvili²⁾

¹⁾Institute of Physics and Power Engineering, 249020, Obninsk, Russia

²⁾Institute of Crystallography, Leninski pr., 59, 117333, Moscow, Russia, E-mail: mic@eimb.ru

The light ions (Si) tracks sizes in PET were measured using AFM method In order to investigate the sensitization effect of different types of treatment. It was found that preliminary treatment in different alcohols, as well as gamma-treatment, could increase the velocity of further chemical etching of latent tracks. The best results were obtained for combined treatment with propanool-2 and 50 kGr gamma-Irradiation. As a result, light ions irradiation was shown to be perspective method for track membrane fabrication.

