

ЭФФЕКТ ОСЦИЛЛИРОВАНИЯ БЫСТРЫХ ИОНОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ТОНКОЙ ПЛЕНКОЙ АМОРФНОГО ДИЭЛЕКТРИКА

И.В.Воробьева, Я.Е.Гелузин

Установлено, что осколки деления ядер Cf^{252} , влетающие в тонкую пленку коллодия под малым углом, движутся по осциллирующей траектории, частично перемещаясь в воздухе вблизи пленки, частично — в веществе пленки. Во многих случаях осциллирующий осколок застревает в веществе пленки, происходит своеобразное "втягивание" иона в пленку.

Экспериментально исследуя закономерности взаимодействия осколков спонтанного деления ядер Cf^{252} (быстрые ионы с начальной энергией $\epsilon_0 \approx 8 \cdot 10^7$ эв, зарядом $g/e \approx 20$, массой $M \approx 2 \cdot 10^{22}$ г) с массивными пластинками и тонкими пленками коллодия, мы обнаружили некоторые специфические особенности этого взаимодействия, заключающиеся в следующем:

1. Осколки, влетающие из плоского диффузного источника, светящего в телесном угле 2π , в вещество под малым скользящим углом ψ между направлением импульса p_0 и поверхностью коллодия, создают поверхностные треки (S-треки) [1], число и протяженность которых в пленках толщиной $\lambda \approx (6-8) \cdot 10^{-6}$ см, оказываются существенно большими, чем в массивных пластинках. Соответствующие функции распределения треков по длинам изображены на рис. 1.

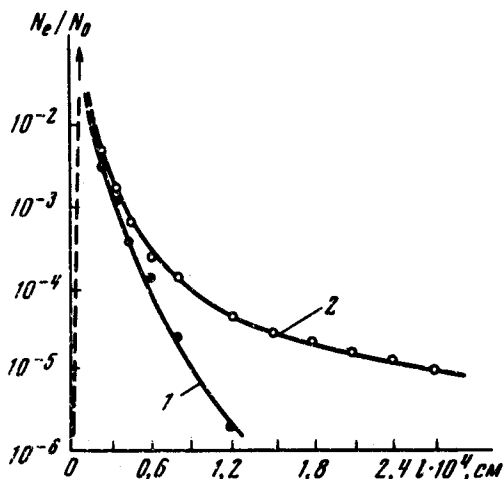
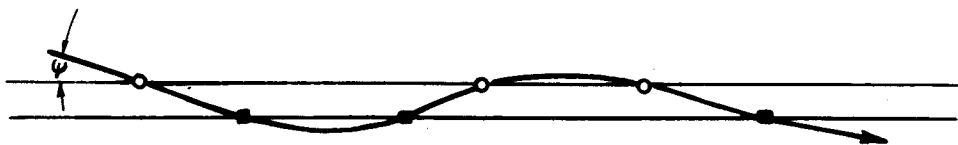


Рис. 1. Функции распределения треков по длинам (1) в массивной пластинке (1) и тонкой пленке коллодия (2)

2. В коллодиевых пленках наблюдаются пунктирные треки. Подробное электронномикроскопическое исследование этих треков свидетельствует о том, что создающий их осколок несколько раз пронизывал пленку, двигаясь по осциллирующей траектории, частично перемещаясь в воздухе вблизи пленки, частично — в веществе пленки. Убедительным доказательством осциллирующего характера траектории является струк-

тура мест входа и выхода осколка из пленки, где наблюдается "электростатическое царапание" поверхности [2], создающее на поверхности противоположно ориентированные вилки, лежащие на одной прямой (рис. 2). В осциллирующем характере траектории мы также убедились в опытах по двухстороннему оттеснению пленки в области прерывистого трека. Возможное подозрение в том, что осциллирующая траектория есть следствие изогнутости пленки, было опровергнуто в опытах, где наблюдались пересекающиеся траектории двух осколков. Оказалось, что на одном и том же участке пленки один осколок летел над ее поверхностью, а второй — под ней, что не может быть при прямолинейных траекториях осколков.



a

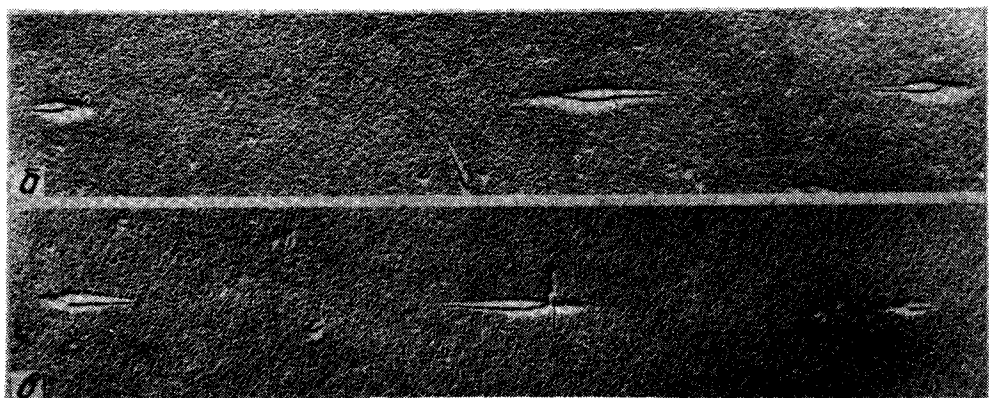


Рис. 2. Типичные осциллирующие траектории осколков: а — схема траектории; б — со стороны облучения (на схеме точки \circ); $\times 45000$; в) со стороны противоположной облучению (на схеме точки \blacksquare); $\times 45000$

3. Во многих случаях осциллирующий осколок в конечном счете застревает в веществе пленки, происходит своеобразное "втягивание" иона в пленку. Может, однако, иметь место ситуация, при которой после двух — трех пересечений пленки осколок в нее не возвращается, а, будучи рассеянным атомом в пленке на значительный угол, уходит из нее.

Заметим, что, так как мы экспериментировали с аморфным диэлектриком, описанные явления никак не связаны с ориентационными эффектами, обусловленными наличием дальнего порядка в расположении атомов диэлектрика.

Возможная причина наблюдаемых явлений заключается в действии на быстрый ион силы зеркального изображения, которая применительно к границам между двумя диэлектриками с диэлектрическими постоянными ϵ_1 и ϵ_2 определяется формулой $F = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \frac{q^2}{x}$, где x — рас-

стояние от иона до границы диэлектрика. Легко видеть, что, так как диэлектрическая постоянная коллодия больше диэлектрической постоянной воздуха, сила F будет тормозить осколок, движущийся в пленке, и притягивать к границе осколок, движущихся в воздухе, т. е. возвращать его в пленку. Очевидно, сила F при этом гасит составляющую импульса нормальную к границе раздела диэлектрика, которая $\sim p_0 \psi$. Заметим, что пользоваться записанной оценкой для F можно лишь в тех случаях, когда удовлетворяется неравенство $a < x \ll \lambda$, где a — межатомное расстояние. Заметим, что отличие в функциях распределения треков по длинам в массивных пластинках и тонких пленках (рис. 1) с учетом силы зеркального изображения качественно естественно объясняется тем, что в толстых пластинках треки не чувствуют отталкивающего влияния второй границы.

Как на это обратил внимание А.Ф.Андреев, не исключено, что сила, возвращающая осколок в пленку, не статического, а динамического происхождения и обусловлена поляризацией диэлектрической среды движущимся осколком.

В заключение обратим внимание на то, что задача об устойчивости движения вдоль щели в диэлектрике должна рассматриваться с учетом возможного "втягивания" иона в диэлектрик.

Выражаем благодарность А.Ф.Андрееву, М.И.Каганову и И.М.Лифшицу за плодотворное обсуждение эффекта.

Харьковский
государственный университет
им. А.М.Горького

Поступила в редакцию
2 июля 1976 г.

Литература

- [1] Я.Е.Гегузин, И.В.Воробьева, ДАН СССР, 205, №2, 1972.
[2] Я.Е.Гегузин, И.В.Воробьева, ДАН СССР, 208, №3, 1973.