

Переходная кривая в свинце для электронов с энергией 31 Гэв

БЕЛОУСОВ А. С., МАЛИНОВСКИЙ Е. И., РУСАКОВ С. В., КРУГЛОВ С. П., САВЕЛЬЕВ В. Д.

УДК 539.121.7

На пучке электронов с энергией 31 Гэв Серпуховского синхротрона [1] измерены радиальные распределения поглощенной энергии и переходная кривая в свинце. Измерение радиальных распределений поглощенной энергии $E(r, t)$ проведено с помощью термолюминесцентных детекторов (ТЛД) из LiF, помещенных внутри свинцового поглотителя. Поглотитель составлен из свинцовых дисков диаметром 200 мм. Поскольку ТЛД имеют малые размеры (диаметр 3,5 мм и толщина 1,2 мм), введение их в поглотитель удовлетворяет требованиям принципа Брэгга — Грея [2] и, следовательно, позволяет по энергетическим потерям в ТЛД измерять энергетические потери в окружающей их среде. Кроме того, искажения ливня, связанные с переходным эффектом на границе LiF — Pb, согласно работе [3], пренебрежимо малы для наших детекторов толщиной $0,6 \cdot 10^{-2} X_0$.

На рис. 1 приведены радиальные распределения поглощенной энергии $E(r, t)$ для различных толщин поглотителя. Погрешность измерений не превышала 3%.

Переходная кривая $\Pi(t)$ может быть получена из соотношения

$$\Pi(t) = \frac{\int_0^{\infty} E(r, t) r dr}{\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} E(r, t) r dr dt} \quad (1)$$

При интегрировании применяли численный метод; результирующая переходная кривая показана на рис. 2. При вычислении использовали значение радиационной

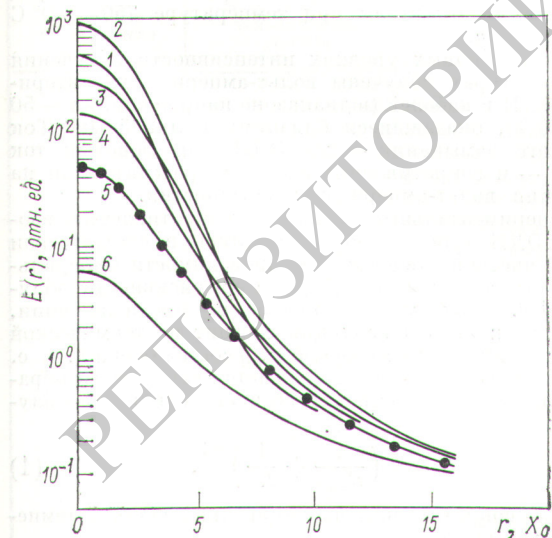


Рис. 1. Радиальные распределения поглощенной энергии при t :

1 — $3,4 X_0$; 2 — $6,2 X_0$; 3 — $13,7 X_0$; 4 — $16,4 X_0$; 5 — $19,6 X_0$; 6 — $25,5 X_0$.

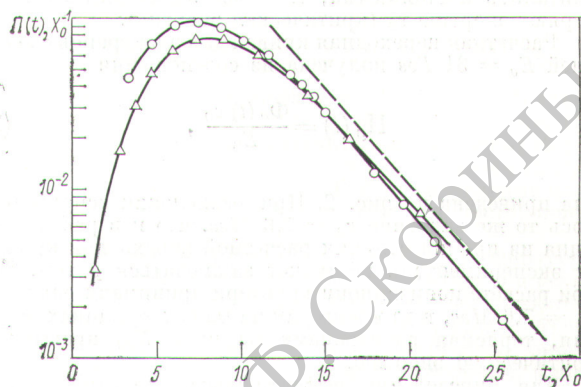


Рис. 2. Переходная кривая:

○ — экспериментальные данные настоящей работы; Δ — расчет, данные работы [4]; — — экспоненциальная функция с коэффициентом ослабления $\mu_{\text{мин}} = 0,47 \text{ см}^{-1}$.

единицы длины $X_0 = 0,562 \text{ см}$. За максимумом экспериментальная переходная кривая описывается экспоненциальной функцией с коэффициентом ослабления $\mu = 0,48 \pm 0,01 \text{ см}^{-1}$, значение которого хорошо согласуется со значением минимального коэффициента ослабления в свинце $\mu_{\text{мин}} = 0,47 \text{ см}^{-1}$.

В работе [4] приведены результаты аналитического расчета каскадных кривых, т. е. полного числа ливневых электронов, в зависимости от толщины свинцового поглотителя $\Phi_e(t)$ для первичных электронов с энергией $3 \cdot 10^8 - 10^{14} \text{ эв}$. При расчете учитывали комптон —

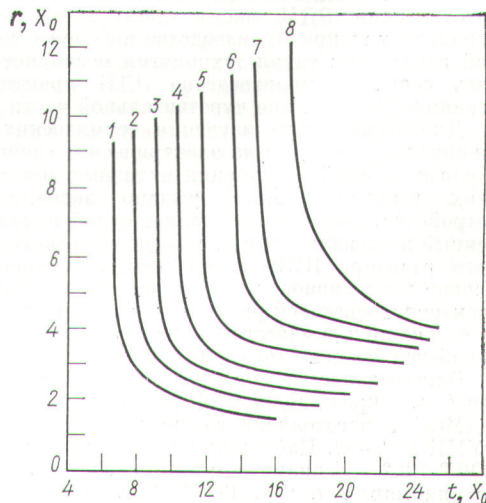


Рис. 3. Изоэнергетические кривые:

1 — 30%; 2 — 40%; 3 — 50%; 4 — 60%; 5 — 70%; 6 — 80%; 7 — 85%; 8 — 90%.

эффект и влияние неполного экранирования на сечение образования пар и величину радиационных потерь фотонов и электронов с энергией $< 10^8$ эв. Кроме того, учитывали, хотя и приближенно, многократное рассеяние и ионизационные потери. Ионизационные потери считались постоянными, т. е. все электроны пути X_0 теряют энергию ϵ_0 (критическая энергия).

Расчетная переходная кривая для электронов с энергией $E_0 = 31$ Гэв получена из соотношения

$$P_p(i) = \frac{\Phi_e(t) \epsilon_0}{E_0}, \quad (2)$$

она приведена на рис. 2. При вычислении использовалось то же значение $\epsilon_0 = 7,6$ Мэв, что и в работе [4]. Одна из причин отличия расчетной переходной кривой от экспериментальной может заключаться в том, что при расчете ионизационные потери принимали равными $\epsilon_0 = 7,6$ Мэв, в то время как на малых толщинах энергия, теряемая электронами на пути X_0 , превышает критическую энергию.

Для определения эффективности детекторов полного поглощения необходимо знать величину погло-

щенной энергии

$$\frac{\Delta E}{E_0} = \frac{\int_0^r \int_0^t E(r, t) r dr dt}{\int_0^\infty \int_0^\infty E(r, t) r dr dt} \quad (3)$$

для цилиндрических объемов с заданными размерами. На рис. 3 представлены изоэнергетические кривые, полученные из результатов эксперимента.

В заключение авторы выражают благодарность М. Я. Борковскому за полезные дискуссии.

Поступило в Редакцию 9/VII 1973 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герштейн С. С. и др. Препринт ИФВЭ 72-93, Серпухов, 1972.
2. Спирс Ф. Радиационная дозиметрия. Под ред. Дж. Хайна и Г. Браунелла. М., Изд-во иностранной литературы, 1958.
3. Pinkau K. Phys. Rev., 1965, v. 139, № 6B, p. 1548.
4. Buja Z. Acta Phys. Polon., 1963, v. 24, № 3, p. 381.

Радиационные и термические испытания электронно-эмиссионных детекторов нейтронов и кабелей с магниезиальной изоляцией

ЕМЕЛЬЯНОВ И. Я., ВЛАСОВ В. И., ВОЛОДЬКО Ю. И., КАРПЕЧКО С. Г.,
 КОНСТАНТИНОВ Л. В., ПОСТНИКОВ В. В., УВАРОВ В. И.

УДК 539.1.074.88

При контроле распределений нейтронного потока в активных зонах ядерных реакторов широко используются электронно-эмиссионные детекторы нейтронов (ЭДН) [1—5]. Сигнал от ЭДН в пределах активной зоны и биологической защиты передается по кабелям с внутренним и внешним проводниками из коррозионно-стойкой стали и изоляцией из окиси магния [6]. Для изготовления ЭДН часто применяется технология, используемая при производстве кабелей с магниезиальной изоляцией; такая технология позволяет организовать серийное производство ЭДН практически без ограничений по длине чувствительной части детектора.

Для раздельного изучения термических и радиационных воздействий на электрические свойства детекторов и кабелей в условиях активных зон энергетических реакторов было создано экспериментальное устройство, которое помещали в сухой канал, установленный в активную зону исследовательского водо-водяного реактора ИВВ-2. Это позволяло при заданном уровне интенсивности облучения получать с помощью электроннагревателей различные значения температуры, т. е. изменять в известных пределах температуру ЭДН и кабелей независимо от интенсивности облучения.

Испытывались четыре образца ЭДН с эмиттером из серебра, представляющие собой отрезки кабеля КДМС(С), изготовленного по техническим условиям ТУМИ 098—69. Кабель имеет жилу из серебра Ср. 999 ГОСТ 7222—54 диаметром 0,55 мм, изоляцию из окиси магния марки ч. д. а. ГОСТ 4526—67 и оболочку из коррозионностойкой стали Х18Н10Т толщиной 0,5 мм; наружный диаметр кабеля 3,0 мм. Кроме того, были испытаны четыре образца кабеля КНМС(С) по техническим условиям ТУ16-06-467—69. Материал жилы и обо-

лочки — коррозионно-стойкая сталь Х18Н10Т, материал изоляции — плавленая окись магния — периклаз электротехнический по ГОСТ 13236—67. Диаметр жилы 0,5 мм, толщина оболочки 0,6 мм, наружный диаметр кабеля 3,0 мм. Образцы ЭДН и кабеля перед испытаниями отжигали при температуре 750—800°С в течение 7 ч.

При различных уровнях интенсивности облучения и температурах получены вольт-амперные характеристики ЭДН и кабелей (в диапазоне напряжений от —50 до +50 в), оказавшиеся близкими к линейным. Ток короткого замыкания — ток ЭДН или фоновый ток кабеля — и сопротивление изоляции рассчитывали на основании вольт-амперных характеристик.

Экспериментальные данные по сопротивлению изоляции ЭДН (рис. 1) обрабатывались в соответствии с теоретической зависимостью проводимости минеральной изоляции от температуры и интенсивности облучения [7]. Зависимость основана на предположении, что проводимость σ изоляции состоит из термической σ_t и радиационно-термической σ_{rad} составляющих, т. е. сопротивление изоляции выражается следующим образом (при заданной температуре и интенсивности облучения):

$$R_{из} = \left(\frac{1}{R_{rad}} + \frac{1}{R_t} \right)^{-1}, \quad (4)$$

где R_t — сопротивление изоляции при заданной температуре вне реактора.

Из рис. 1 видно, что радиационно-термическая составляющая проводимости гораздо больше термической и R_{rad} в основном определяет величину полного сопротивления изоляции. Получены эмпирические тем-