

ОТРАЖЕНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ
ОТ ДВУХСЛОЙНЫХ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ

А. М. КОЛЬЧУЖКИН, С. И. ДУРИНОВ

(Представлена научным семинаром НИИ электронной интроскопии)

В практике радиационной дефектоскопии широко используются методы, основанные на измерении отраженного гамма-излучения. В работе [1] получена общая формула для потока гамма-квантов, отраженных от двухслойного барьера. Если первый слой имеет толщину h , а второй слой полубесконечный, то

$$\Phi^{(-)}(\Omega, E) = \Phi_0^{(-)}(\Omega, E) -$$

$$- n_2 \int_0^{\frac{n_1}{n_2} h} dt' \int_{4\pi} d\Omega' \int_0^{E_0} dE' \left(\frac{\Sigma_1(E')}{n_1} - \frac{\Sigma_2(E')}{n_2} \right) \Phi^+(t', \Omega', E') \Phi_0(t', \Omega', E'),$$
(1)

Здесь $\Phi^{(-)}(\Omega, E)$ — дифференциальный поток излучения, отраженного от двухслойного барьера;

$\Phi_0(t', \Omega', E)$ — дифференциальный поток в однородном полубесконечном поглотителе из вещества 2;

$\Phi_0^{(-)}(\Omega, E)$ — поток, отраженный от этого однородного поглотителя;

$\Phi_0^{(+)}(t', \Omega', E')$ — сопряженная функция для двухслойного барьера;

Σ_1, Σ_2 — линейные коэффициенты ослабления слоев 1 и 2;

n_1, n_2 — электронные плотности.

Расчеты по формуле (1) проводились в предположении, что поток Φ_0 и сопряженная функция Φ^+ постоянны в первом слое и равны своим значениям на границе [2]. Более точное выражение можно получить, предполагая экспоненциальный характер поведения потока и сопряженной функции в первом слое

$$\Phi_0(t', \Omega, E') = \begin{cases} \frac{1}{\cos \vartheta_0} e^{-\Sigma_2(E_0) \frac{t'}{\cos \vartheta_0}} \delta(\Omega' - \Omega_0) \delta(E' - E_0), & \cos \vartheta' > 0 \\ \Phi_0^{(-)}(\Omega', E') e^{\Sigma_2(E') \frac{t'}{|\cos \vartheta'|}}, & \cos \vartheta' < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\Phi^{+}(t', \Omega', E') = \begin{cases} e^{-\Sigma_1(E') \left(h_1 - \frac{n_2}{n_1} t' \right) \frac{1}{\cos \vartheta'}} \Phi_0^{(-)}(\Omega', E' \rightarrow \Omega, E) \times \\ \times e^{-\Sigma_1(E) \frac{h_1}{|\cos \vartheta|}}, & \cos \vartheta' > 0 \\ \frac{1}{|\cos \vartheta|} e^{-\Sigma_1(E) \frac{n_2}{n_1} \frac{t'}{|\cos \vartheta|}} \delta(\Omega - \Omega') \delta(E - E'), & \cos \vartheta' < 0 \end{cases}$$

(источник считается плоским $t = 0$), мононаправленным $|\Omega_0|$, моноэнергетическим (E_0). Через $\Phi_0^{(-)}(\Omega', E' \rightarrow \Omega, E)$ обозначен поток кван-

Таблица 1

$ \cos \vartheta $	$h=0$	$h = 0,15 \text{ см}$		$h = 0,35 \text{ см}$		$h = 0,7 \text{ см}$		$h = \infty$
	М-К	М-К	теор.	М-К	теор.	М-К	теор.	М-К
0,1	0,0163	0,0150	0,0119	0,0133	0,0101	0,0112	0,0074	0,0106
0,3	0,0152	0,0126	0,0118	0,0118	0,0110	0,0105	0,00914	0,0105
0,5	0,0134	0,0114	0,0127	0,0107	0,0108	0,00947	0,0093	0,0087
0,7	0,0122	0,0108	0,0110	0,00978	0,0100	0,00867	0,00867	0,0082
0,9	0,0126	0,0120	0,0113	0,0092	0,0093	0,0082	0,0092	0,0078

тов с параметрами (Ω, E) , отраженных от второго слоя, если падающее на него излучение характеризуется параметрами (Ω', E') . Подставляя (2) в (1), получим

$$\Phi^{(-)}(\Omega, E) = \Phi_0^{(-)}(\Omega, E) e^{-\Sigma_1(E) \frac{h}{|\cos \vartheta|}} \left\{ \left[e^{-\Sigma_1(E_0) \frac{h}{\cos \vartheta_0}} - e^{-\Sigma_2(E_0) \frac{n_1}{n_2} \frac{h}{\cos \vartheta_0}} \right] - \left[e^{+\Sigma_1(E) \frac{h}{|\cos \vartheta|}} - e^{+\Sigma_2(E) \frac{n_1}{n_2} \frac{h}{|\cos \vartheta|}} \right] \right\}. \quad (3)$$

В этой формуле члены, зависящие от $(E_0, \cos \vartheta_0)$ и $(E, \cos \vartheta)$, опи-

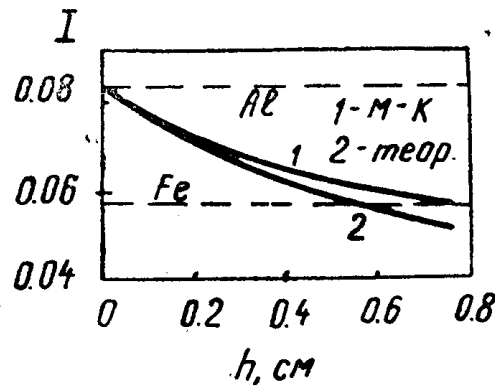


Рис. 1. Зависимость интенсивности отраженного излучения от толщины слоя железа

сывают возмущение входящего и выходящего потока соответственно. Если начальная энергия E_0 такова, что основным процессом взаимо-

действия является комптоновское рассеяние, то возмущение входящего потока будет равно нулю и (3) переходит в

$$\Phi^{(-)}(\Omega, E) = \Phi_0^{(-)}(\Omega, E) \left[1 - e^{-\frac{n_1 h}{|\cos \vartheta|} \left(\frac{\Sigma_1(E)}{n_1} - \frac{\Sigma_2(E)}{n_2} \right)} \right], \quad (4)$$

т. е. для расчета потока гамма-излучения, отраженного от двухслойного барьера, необходимо знать поток квантов, отраженных от однородного полубесконечного поглотителя из вещества [2]. Большое количество таких данных имеется в работе [3].

Формула (4) использовалась для расчета углового распределения интенсивности гамма-излучения, отраженного от двухслойного барьера Fe + Al при $E_0 = 0,66$ Мэв. Результаты вычислений приведены в табл. 1. Там же приведены значения, полученные для этой комбинации методом Монте-Карло (4000 историй).

На рис. 1 показана зависимость интенсивности отраженного излучения от толщины слоя железа. Приведенные результаты показывают, что формула (4) позволяет рассчитывать поток излучения, отраженного от двухслойного поглотителя в широком диапазоне толщин первого слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Кольчужкин, В. В. Учайкин. Атомная энергия. 25, 442, 1968.
2. А. М. Кольчужкин, В. В. Учайкин. «Изв. вузов», Физика, 12, 127, 1968.
3. Б. П. Булатов, В. А. Ефименко, В. Г. Золотухин, В. А. Климанов, В. П. Машкович. Альbedo гамма-излучения. Атомиздат, М., 1968.