

Рис. 2. Распределение концентрации RaA (1, 2, 3) и RaB (4, 5, 6) в зависимости от радиуса сферы R.

Для сферической геометрии уравнение диффузии свободных атомов RaA имеет вид

$$D \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left[ r^2 \frac{\partial}{\partial r} n_A(r) \right] - \lambda_A n_A(r) = -\lambda_{Rn} n_{Rn} \quad (8)$$

Его решение при граничных условиях  $n_A(R) = 0$ ,  $n_A(0) \neq 0$ :

$$\frac{n_A(r)}{n_A^0} = 1 - \frac{R}{\text{sh } R \sqrt{\lambda_A D^{-1}}} \cdot \frac{\text{sh } r \sqrt{\lambda_A D^{-1}}}{r} \quad (9)$$

На рис. 2 приведены распределения (9) для радиусов R, равных 10, 30, 50 см. Решая аналогичным образом уравнения для RaB, получаем:

$$\frac{n_B(r)}{n_B^0} = 1 - \frac{R}{r} \cdot \frac{\text{sh } r \sqrt{\lambda_A D^{-1}}}{\text{sh } R \sqrt{\lambda_A D^{-1}}} - \frac{R}{r} \cdot \frac{\lambda_B}{\lambda_A - \lambda_B} \times \frac{\text{sh } r \sqrt{\lambda_B D^{-1}}}{\text{sh } R \sqrt{\lambda_B D^{-1}}} + \frac{R}{r} \cdot \frac{\lambda_B}{\lambda_A - \lambda_B} \cdot \frac{\text{sh } r \sqrt{\lambda_A D^{-1}}}{\text{sh } R \sqrt{\lambda_A D^{-1}}}, \quad (10)$$

где  $n_B^0 = \frac{\lambda_A n_A^0}{\lambda_B}$ .

Это распределение для тех же радиусов также показано на рис. 2 (4, 5, 6).

Приведенные результаты могут оказаться полезными при учете влияния стенок в различных экспериментах с дочерними продуктами эманаций, а также с другими радиоактивными аэрозолями.

Поступило в Редакцию 23/VIII 1967 г.  
В окончательной редакции 26/XII 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Croft, K. Perry. AEE Winfrith Report, No. 5356 (1962).

О поведении атомов отдачи дочерних продуктов радона в воздухе

А. П. ЕРМИЛОВ, В. В. КЛИНОВ, В. Г. ЛАВУШКИН

УДК 543.52

Атомы отдачи, образующиеся при радиоактивном распаде изотопов, могут явиться причиной загрязнения датчиков измерительной аппаратуры.

В данной работе с помощью методов сцинтилляционной [1] и полупроводниковой [2]  $\alpha$ -спектрометрии измерена величина переноса атомов отдачи RaA (дочернего продукта радона) в воздухе в зависимости от расстояния до источника их возникновения.

Теоретическое и экспериментальное изучение указанной зависимости проводилось ранее в работах [3, 4] с использованием радиометрических методов.

Коэффициент переноса k атомов отдачи RaA в воздухе, равный отношению числа атомов, перенесенных на данное расстояние h от источника, к числу распавшихся атомов, определялся из соотношения

$$k(h) \Delta N_A(t) = N_B^{(C')} (T) + k(h) N_A^0 f_D(t), \quad (1)$$

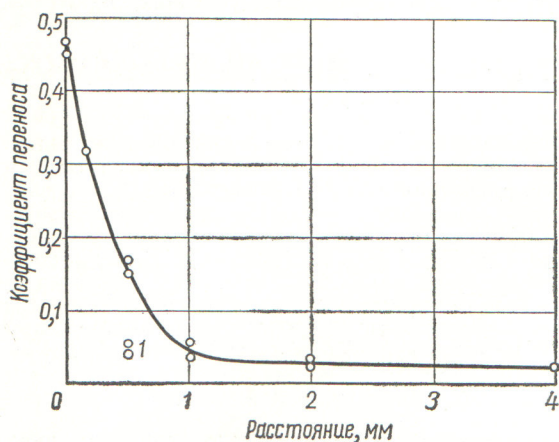
где  $\Delta N_A(t)$  — число атомов RaA, распавшихся за время t;  $N_B^{(C')} (T)$  — число атомов отдачи RaA (измеряемых по RaC'), перенесенных на расстояние h к моменту времени T;  $k(h) N_A^0 f_D(t)$  — число атомов отдачи RaA к моменту времени t, перенесенных на расстояние h от источника и распавшихся до начала измерений

( $N_A^0$  — число атомов RaA в источнике, имевшихся в начальный момент времени  $t = 0$ ,  $f_D(t)$  — соответствующая величина вероятности, рассчитываемая по формулам для последовательного распада [5]).

Из формулы (1) определяем

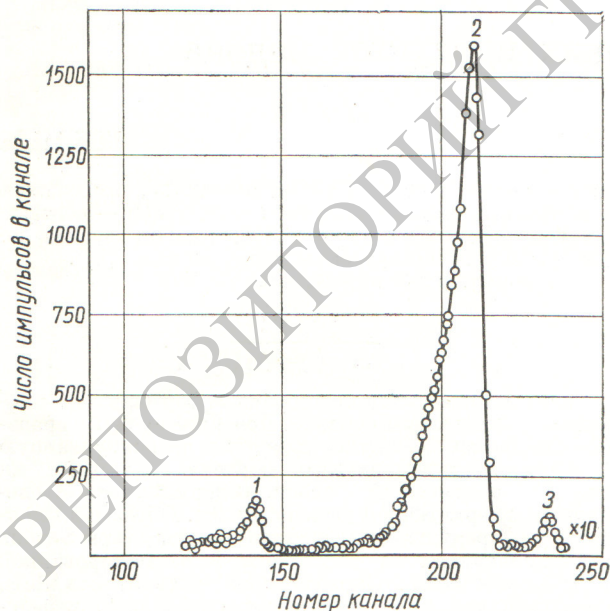
$$k(h) = \frac{N_B^{(C')} (T)}{\Delta N_A(t) - f_D(t) N_A^0}. \quad (2)$$

Измерение величин, входящих в формулу (2), проводилось следующим образом. Дочерние продукты радона осаждались вследствие диффузии на полированную поверхность алюминиевого образца, который был помещен в атмосферу радона, содержащегося в специальном герметичном устройстве [6]. Образец с осевшими продуктами извлекали из атмосферы радона и устанавливали на расстоянии h от полированной пластинки-мишени. Определенная часть атомов RaB, образующихся в результате  $\alpha$ -распада RaA, переносилась на мишень вследствие диффузии. Затем образец и мишень помещались на регистрирующие кристаллы двух одинаковых датчиков, состоящих из сцинтилляторов CsJ(Tl) толщиной 0,2 мм и спектрометрических фотоумножителей ФЭУ-13. Анализ импульсов осуществлялся при помощи анализатора АИ-256.



Р и с. 1. Коэффициент переноса атомов отдачи RaA в воздухе в зависимости от расстояния до источника их возникновения.

В течение трех минут снимался спектр  $\alpha$ -излучения образца, необходимый для расчета числа распавшихся атомов RaA, затем в течение 50 мин регистрировался спектр  $\alpha$ -излучения RaC' мишени.



Р и с. 2. Спектр  $\alpha$ -излучения дочерних продуктов радона, измеренный при помощи полупроводникового  $\alpha$ -спектрометра «Амур-1»:

1, 2 — пики соответственно RaA и RaC' образца; 3 — пик RaC', осажденного на поверхность детектора вследствие диффузии атомов отдачи RaB.

В наших экспериментах  $T_1 = 5$  мин — время, в течение которого мишень находилась перед образцом с осажденными на нем дочерними продуктами радона,  $T_2 = 6$  мин — время от момента извлечения образца из атмосферы радона до начала регистрации спектра,  $T_3 = 9$  мин — время окончания измерений спектра образца,  $T_4 = 10,5$  мин и  $T_5 = 60$  мин — время начала и окончания регистрации спектра мишени.

Для данных времен измерения формула (2) имеет вид

$$k(h) = \frac{(\lambda_B - \lambda_C)(e^{-\lambda_A T_2} - e^{-\lambda_A T_3}) \frac{N_{C'}(T_4, T_5)}{N_A(T_2, T_3)}}{[\lambda_B(e^{-\lambda_C T_4} - e^{-\lambda_C T_5}) - \lambda_C(e^{-\lambda_B T_4} - e^{-\lambda_B T_5})] \times (1 - e^{-\lambda_A T_1} - f_D(T_4))} \quad (3)$$

или

$$k(h) = 0,39 \frac{N_{C'}(T_4, T_5)}{N_A(T_2, T_3)} \quad (4)$$

Результаты измерений коэффициента переноса атомов отдачи RaA в воздухе для расстояний от 0 до 4 мм приведены на рис. 1.

Аналогичные данные можно получить, используя полупроводниковый  $\alpha$ -спектрометр. На рис. 2 приведен спектр  $\alpha$ -излучения, зарегистрированный при помощи спектрометра «Амур-1». Пики 1 и 2 соответствуют RaA и RaC' образца, пик 3 — RaC', образующемуся из атомов RaB, соскочивших с образца при  $\alpha$ -распаде RaA и перенесенных на поверхность детектора вследствие диффузии. Смещение пика 2 относительно пика 3 обусловлено потерей энергии  $\alpha$ -частиц при прохождении слоя воздуха толщиной  $h$  между образцом и детектором. Пик 1 позволяет рассчитать число распавшихся атомов RaA, пик 3 — число соскочивших атомов RaB, перенесенных на расстояние  $h$ .

Представляет интерес исследование соскока атомов отдачи с поверхностей с различной степенью обработки, а также с поверхностей фильтров разных типов. На рис. 1 точки 1 соответствуют величине коэффициента переноса атомов RaB, соскочивших с поверхности спектрометрического фильтра ЛФС-1 при распаде RaA, в воздухе на расстоянии  $h = 1$  мм. Величина  $k$  значительно меньше для фильтра, чем для полированной поверхности, что объясняется структурой поверхности фильтра.

Поступило в Редакцию 23/VIII 1967 г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Л а б у ш к и н, Л. С. Р у з е р. «Атомная энергия», 19, 24 (1965).
2. Е. А. В о л к о в а и др. «Приборы и техника эксперимента», № 4 (1966).
3. P. L a n g e v i n. J. Phys. et Radium, 5, 57 (1934).
4. С. С h a m i e. Ibid., p. 54.
5. В. И. Г о л ь д а н с к и й, А. В. К у ц е н к о, М. И. П о д г о р е ц к и й. Статистика отсчетов при регистрации ядерных частиц. М., Физматгиз, 1959.
6. В. И. А л ь у л и др. Труды институтов Комитета стандартов. Вып. 86 (146), 1966.