

О ВЛИЯНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НЕЙТРОНАМИ НА КОЭФФИЦИЕНТ ОСЛАБЛЕНИЯ β -ИЗЛУЧЕНИЯ В ЩЕЛОЧНО- ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

В. А. ЧЕРНЫШЕВ, В. А. ПОПОВ

Целью данного исследования было выяснение возможного влияния предварительного облучения нейтронами на коэффициент ослабления β -излучения в щелочно-галлоидных кристаллах калиевого ряда (КСI, КBr, КJ).

Постановка вопроса

Радиационные нарушения в твердом веществе приводят к значительному изменению его физических и химических характеристик. В данном случае рассматриваем действие излучения на кристаллы щелочно-галлоидных солей. Если под действием ионизирующей радиации изменяются такие свойства материалов, как модуль упругости, коэффициент теплового расширения, оптическая способность, то резонен вопрос: не влияет ли облучение на коэффициент ослабления электронов в кристаллах щелочно-галлоидных солей и если влияет, то в какой степени?

В работе [1] получено, что коэффициент ослабления β -излучения изменяется после предварительного облучения нейтронами. Вместе с тем, как показывает предварительная оценка числа дефектов, наводимых большими потоками нейтронов, вряд ли можно ожидать изменения коэффициента ослабления β -излучения.

В самом деле, рассмотрим вопрос о влиянии кристаллической решетки вещества на потери (рассеяние) энергии электронами в кристаллах. Очевидно, что такое влияние проявляется через дифракцию электронов. Дифракция электронов наблюдается в том случае, когда длина волны Де-Бройля для электронов соизмерима с расстоянием между узлами решетки, т. е. до энергии порядка 10 *кэв*. С ростом энергии электронов потери обуславливаются числом ядер атомов и электронов в единице объема, а также энергией связи электронов на атомных оболочках. Проникновение электронов в вещество в данном случае обуславливается ионизационными потерями и потерями на возбуждение атомов среды, упругими столкновениями и тормозным излучением. Потери на тормозное излучение и упругие столкновения зависят от числа ядер заряда Z в единице объема. Предварительное

облучение не изменяет заряда ядра, если ядерные реакции дают малый вклад, в противном случае изменяется химический состав вещества, а, следовательно, данный вид потерь не изменяется.

Потери на ионизацию и на возбуждение атомов среды лучше всего рассмотреть с помощью формулы Бете—Блоха

$$\left(\frac{dT}{dx} \right) = \frac{2\pi e^4 n}{m_0 v^2} \left[\ln \frac{m_0 v^2 T}{2I^2(1-\beta)^2} - \beta^2 \right]. \quad (1)$$

В условии (1) тормозящая среда характеризуется двумя параметрами: n —число электронов в 1 см^3 , I —средний потенциал электронных оболочек атомов.

Изменение электронной плотности

Если рассмотрим облученный образец с дефектами Шоттки порядка $10^{18} \frac{1}{\text{см}^3}$, то изменение электронной плотности (утрируем случай в худшую сторону), например, для KCl составляет 0,04 %.

Изменение потенциала ионизации

Под действием облучения в веществе может измениться химическая связь атомов, т. е. может измениться потенциал ионизации валентных оболочек атомов. Так как энергия химической связи порядка 5—10 эв, то изменение ее на 20 % составляет 1—2 эв. Ввиду того, что проникающий электрон взаимодействует со всеми оболочками атома, то берётся в рассмотрение средний потенциал ионизации электронных оболочек. Например, для Cl средний потенциал ионизации составляет около 150 эв. Понятно, что изменение энергии связи валентных электронов очень мало влияет на потенциал ионизации. К тому же, в уравнении (1) I стоит под знаком логарифма, что дает итоговое изменение порядка 0,2 %. Таким образом, изменение потерь энергии электронов может достигать в лучшем случае 0,3 %.

Методика измерения и результаты

Измерение коэффициента ослабления β -излучения в щелочно-галлоидных кристаллах проводились на стандартной установке Б-2 со свинцовым домиком. Точность измерения порядка 2 %. Облучение кристаллов производилось в парафиновом блоке от двух источников с интенсивностями: $6 \cdot 10^5$ и $3,14 \cdot 10^6 \frac{\text{нейтр.}}{\text{см}^2 \text{сек}}$. Интегральная доза, получаемая образцами, порядка 10^{10} нейтрон/см². Источником β -лучей служил препарат Tl^{204} с максимальной энергией $E=0,766 \text{ Мэв}$ [4]. Коэффициент ослабления β -излучения определялся на основании того, что для не слишком толстых слоев поглотителя (в сравнении с длиной пробега электронов) кривую, описывающую поглощение, с большой точностью можно заменить экспонентой [2,3]. Таким образом, интенсивности β -излучения от толщины поглотителя имеют вид

$$I_x = I_0 l^{-\mu x}, \quad (2)$$

где μ —это коэффициент ослабления β -излучения, x —толщина поглотителя.

Результаты измерений коэффициента ослабления β -излучения в щелочно-галогидных кристаллах представлены на рис 1.

Как видно из рис. 1, облучение щелочно-галогидных кристаллов нейтронами с энергией 10 Мэв дозой 10^{10} нейтрон/см² не изменяет, коэффициент ослабления β -излучения, а если и изменяет, то данная

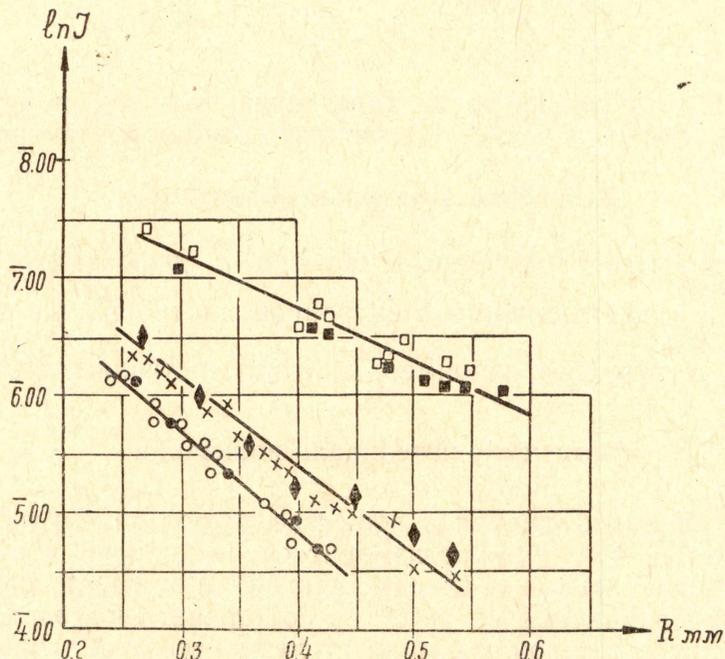


Рис. 1. Зависимость логарифма счета β -частиц от толщины образцов

КСI $\square\square\square$ необлученный,
 $\blacksquare\blacksquare\blacksquare$ облученный,
 КВr $\times\times\times$ необлученный?
 $\blacklozenge\blacklozenge\blacklozenge$ облученный?
 КJ $\circ\circ\circ$ необлученный?
 $\bullet\bullet\bullet$ облученный.

методика измерения коэффициента ослабления β -излучения не позволяет обнаружить это изменение. Следовательно, изменение коэффициента ослабления β -излучения, полученное в работе [1], нами не подтвердилось.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. К. Берзин, С. Л. Кащук. Сб. „Действие излучений на свойства материалов“. Вып. 2, Новосибирск, 73, 1963.
2. С. М. Райский, В. Ф. Смирнов. Физические основы метода радиоактивных измерений. Госатомиздат, 1959, стр. 30.
3. Г. М. Эстулин. Радиоактивные излучения, стр. 91, Физматгиз, М., 1962.
4. Г. М. Фрадкин. Источники α - β и нейтронного излучений. Госатомиздат, 1962.