

## ОСЛАБЛЕНИЕ УЗКОГО ПУЧКА ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БЕТАТРОНА В ТОЛСТЫХ СЛОЯХ ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ

В. А. ВОРОБЬЕВ, В. Н. РУДЕНКО

### Введение

Прохождение квантов излучения через вещество является хорошо изученным [1—5], но экспериментальных данных по ослаблению тормозного излучения бетатрона в толстых слоях (до 1000 мм), особенно в химических соединениях, известно мало. Необходимость таких исследований диктуется потребностями бетатронной дефектоскопии, для расчета чувствительности датчиков дефектоскопов и биологической защиты и др. Данные по поглощению излучения необходимы в физике твердого тела, для определения дозы — поглощенной энергии излучения в любом интересующем нас месте облученного образца.

В статье излагаются результаты работы по исследованию поглощения тормозного излучения бетатрона на 30 Мэв, в кристаллах щелочно-галоидных солей.

### Методика эксперимента

Источником тормозного излучения высокой энергии является бетатрон на 30 Мэв конструкции Томского политехнического института.

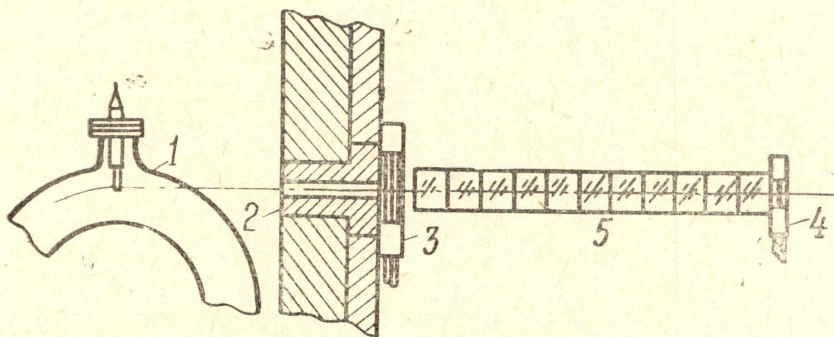


Рис. 1. Схема расположения экспериментальной аппаратуры. 1 — камера ускорителя, 2 — коллиматор, 3 — проходная ионизационная камера, 4 — измерительная камера, 5 — исследуемые образцы кристалла.

Схема расположения экспериментальной аппаратуры показана на рис. 1.



Узкий пучок излучения, с углом расхождения  $0,5^\circ$ , вырезался свинцовым коллиматором, с диаметром выходного отверстия 20 мм, проходил через кристаллы KCl, KBr, KJ. Толщина поглощающего слоя кристаллов изменялась от 1 до 700 мм.

Детектором излучения являлась тонкостенная ионизационная камера нашей конструкции. Контроль интенсивности излучения осуществлялся проходной ионизационной камерой. При конструировании этой камеры возникло несколько противоречивых требований. Необходимо было иметь высокую чувствительность камеры и малый объем, так как использовался узкий пучок. Стенки камеры, высоковольтный и собирающий электроды изготовлены из алюминия толщиной 0,5 мм. Толщина передней стенки камеры наращивалась исследуемыми кристаллами от 1 до 700 мм, что позволило снимать кривую поглощения тормозного излучения бетатрона в исследуемых кристаллах. С помощью ионизационной камеры измерялась ионизация, производимая вторичными электронами, которые выбивались квантами излучения из кристалла и стенок камеры. Так как число вторичных электронов пропорционально числу квантов излучения, поглощенных в данном месте поглотителя, то по степени ионизации в камере можно определять поглощение  $\gamma$ -квантов в исследуемом веществе.

### Результаты исследований

На рис. 2 и 3 представлены зависимости ионизации в тонкостенной камере от толщины передней стенки кристаллов KCl, KBr, KJ при энергии 30 Мэв. На глубине 7 мм для KJ, 10 мм для KBr и 13 мм для KCl наблюдается эффект «равновесной стенки» и максимум ионизации.

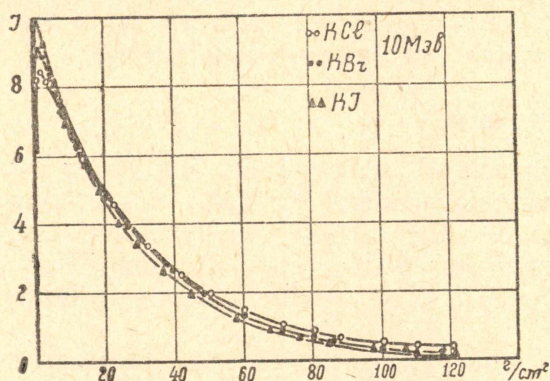


Рис. 2. Кривые поглощения тормозного излучения с максимальной энергией 10 Мэв.

Величина максимума ионизации возрастает с увеличением эффективного атомного номера галоида (Cl—Br—J), а толщина кристалла, при которой наблюдается максимум, уменьшается.

Увеличение ионизации в максимуме обусловлено возрастанием поглощающей способности с ростом эффективного атомного номера тормозящего вещества.

Уменьшение толщины кристалла, при которой наблюдается максимум ионизации является следствием уменьшения длины пробега вторичных электронов при переходе к соединениям большей плотности (KCl—KBr—KJ).

За максимумом наступает спадание ионизации, причем закон этого спадания близок к экспоненциальному.

В этой области зависимость ионизации в камере от толщины поглотителя перед ней можно представить в виде

$$J = J_0 e^{-\mu x}, \quad (1)$$

где  $J_0$  — ионизационный ток в камере для той толщины поглотителя, при которой наблюдается максимальная ионизация,  $J$  — ионизационный ток в камере после слоя поглотителя толщиной  $x$ ,  $\mu$  — коэффициент ослаб-



ления, линейный или массовый, в зависимости от того, в каких единицах выражено  $x$  — в см или г/см<sup>2</sup>.

Обычно эффективный коэффициент ослабления  $\mu$  ионизирующего излучения определяется экспериментально, так как теоретическое его определение связано с большими трудностями, потому что спектр тормозного излучения бетатрона немонотонноэнергетический, а также из-за того, что спектр изменяется по мере прохождения через поглотитель. В на-

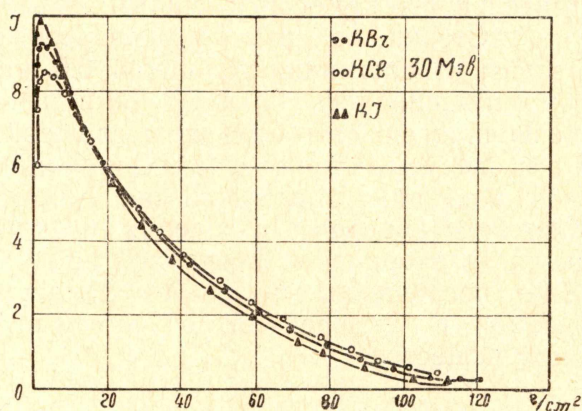


Рис. 3. Кривые поглощения тормозного излучения с максимальной энергией 30 МэВ.

шем случае массовый коэффициент ослабления равен для КС1  $\mu = 0,027$  см/г, для КВг  $\mu = 0,29$  см/г, для КJ  $\mu = 0,032$  см/г.

Массовый коэффициент ослабления является наиболее показательным, так как зависит от химического состава поглотителя и не зависит от его плотности.

Возрастание коэффициента ослабления с ростом порядкового номера атомов тормозящего вещества обусловлено возрастанием се-

чения фотоэффекта, эффекта образования пар и комптоновского рассеяния.

В области энергий 10 ÷ 30 МэВ массовый коэффициент ослабления в кристаллах КС1, КВг, КJ изменяется мало, так как с возрастанием сечения образования пар при увеличении энергии квантов излучения сечение фотоэффекта и комптоновского рассеяния уменьшается.

### Заключение

Исследовано ослабление тормозного излучения бетатрона на 30 МэВ в кристаллах щелочно-галогидных солей. Найдено, что с изменением энергии излучения от 10 до 30 МэВ коэффициент ослабления изменяется незначительно. При переходе к более тяжелой соли (КС1 — КВг — КJ) массовый коэффициент ослабления увеличивается незначительно.

Полученные данные позволяют определить ослабление тормозного излучения бетатрона при прохождении через толстые слои кристаллов щелочно-галогидных солей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Экспериментальная ядерная физика. Под ред. Э. Сегре. Часть 1, 1955.
2. В. Гайтлер. Квантовая теория излучения, 1955.
3. L. Schiff, Phys. Rev., **70**, 87 (1946).
4. И. О. Лейпунский, Б. В. Новожилов, В. Н. Сахаров. Распространение гамма-квантов в веществе, 1962.
5. Г. Д. Латышев, Rev. Mod. Phys., **19**, 132 (1947).
6. Л. М. Ананьев, А. А. Воробьев, В. И. Горбунов. Индукционный ускоритель электронов бетатрон, 1961.
7. С. П. Круглов. ЖТФ, XXXI, 1092, 1961.