

Об универсальной зависимости характеристик поля рассеянных электронов от начальных параметров излучения и среды

УДК 539.171.2

В. В. АРУТЮНОВ, В. Ф. БАРАНОВ, А. Г. ЗРАЖУН

На основе рассчитанных методом Монте-Карло дифференциальных и интегральных характеристик поля электронов, рассеянных в алюминиевом и тканеэквивалентном барьерах и полубесконечном поглотителе, были установлены некоторые закономерности формирования полей электронного излучения при падении на поглотитель моноэнергетических электронов с первичной энергией $E_0 = 0,2-5 \text{ Мэв}$. Угол падения электронов θ_0 изменялся в интервале $0-75^\circ$. Толщина поглотителя d варьировалась в диапазоне $0,1-0,8R_0$, где R_0 — максимальный пробег электронов с энергией E_0 .

Угловое распределение электронов за алюминиевым или тканеэквивалентным ($Z = 7,2$) барьером при нормальном падении на него электронов с энергией $0,4-5 \text{ Мэв}$ можно с погрешностью $\pm 10\%$ описать выражением

$$\psi(d, \theta) = \psi(d, 0^\circ) \exp \left\{ - \left[\frac{\theta(1 + 0,012E_0)}{\theta_{1/e}} \right]^2 \right\} \cos \theta, \quad (1)$$

где $\psi(d, \theta)$ и $\psi(d, 0^\circ)$ — число электронов, вылетающих с единицы поверхности барьера в единицу времени соответственно под углом θ и $\theta = 0$ к нормали в единичном телесном угле. Значения угла $\theta_{1/e}$ не зависят от значения первичной энергии E_0 при изменении толщины алюминиевого или тканеэквивалентного барьера в диапазоне $\frac{d}{R_0} = 0,1 \div 0,7$. Величина $\theta_{1/e}$ принимает значения от $31,3^\circ$ до $68,6^\circ$ и от $22,5^\circ$ до $68,6^\circ$ соответственно.

Энергетические распределения электронов с первичной энергией до 1 Мэв и с энергией $2-5 \text{ Мэв}$ можно описать с максимальной погрешностью $\pm 20\%$ двумя различными универсальными функциями.

Средняя энергия электронов \bar{E} за барьером из алюминия или тканеэквивалентного вещества для электронов с энергией до $E_0 = 5 \text{ Мэв}$ независимо от угла падения, изменяющегося в диапазоне $0-60^\circ$, описывается с погрешностью $\pm 20\%$ соотношением

$$\bar{E}/E_0 = 1 - c \frac{d}{R_0}, \quad (2)$$

где $c = 1,1 - 0,15 \frac{d}{R_0}$ для тканеэквивалентного вещества. В случае алюминиевого барьера $c = 1,2 - 0,15 \frac{d}{R_0}$.

Мощность поглощенной дозы P_2 в расчете на один электрон, падающий на поверхность полубесконечного алюминиевого поглотителя, в диапазоне толщины $0,1 \leq \frac{d}{R_0} \leq 0,65$ можно определить по соотношению

$$P_2 = 1,6 \cdot 10^{-8} (ax^2 + bx + c) \text{ рад/сек}, \quad (3)$$

где

$$x = \frac{d}{R_0}.$$

Связь между значением мощности поглощенной дозы в алюминии для барьерной (P_1) и полубесконечной (P_2) геометрии определяется соотношением

$$P_2 = mP_1. \quad (4)$$

Величины a, b, c, m принимают различные значения в зависимости от энергии первичных электронов и угла их падения на алюминиевый барьер.

(№ 563/6399. Поступила в Редакцию 11/V 1971 г. Полный текст 0,5 а. л., 6 рис., 10 библиографических ссылок.)

К расчету интенсивности тормозного излучения методом Монте-Карло

В. В. АРУТЮНОВ, В. Ф. БАРАНОВ

УДК 539.125.5.34

Изложен алгоритм расчета методом Монте-Карло спектральной интенсивности тормозного излучения, генерируемого широким пучком электронов, падающим на поверхность поглотителя. Траектория электрона в барьере рассматривалась как состоящая из отрезков, длина которых равнялась толщине молевского слоя вещества, удовлетворяющего теории Мольера. Энергия γ -кванта, испущенного электроном на каждом отрезке, разыгрывалась с использованием простых аппроксимирующих выражений для сечений тормозного излучения, полученных авторами. Угол вылета испущенного γ -кванта относительно направления движения электрона перед прохождением слоя принимался равным углу рассеянного электрона, который определялся по теории Мольера. История γ -кванта прослеживалась с вероятностью, определяемой с использованием выше-

упомянутых аппроксимирующих выражений, лишь при комптоновском взаимодействии γ -кванта. Пороговое значение энергии γ -кванта, при достижении которого γ -квант, как и электрон, считался поглощенным, принималось равным 50 кэв .

По данной модели были рассчитаны спектральные интенсивности тормозного излучения за алюминиевым барьером толщиной до 3 г/см^2 . Энергия электронов изменялась в интервале $0,2-5 \text{ Мэв}$. Угол падения электронов варьировался в диапазоне от 0 до 7 градусов.

В работе приводятся для примера рассчитанные спектры интенсивности тормозного излучения за алюминиевым барьером различной толщины при энергиях первичных электронов $0,5; 1$ и 3 Мэв . В пределах ошибки эксперимента, которая составляла $\pm 20\%$, наблю-

достигшее хорошее согласие расчетных и экспериментальных данных.

Приведены также значения эффективности тормозного излучения (доли первичной энергии, преобразованной в энергию тормозного излучения) при падении моноэнергетических электронов под различными углами на алюминиевый барьер.

Хорошее согласие результатов расчета с экспериментальными данными свидетельствует о надежности

методики расчета интенсивности тормозного излучения в рассматриваемом диапазоне энергий первичного электронного излучения.

(№ 564/6400. Поступила в Редакцию 11/V 1971 г. Полный текст 0,35 а. л., 4 рис., 9 библиографических ссылок.)

Дозиметрические характеристики пороговых детекторов нейтронов

Т. В. КОРОЛЕВА, К. К. КОШАЕВА, С. Н. КРАЙТОР

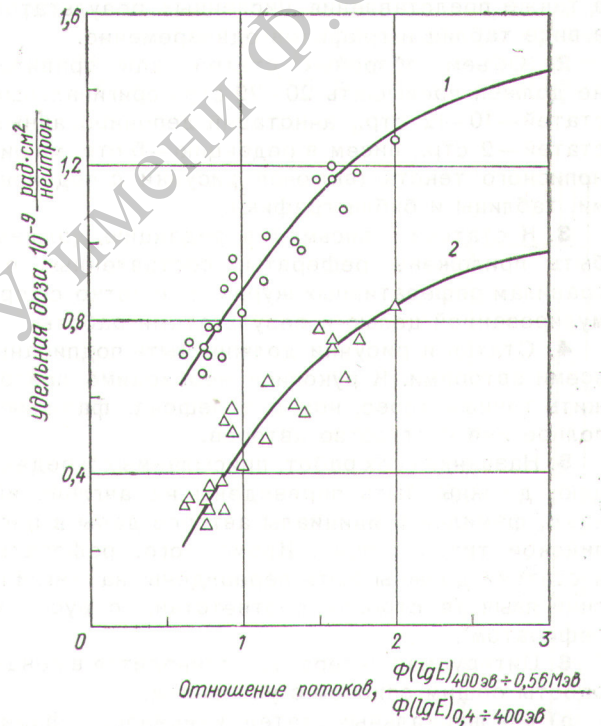
УДК 539.12.08.539.1.074.88

В работе рассматривается применение спектрометрического набора детекторов [1], состоящего из U^{235} , $U^{238} + Cd$, $U^{235} + 1 \text{ г/см}^2 \text{ B}^{10}$, Np^{237} , U^{238} и S^{32} , для измерения дозы нейтронов. Рассчитаны средние значения удельных дозиметрических величин в интервалах энергии 0,01—0,4 эв; 0,4—400 эв; 400 эв — 0,56 Мэв; 0,56—1,4 Мэв; 1,4—2,8 Мэв и 2,8—10 Мэв. Показано, что выше 0,56 Мэв разброс их не превышает 4%. В области энергий 400 эв — 0,56 Мэв он составляет 60%, что ограничивает точность измерений.

Предложен новый метод расчета удельной дозы нейтронов в интервале энергий 400 эв — 0,56 Мэв и выведена ее зависимость от отношения потоков в области 400 эв — 0,56 Мэв и 0,4—400 эв, которые непосредственно определяются по показаниям детекторов. Для поверхностной дозы и кермы она приведена на рисунке (сплошные кривые) и согласуется с рассчитанной по имеющимся данным о спектрах нейтронов (кружки и треугольники). Разброс определяемой таким образом удельной дозы для спектров более жестких, чем фермианский, не превышает 13%.

Набор пороговых детекторов с использованием энергетических методов расчета определен дозовым

остав нейтронов в выведенном пучке и в реакторном зале импульсного реактора ИБР ОИЯИ.



Зависимость удельной поверхностной дозы (1 и \circ) и кермы нейтронов (2 и Δ) в области энергий 400 эв — 0,56 Мэв от отношения дифференциальных потоков нейтронов.

ЛИТЕРАТУРА

- К. К. Кошаева, С. Н. Крайтор, Л. Б. Пикельнер. Препринт ОИЯИ, РЗ-5421, 1970.

(№ 565/6463. Поступила в Редакцию 23/VI 1971 г. Полный текст 0,65 а. л., 6 рис., 4 табл., 19 библиографических ссылок.)