МЕТОДЫ АСМ И КР В ИССЛЕДОВАНИИ ТРЕКОВ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРОВ

Д.Л.Загорский[1)], А.И.Виленский[1)], Н.Н.Мельник[2)], Б.В.Мчедлишвили [1)]
[1)]*Институт кристаллографии РАН, 117333 Москва, Ленинский пр. 59.*
Факс (095) 135 1011. E-mail: mic@genome.eimb.relarn.ru
[2)]*Физический Институт РАН*

В работе изучены полимерные пленки из полиэтилентерефталата (ПЭТФ) и полиимида (ПИ) после облучения ионами Xe (350 МеВ) и Bi (700 МеВ) на ускорителе У-400 (Дубна). Методом атомно-силовой микроскопии (АСМ Solver P-47, резонансный-режим) были обнаружены треки на поверхности : треки имели вид ямок с диаметром от 7 до 20 нм (в зависимости от характера облучения).

Метод спектроскопии комбинационного рассеяния показал наличие графитных нано-размерных частиц в области трека. Последующее травление позволило оценить область графитизации, которая составляет 30 нм .

Введение

В работе исследовались треки ионов в полиэтилентерефталате (ПЭТФ) и полиимиде (ПИ). Эти полимеры используется для получения трековых мембран (ядерных фильтров). Высокое разрешение метода атомно-силовой микроскопии (АСМ) позволило исследовать радиационные дефекты на поверхности этих полимеров. Для изучения продуктов, образующихся в области треков в результате их облучения тяжелыми ионами, использовали метод комбинационного рассеяния (КР).

Основная часть

В экспериментах применяли полимерную пленку толщиной 10 и 20 мкм. Облучение всех образцов ионами Xe с энергиями 350 МэВ и Bi с энергиями 700 МэВ было проведено на ускорителе У-400 (ФЛЯР ОИЯИ, г. Дубна). Предварительный анализ показал, что оптимальная плотность облучения для исследования треков методом АСМ должна лежать в пределах 10^{8}-10^{10} ионов на кв.см. В настоящей работе плотность облучения составляла от 10^{9} до 10^{10} ионов на кв.см. Для анализа поверхности использовался атомно-силовой микроскоп Solver P-47 (NT-MDT, г. Зеленоград). Измерения были проведены в резонансном режиме ("тэйпинг ").

Для полимера ПЭТФ методом АСМ получены изображения латентных треков на поверхности образца представляющие из себя углубления, размер которых зависит от массы и энергии ионов. Так, для иона Xe этот диаметр составил 7 нм, а для иона Bi - 17 нм. Сходные результаты получены для ПИ. На рис.1 представлена поверхность образца после облучения ионами висмута – диаметр треков приблизительно 20 нм.

На спектрах КР облученного образца были обнаружены полосы, характерные для графита.- см. рис.2. Средний размер частиц графита в треках по нашим оценкам составляет несколько нанометров. Можно предположить, что эти наночастицы образуются в результате разрушения продуктов радиолиза в треке. Подтверждением этого является то, что последующая термообработка (180 °C, 2 часа) образца приводит к увеличению содержания наночастиц графита.

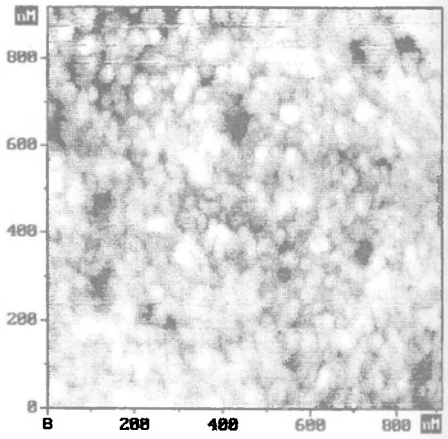

Рис.1. АСМ-изображение поверхности полиимида после облучения ионами Bi область сканирования 850×850 нм

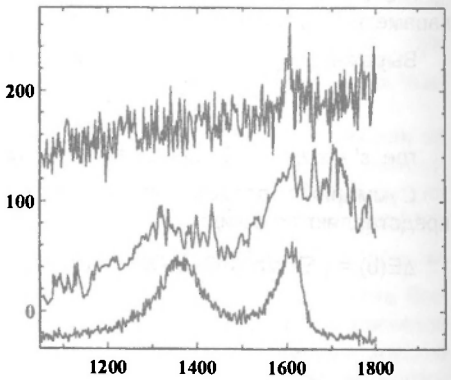

Рис.2. Спектры КРС пленки полиэтилентерефталата сверху- необлученный полимер, середина- полимер облученный ионами Xe, снизу- спектр графита. (по осям: горизонтальная - длина волны, $см^{-1}$, вертикальная - относительная интенсивность

Травление в водном растворе щелочи и последующее изучение поверхности методом АСМ. позволило визуализировать и определить размер области графитизации вокруг оси трека: он составил приблизительно 30 нм.

Травление облученных пленок из ПИ до образования сквозных пор позволяет получать трековые мембраны с повышенной химической стойкостью.

Заключение

Показано закономерное изменение размеров трека на поверхности полимера в зависимости от характера облучения. Доказано наличие микрочастиц графита в треке и оценена область графитизации.

INVESTIGATION OF SWIFT HEAVY IONS TRACKS AT THE POLYMER SURFACE BY AFM AND RAMAN METHODS

D.Zagorski[1)], A.Vilensky[1)], N.Mel`nik[2)], B.Mchedlishvili[1)]
[1)]Institute of crystallography of RAS, [2)]Physical Institute of RAS.
E-mail: track@imb.ac.ru

Two types of polymer films (PET and PI) were investigated after swift ions (Xe, 350 MeV and Bi, 700 MeV; U-400, Dubna) irradiation. Initial tracks in the form of cavities (diameters from 7 to 20 nm) were found at samples surface using AFM technique (tapping- regime of Solver P-47, NT-MDT, Russia).

Raman spectroscopy of these samples demonstrated the presence of graphite particles of nano-size. The area of graphitization was estimated by chemical etching as 30 nm.