

В заключение приводятся начальные данные и результаты четырехгруппового расчета альбедных матриц и функционалов двухзонного блока.

Изложенная методика расчета альбедных матриц может быть применена и для более высоких гармоник.

Более точное угловое распределение падающих на блок нейтронов может быть получено после введения вокруг блока буферной зоны из материала замедлителя.

Автор признателен Б. С. Глушкову, В. А. Ходакову за обсуждение работы и ценные замечания, а также Н. Н. Пономареву-Степному за внимание к работе. (№ 347/5338. Поступила в Редакцию 14/IV 1969 г. Полный текст 0,4 а. л., 6 библиографических ссылок.)

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Г а л а н и н. «Атомная энергия», 9, 89 (1960).
2. С. Н. Б а р к о в. «Атомная энергия», 24, 335 (1968).

## Комбинированные воздухоэквивалентные сцинтилляторы для дозиметрии рентгеновского и $\gamma$ -излучений

М. И. АРСАЕВ, В. А. КРАСНИКОВ, Б. Г. МАРГУЛИС

УДК 535.373.1.539.1.083:537.531:539.122

Для дозиметрии направленных пучков рентгеновского и  $\gamma$ -излучений в широком диапазоне энергий могут быть использованы комбинированные воздухоэквивалентные сцинтилляторы, состоящие из основного сцинтиллятора с эффективным атомным номером меньше, чем у воздуха ( $Z_{эфф} < Z_{эфф}^{возд}$ ), — и компенсирующего с  $Z_{эфф} > Z_{эфф}^{возд}$ , расположенного сверху основного (по отношению к направлению пучка излучения). Такие сцинтилляторы имеют лучший «ход с жесткостью» в области малых значений энергий по сравнению с известными дисперсными воздухоэквивалентными сцинтилляторами\*.

В настоящей работе описывается расчет «хода с жесткостью» комбинированных сцинтилляторов, позволяющий количественно оценить влияние некоторых физических процессов при регистрации рентгеновского и  $\gamma$ -излучений в комбинированных сцинтилляторах и определить оптимальное соотношение составляющих сцинтилляторов. При этом учтены следующие факторы: 1) поглощение многократно рассеянного излучения; 2) потери энергии, поглощенной компенсатором, вследствие вылета вторичных электронов из компенсатора конечной толщины; 3) потери энергии в результате неполного поглощения характеристического излучения в компенсаторе; 4) зависимость конверсионных эффективностей основы и компенсатора от энергии вторичных заряженных частиц.

Выражение для светового потока, выходящего из комбинированного сцинтиллятора единичной площади и учитывающего вышеприведенные факторы, при падении на сцинтиллятор потока  $\gamma$ -излучения энергии  $E_\gamma$  плотностью 1 фотон/см<sup>2</sup> имеет вид\*\*

$$I = k_{ком} \frac{1 - \exp(-\mu_a^{ком} d_{ком})}{\mu_a^{ком}} \left\{ \tau_{ком} [(1 - T) G_{ком} \times \right. \\ \times (E_\gamma - hv) (E_\gamma - hv) + (1 - \Phi) \omega G_{ком}(hv) hv + \\ \left. + (1 - \omega) G_{ком}(hv) hv] + N_{ком} \int_0^{\epsilon_{макс}} \epsilon f(\epsilon) G(\epsilon)^{ком} d\epsilon \right\} +$$

$$+ k_{осн} \left\{ \exp \left\{ -\frac{\mu_a^{ком} d_{ком}}{\mu_a^{осн}} \frac{1 - \exp(-\mu_a^{осн} d_{осн})}{\mu_a^{осн}} \times \right. \right. \\ \times \left[ \tau_{осн} E_\gamma G_{осн}(E_\gamma) + N_{осн} \int_0^{\epsilon_{макс}} \epsilon f(\epsilon) G(\epsilon)^{осн} d\epsilon \right] + \\ \left. + \frac{\tau_{ком} [1 - \exp(-\mu_a^{ком} d_{ком})]}{\mu_a^{ком}} \times \right. \\ \left. \times \left[ \Phi^\downarrow \omega G_{осн}(hv) hv + T^\downarrow \int_0^{\epsilon_{макс}} \epsilon f(\epsilon) G(\epsilon)^{осн} d\epsilon \right] \right\}.$$

Здесь  $\mu_a^{ком}$ ,  $\mu_a^{осн}$  — линейные коэффициенты истинного поглощения  $\gamma$ -излучения в веществах компенсатора и основы;  $\tau_{ком}$ ,  $\tau_{осн}$  — линейные коэффициенты фотоэффекта в веществах компенсатора и основы;  $d_{ком}$ ,  $d_{осн}$  — толщины основного и компенсирующего сцинтилляторов;  $hv$  — энергия кванта характеристического излучения компенсатора;  $\omega$  — вероятность его испускания;  $N_{осн}$  и  $N_{ком}$  — число электронов в 1 см<sup>3</sup> веществ компенсатора и основы;  $f(\epsilon)$  — распределение Клейна — Нишины;  $\epsilon_{макс}$  — максимальная энергия комптон-электронов в распределении Клейна — Нишины;  $G_{ком}$ ,  $G_{осн}$  — конверсионные эффективности составляющих сцинтилляторов;  $k_{ком}$ ,  $k_{осн}$  — коэффициенты, определяющие доли выходящего света люминесценции компенсатора и основы.

Коэффициенты  $T$  и  $T^\downarrow$  учитывают выход вторичных электронов из компенсатора и их поглощение в основе.

Аналогично  $\Phi$  и  $\Phi^\downarrow$  учитывают выход квантов характеристического излучения из компенсатора и их поглощение в основе. Приведены выражения для расчета  $T$ ,  $T^\downarrow$  и  $\Phi$ ,  $\Phi^\downarrow$ .

Экспериментальные исследования конкретного комбинированного сцинтиллятора [основа — полистироловая сцинтиллирующая пластмасса, компенсатор — люминофор ZnS(Ag) марки ФС-4] показали хорошее соответствие расчетных и экспериментальных результатов.

(№ 348/5072. Статья поступила в Редакцию 19/IX 1968 г., аннотация — 17/IV 1969 г. Полный текст 0,5 а. л., 1 рис., 1 табл., 10 библиографических ссылок.)

\* E. Belcher, J. Geilinger. Brit. J. Radiol, XXX, 350, 403 (1957).

\*\* «Ход с жесткостью» определяется как нормированное отношение  $\frac{I}{\mu_a^{возд} E_\gamma}$ .