

# О пространственном распределении интенсивности ионизации вблизи радиоизотопных нейтрализаторов статического электричества

А. С. РОЗЕНГРАНЦ

УДК 621.317.7

Существуют методы расчета электрического поля и вольт-амперных зависимостей межэлектродных газонных промежутков, ионизованных облучением, что, в частности, важно для правильного использования радиоизотопных нейтрализаторов статического электричества. В числе данных, необходимых для такого расчета, надо иметь пространственное распределение  $N_i$  — числа ионизаций, совершаемых в единице объема за единицу времени. Предлагается в случае поверхностей, покрытых  $\alpha$ - и  $\beta$ -активными изотопами, применять способ расчета пространственного распределения  $N_i$ , учитывающий толщину активного слоя  $d_a$  и защитного покрытия  $d_{\Pi}$ , которые удобно представить в относительных единицах:

$$d_a^* = \frac{d_a}{l_{am}}; \quad (1)$$

$$d_{\Pi}^* = \frac{d_{\Pi}}{l_{\Pi m}}; \quad (2)$$

где  $l_{am}$  и  $l_{\Pi m}$  — полные пробеги рассматриваемой частицы в веществах активного слоя и защитного покрытия.

В случае  $\alpha$ -активных источников путь  $x'$ , оставшийся до конца пробега в воздухе частицы, образовавшейся в слое на глубине  $x_a = x_a^* l_{am}$ , равен

$$x' = \left(1 - \frac{x_a^* + d_{\Pi}^*}{\cos \alpha}\right) l_m - R, \quad (3)$$

где  $l_m$  — полный пробег частицы в воздухе;  $\alpha$  — угол между траекторией частицы и нормалью к поверхности активного слоя в точке вылета;  $R$  — расстояние от этой точки до точки, где определяется  $N_i$ . Величина  $x'$  используется как аргумент функции Брэгга  $F_B(x')$  и ее первообразной  $N_{\alpha}(x')$ :

$$N_{\alpha}(x') = \int_0^{x'} F_B(x') dx'. \quad (4)$$

Поскольку  $F_B(x') = 0$  для  $x' < 0$ , из выражения (3) следует, что частицы, у которых  $\alpha > \alpha_{гр} = \arccos \frac{d_{\Pi}^*}{1}$ , не вылетят из активного слоя.

Доказывается, что интенсивность ионизации в произвольной точке наблюдения равна

$$N_i = \frac{1}{4\pi l_m d_a^*} \int_{S_0} \frac{\tau \Delta N_{\alpha} \cos \alpha}{R^2} dS_0, \quad (5)$$

где

$$\Delta N_{\alpha} = \int_{x'_{\min}}^{x'_{\max}} F_B(x') dx' = N_{\alpha}(x'_{\max}) - N_{\alpha}(x'_{\min}); \quad (6)$$

$$x'_{\max} = \left(1 - \frac{d_{\Pi}^*}{\cos \alpha}\right) l_m - R; \quad (7)$$

$$x'_{\min} = \left(1 - \frac{d_a^* + d_{\Pi}^*}{\cos \alpha}\right) l_m - R; \quad (8)$$

$\tau$  — полная удельная поверхностная активность слоя (число распадов на единицу площади в единицу времени).

Приводятся результаты расчета пространственного распределения вблизи плоской поверхности активного слоя  $Pu^{238}$  для очень тонкого ( $d_a^* = 0,09$ ;  $d_{\Pi}^* = 0,01$ ) и весьма толстого ( $d_a^* = 0,5$ ;  $d_{\Pi}^* = 0,5$ ) слоев; для реального активного слоя, имеющего  $d_a^* = 0,3$ ,  $d_{\Pi}^* = 0,1$ , приведены расчетная и экспериментальная зависимости, которые хорошо совпадают.

Из полученных результатов видно, что толщина слоя существенно влияет на пространственное распределение  $N_i$ . Влияние внешнего загрязнения активной поверхности может быть учтено аналогичным методом.

В заключение методика обобщается для случая  $\beta$ -активных изотопов путем учета их энергетического спектра.

(№ 632/6739. Поступила в Редакцию 11/1 1972 г. Полный текст 0,65 а.л., 3 рис., 5 библиографических ссылок).

# Нейтронноактивационное определение содержания кислорода и фтора в образцах циркония и тантала

В. И. МЕЛВИТЬЕВ, В. В. ОВЕЧКИН, В. С. РУДЕНКО

УДК 543.53

Описан нейтронноактивационный метод раздельного определения содержания кислорода и фтора, присутствующих в анализируемых образцах на основе циркония и тантала. Образцы поочередно облучали нейтронами с энергией 14 Мэв и нейтронами изотопного  $Pu^{238}$ - $Be$ -источника ( $\bar{E}_n \approx 5$  Мэв), затем регистрировали

$\gamma$ -излучение с энергией  $\sim 6$  Мэв изотопа  $Ni^{16}$ , который образуется в реакциях  $O^{16}(n, p)$  и  $F^{19}(n, \alpha)$ .

При этом использовали генератор нейтронов с выходом  $\sim 5 \cdot 10^9$  нейтр.сек $^{-1}$ , изотопный источник с выходом  $1 \cdot 10^8$  нейтр.сек $^{-1}$  и сцинтилляционный гамма-спектрометр с кристаллом  $NaI(Tl)$  размером  $150 \times 150$  мм с колодцем. Результаты определения содер-

жания кислорода хорошо согласуются с результатами независимой методики.

Описанная методика и аппаратура обеспечивают порог чувствительности определения фтора 1 мг в режиме многократного облучения за 5 мин. Получена расчетная зависимость порога чувствительности определения содержания кислорода от содержания фтора

в анализируемой пробе. Для образца весом ~10 г метод позволяет измерять концентрации кислорода  $\geq 10^{-2}$  вес.% даже в тех случаях, когда отношение содержаний в нем F : O > 10.

(№ 641/6961. Поступила в Редакцию 12/VI 1972 г. Полный текст 0,4 а. л., 2 рис. 1 табл., 5 библиографических ссылок.)

## Экспериментальные исследования сборно-разборной бетонной биологической защиты

В. Б. ДУБРОВСКИЙ, В. Н. ИВАНОВ, И. Н. МАРТЕМЬЯНОВ

УДК 699.8

В работе исследуются защитные характеристики сборно-разборных бетонных конструкций из блоков, укладываемых «насухо» и выполненных с различной толщиной.

Экспериментальные исследования проводились в откатном коробе ниши реактора ИР-100 с помощью галогенного  $\beta$ -счетчика с экраном (в качестве детектора  $\gamma$ -излучения), а также пороговых индикаторов из алюминия, резонансных индикаторов из индия и сцинтилляционных детекторов РУСа-7, регистрирующих нейтроны. Блоки для сборных композиций приняты с соотношением сторон  $100 \times 200 \times 400$  мм, толщина исследуемых экранов 800, 1200 и 1600 мм.

Установлено, что форма и размеры плоских горизонтальных швов, определяющих защитную эффективность сборно-разборной конструкции, зависят от точности изготовления сборных блоков, которая ограничивается зоной линейных допусков. С целью определения влияния величины допусков на прохождение излучений через исследуемые композиции в экспериментах использовались блоки с заданными допусками на линейные размеры:  $\pm 2$ ,  $\pm 5$  и  $\pm 7$  мм. Для сравнения определялись защитные характеристики монолитного бетона в аналогичных условиях.

Получены зависимости ослабления плотности потоков нейтронов и мощности дозы  $\gamma$ -излучения по толщине защиты от величины допусков. Экспериментальные данные указывают на экспоненциальный характер ослабления нейтронов и  $\gamma$ -излучения мелкоблочной сборно-разборной защитой при толщинах больше пяти длин свободного пробега быстрых нейтронов (в монолитном бетоне).

Для сборно-разборных мелкоблочных конструкций экспериментально определен вклад нейтронов различных энергетических групп и  $\gamma$ -излучения в суммарную дозу за защитой. При большой анизотропии рассеяния высокоэнергетических нейтронов их перенос через ослабленные области защиты осуществляется с незначительной потерей энергии. С увеличением вероятности прострела излучений, что соответствует уменьшению допусков сборных блоков в сборно-разборной конструкции защиты, вклад высокоэнергетических нейтронов в суммарную мощность дозы возрастает.

Определено, что защитная эффективность сборно-разборных композиций по сравнению с монолитной улучшается при больших допусках сборных блоков в рассмотренном диапазоне. Это объясняется образованием ступеней в «сквозных» горизонтальных швах кладки (высота ступеней пропорциональна величинам допусков). При увеличении ступеней в шве наблюдалось уменьшение плотности потока нейтронов в  $\gamma$ -излучения за счет ослабления бетоном в месте сдвига.

Установлено, что технология изготовления блоков для сборно-разборных бетонных биологических защит должна соответствовать существующим нормам и техническим условиям на изготовление и приемку сборных бетонных и железобетонных элементов без особых требований относительно изготовления блоков в специальных опалубках и обработки их поверхности.

(№ 642/6925. Поступила в Редакцию 22/V 1972 г. Полный текст 0,7 а. л., 4 рис., 5 табл., 15 библиографических ссылок.)

## Прохождение излучений через швы в сборно-разборной бетонной защите

В. Б. ДУБРОВСКИЙ, В. Н. ИВАНОВ

УДК 699.8

В работе приведены результаты измерений потоков нейтронов и мощности дозы  $\gamma$ -излучения за защитой из сборных блоков на их внешней поверхности. Исследована зависимость поля излучения за защитой от длины шва при постоянных значениях высоты и ширины, а также от высоты ступени в плоском шве, образующейся при сдвиге смежных блоков в вертикальном

направлении. Полученные результаты сопоставляются с измерениями, проведенными в аналогичных условиях за монолитом из такого же бетона.

Рассмотрено 11 композиций монолитных и сборно-разборных защит, выполненных из обычного бетона ( $\rho = 2,3 \text{ т/м}^3$ ). В качестве источника нейтронов и  $\gamma$ -излучения использовалась активная зона реактора