

## 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.

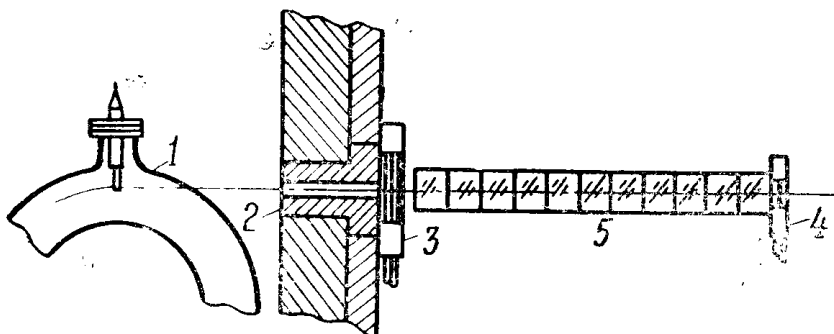


Рис. 1. Схема расположения экспериментальной аппаратуры. 1 — камера ускорителя, 2 — коллиматор, 3 — проходная ионизационная камера, 4 — измерительная камера, 5 — исследуемые образцы кристалла.

Схема расположения экспериментальной аппаратуры показана на рис. 1.

Узкий пучок излучения, с углом расхождения  $0,5^\circ$ , вырезался свинцовым коллиматором, с диаметром выходного отверстия  $20 \text{ мм}$ , проходил через кристаллы КСl, КВг, КJ. Толщина поглощающего слоя кристаллов изменялась от  $1$  до  $700 \text{ мм}$ .

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  $0,5 \text{ мм}$ . Толщина передней стенки камеры наращивалась исследуемыми кристаллами от  $1$  до  $700 \text{ мм}$ , 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 КСl, КВг, КJ при энергии  $30 \text{ Мэв}$ . На глубине  $7 \text{ мм}$  для КJ,  $10 \text{ мм}$  для КВг и  $13 \text{ мм}$  для КСl наблюдается эффект «равновесной стенки» и максимум ионизации.

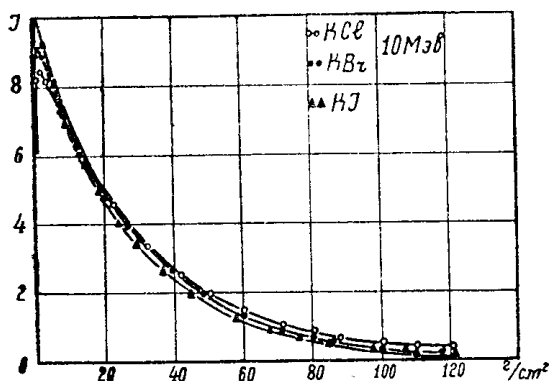


Рис. 2. Кривые поглощения тормозного излучения с максимальной энергией  $10 \text{ Мэв}$ .

Величина максимума ионизации возрастает с увеличением эффективного атомного номера галоида (Cl—Вг—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 (КСl—КВг—КJ).

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  $г/см^2$ .

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-

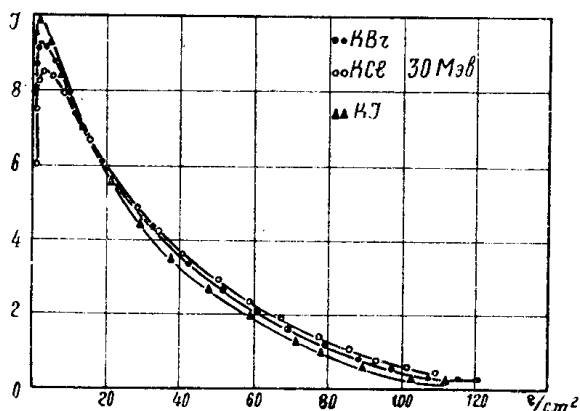


Рис. 3. Кривые поглощения тормозного излучения с максимальной энергией 30 МэВ.

шлем 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  $10 \div 30$  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.