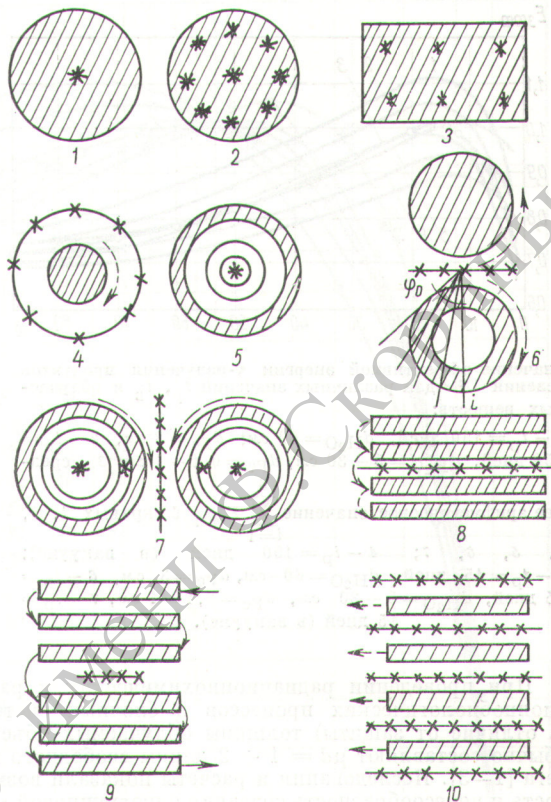


Основные принципиальные схемы аппаратов с линейными источниками (горизонтальное сечение) для проведения радиационных процессов (стрелками обозначены возможные перемещения аппаратов):

\* — линейные источники; 1, 2, 4 — цилиндрические аппараты; 3, 8, 9, 10 — аппараты в виде прямоугольных параллелепипедов; 5 — трехслойный цилиндрический аппарат; 6 — цилиндрический и кольцевой аппараты (здесь приведены схема расчета к. п. д. кольцевого аппарата от одного из линейных источников облучателя, где  $\Phi_0$  — угол, под которым виден аппарат из источника); 7 — двухсекционные кольцевые аппараты.



основании выражения (см. рисунок, поз. 6):

$$\eta = \frac{\omega}{\Phi_0} \int_0^{\Phi_0} \eta_i (\mu d_i; k_i; \mu b_i) \alpha_i (k_i; \mu b_i) d\varphi, \quad (1)$$

где  $\omega$  — доля излучения источника, падающая на аппарат (или относительный телесный угол);  $\mu d_i$ ;  $\mu b_i$  — толщина слоя и величина воздушного зазора между облучателем и аппаратом в  $i$ -м направлении (см. рисунок, поз. 6), выраженные в длинах свободного пробега;  $k_i = \mu H / \mu b_i + \mu \alpha_i$  ( $\mu H$  — полувысота облучателя в длинах свободного пробега;  $\alpha_i$  — поправка на воздушный зазор). Значения  $\omega$ ,  $\eta_i (\mu d_i; k_i; \mu b_i)$ ,  $\alpha_i (k_i; \mu b_i)$  были рассчитаны для широкого набора параметров облучателей и аппаратов.

Используя известное правило аддитивности и рассчитанные значения  $\eta_i$ ;  $\alpha_i$ ;  $\omega$ , можно найти к. п. д. любой установки, облучатель которой состоит из набора линейных источников, проводя численное интегрирование выражения (1).

Исследования и эксперименты выявили следующие закономерности уравнения (1), позволяющие упростить расчеты  $\eta_i$ :

$$\eta_i = \eta_1 \frac{\omega_1}{\omega_i}, \quad (2)$$

где  $\eta_1$  и  $\omega_1$  известны; индексы 1 и  $i$  соответствуют двум различным расстояниям (соответственно фиксированному и произвольному) облучателя от аппарата. Эту зависимость можно использовать для расчета  $\eta$  и в случае неравномерного распределения активности в облучателе.

Данный метод позволяет рассчитать поглощение излучения в источнике и конструкциях в каждом конкретном случае, а также производительность установки, когда радиационный выход зависит от мощности дозы [3].

В работе показано, что  $\eta$  для веществ от воды до железа изменяется на  $\pm 10\%$  при  $E_\gamma = 0,5-3,0 \text{ Мэв}$ , если размеры системы выражены в длинах свободного пробега.

## Одногрупповая методика расчета дозных полей от источников $\gamma$ -излучения со сложным спектром

Л. М. ДУНАЕВ, В. Е. ДРОЗДОВ, Н. И. ОРЛЕНКО

Одна из основных задач при расчетах радиационно-химических и радиационно-биологических установок — определение дозных полей  $\gamma$ -излучения [1, 2]. Мощность поглощенной дозы (м. п. д.)  $\gamma$ -излучения легко определяется по общеизвестным формулам работ [2, 3] для изотопов, испускающих  $\gamma$ -кванты с одной или двумя энергиями, например  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Co}^{60}$  и др.

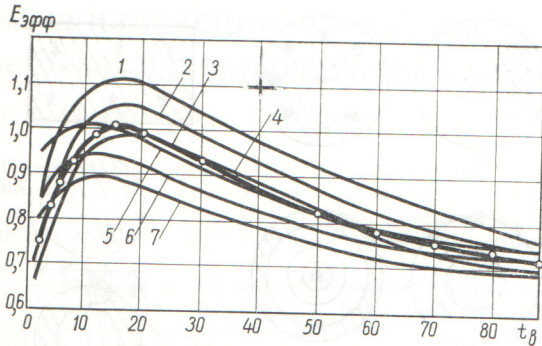
(№ 395/5482. Поступила в Редакцию 14/VII 1969 г. В окончательной редакции 8/1970 г. Полный текст 0,4 а. л., 10 рис., 7 библиографических ссылок.)

### ЛИТЕРАТУРА

1. В. Е. Дроздов и др. «Атомная энергия», 19, 367 (1965).
2. А. В. Бибергаль и др. Изотопные гамма-установки. М., Атомиздат, 1960.
3. А. Х. Брегер и др. Основы радиационно-химического аппаратостроения. М., Атомиздат, 1967.

УДК 539.166

Определение м. п. д. для изотопов, испускающих  $\gamma$ -кванты с большим числом разных энергий, представляет большую трудность [2, 3]. К таким изотопам относятся  $\text{In}^{116}$  один или в сочетании с изотопами,  $\text{Mn}^{56}$  и др., а также отработанные твэлы ядерных реакторов, содержащие большое число радиоактивных изотопов со сложным спектром [3, 4].



Значение эффективной энергии  $\gamma$ -излучения продуктов деления  $U^{235}$  для различных значений  $t_p$ ,  $t_v$  и облучаемых веществ:

1 -  $t_p = 150$  дней,  $d_{H_2O} = 60$  см;  $d_{Fe} = 3$  см; 2 -  $t_p = 150$  дней,  $d_{H_2O} = 5 - 30$  см,  $d_{Fe} = 0,1 - 1$  см; 3 - сред-

нее арифметическое значение  $\sum_{i=1}^6 E_{эфф} / 6$  кривых 1, 2, 4, 5, 6, 7; 4 -  $t_p = 150$  дней (в вакууме); 5 -  $t_p = 15$  дней,  $d_{H_2O} = 60$  см,  $d_{Fe} = 3$  см, 6 -  $t_p = 15$  дней,  $d_{H_2O} = 5 - 30$  см,  $d_{Fe} = 0,1 - 1$  см, 7 -  $t_p = 15$  дней (в вакууме).

При проведении радиационнохимических и радиационнобиологических процессов в блочных системах (в отличие от защиты) толщины облучаемых объектов обычно составляют  $\mu d = 1 \div 2$  длины свободного пробега [1-3]. Исследования и расчеты показали возможность и целесообразность создания одногрупповой мето-

дики, существенно упрощающей определение дозных полей  $\gamma$ -излучения от источников со сложным спектром. Получены значения эффективных энергий  $E_{эфф}$  для твэлов в зависимости от толщины облучаемого материала и значений  $t_p$  (время работы реактора) и  $t_v$  (время после остановки реактора). Кривая 3 рисунка, соответ-

ствующая  $E_{эфф} = \frac{\sum_{i=1}^6 E_{эфф}}{6}$ , удовлетворительно (с ошибкой не более 5-10%) описывается уравнением  $E_{эфф} = 0,652 t_B^{0,204} e^{-0,01 t_B}$  Мэв.

Показана возможность применения  $E_{эфф} = 1,25$  Мэв при определении м. п. д. от изотопов  $In^{116}$  и  $Mn^{56}$  для  $H_2O$  с толщами 0-60 см и железа с толщами 0-3 см. Получено хорошее согласование значений м. п. д., рассчитанных по одногрупповой, многогрупповой методикам, и экспериментальными данными.

(№ 396/5558. Поступила в Редакцию 12/IX 1969 г. Полный текст 0,55 а. л., 4 рис., 8 библиографических ссылок.)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. Х. Брегер и др. Основы радиационнохимического аппаратостроения. М., Атомиздат, 1967.
2. В. Е. Дроздов и др. «Атомная энергия», 19, 367 (1965).
3. Н. Г. Гусев. Защита от  $\gamma$ -излучения продуктов деления. М., Атомиздат, 1968.
4. Н. Г. Гусев и др. Гамма-излучение радиоактивных изотопов и продуктов деления. М., Физматгиз, 1958.

## Обобщение результатов расчетов альbedo $\gamma$ -излучения на основе принципов теории подобия

А. П. ОЧКУР, Г. А. ПШЕНИЧНЫЙ, О. С. МАРЕНКОВ

На основе использования принципов теории подобия рассмотрено обобщение некоторых результатов расчета методом Монте-Карло альbedo  $\gamma$ -квантов малых энергий (менее 300 кэв) для случая точечного изотропного источника, расположенного на поверхности полубесконечного отражателя. Методика статистического моделирования  $\gamma$ -переноса описана в работе [1].

В соответствии с принципами теории подобия и размерности [2] зависимость интегрального потока отраженного  $\gamma$ -излучения  $N$  от плотности среды  $\rho$ , полного массового коэффициента ослабления первичного  $\gamma$ -излучения  $\mu$  можно представить в виде

$$N = \frac{Q}{R^2} \Psi(\bar{\mu} \rho R), \quad (1)$$

где  $Q$  — мощность источника;  $R$  — расстояние от источника до точки наблюдения на поверхности отражателя. Вид функции  $\Psi$  в общем случае зависит от  $\bar{\mu}$ , т. е.

от энергии первичного  $\gamma$ -излучения  $\epsilon_0$  и атомного номера среды  $Z$ .

Величина  $\xi = \bar{\mu} \rho R$  является единственной независимой безразмерной комбинацией величин  $\bar{\mu}$ ,  $\rho$  и  $R$ . Если  $N$  выразить в относительных единицах  $N(\xi)/N(\xi=1)$ , то (1) можно свести к двум уравнениям, в которых величина  $f$  зависит только от параметра  $\xi$ :

$$f_{\mu, R}(\xi) = \frac{N(\xi)}{N(\xi=1)} \Big|_{\substack{\mu=\text{const} \\ R=\text{const}}} = \Psi(\xi); \quad (2)$$

$$f_{\mu, \rho}(\xi) = \frac{N(\xi)}{N(\xi=1)} \Big|_{\substack{\mu=\text{const} \\ \rho=\text{const}}} = \frac{1}{\xi^2} \Psi(\xi). \quad (3)$$

Пример построения функции  $f_{\mu, R}(\xi)$  по данным расчетов альbedo методом Монте-Карло приведен на рисунке А. Путем нормирования функций  $N(\rho)$  на соответствующие значения  $N(\xi=1)$  кривые 1-5