

же условие по другую сторону границы позволяет, как и в простейшем случае $k = 2$, определить степень изменения потока изотопной смеси на этой границе. Очевидно, расчетная задача может быть представлена в виде цепочки последовательно связанных решений системы алгебраических уравнений. После выполнения условий материального баланса при помощи любого из уравнений (1) можно найти длины секций.

Выражаю благодарность Р. Я. Кучерову за обсуждение результатов работы.

Поступило в Редакцию 1/X 1966 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Р. Я. Кучеров, В. П. Миненко. «Атомная энергия», 19, 360 (1965).

Определение торона и актинона абсолютным методом с помощью α -сцинтилляционной камеры

В. Л. Пашкин, М. И. Пруткин

Содержание ThX и AcX в растворах определяется по α -активности соответственно торона или актинона, извлекаемых струей воздуха, проходящей через раствор в измерительную камеру [1]. Поскольку при этом извлекается только часть торона или актинона, измерения проводят относительным методом путем сравнения исследуемого раствора с эталонным, помещенным в такие же условия.

Применение импульсных сцинтилляционных камер вместо ионизационных позволяет перейти к абсолютным измерениям короткоживущих эманаций — торона и актинона в проходящей струе воздуха. Количества торона (в граммах равновесного тория) или актинона (в граммах равновесного актиния), выделяющихся из пробы, в расчете на 1 г веса пробы определяются по формулам

$$q_{\text{An}} = \frac{N}{2 \cdot 2,68 \cdot 10^{12} PKW}; \quad (1)$$

$$q_{\text{Th}} = \frac{N}{2 \cdot 4,1 \cdot 10^3 PKW}, \quad (2)$$

где N — скорость счета импульсов, имп/сек; P — часть эманации, распадающаяся в камере; K — коэффициент использования α -излучения в камере; W — вес пробы, г.

Коэффициенты $2,68 \cdot 10^{12}$ и $4,1 \cdot 10^3$ соответствуют числу распадов в 1 сек от 1 г актиния и тория*, коэффициент 2 учитывает регистрацию α -излучения в одном случае актинона и AcA, в другом — торона и ThA.

Величина коэффициента P определяется по известной формуле

$$P = e^{-\lambda \frac{v_1}{\omega}} - e^{-\lambda \frac{v_1 + v_2}{\omega}}, \quad (3)$$

где v_1 — объем установки от пробы до измерительной камеры; v_2 — объем измерительной камеры; ω — объемная скорость струи воздуха; λ — постоянная распада эманации.

Проверка этой формулы путем измерений эманации, выделяющейся из сухого источника, при разных скоростях струи воздуха показывает, что коэффициент P определяется с достаточной точностью, если правильно учтены объемы v_1 и v_2 .

Коэффициент использования α -излучения в камере K определяется путем эталонирования установки жид-

* Количество актиния в равновесной пробе можно рассчитать из следующего соотношения: на 1 г урана приходится $2,12 \cdot 10^{-10}$ г актиния или на 1 г радия приходится $6,22 \cdot 10^{-4}$ г актиния.

ким радиевым эталоном [1], однако величина K для радона с продуктами распада, торона с ThA и актинона с AcA может быть различной из-за несовпадения длин пробегов α -частиц. Наибольшие расхождения могут быть при этом между коэффициентами использования α -излучения радона и актинона.

Коэффициент использования α -излучения актинона и AcA можно определить при измерениях методом задержанных совпадений [2]. Сущность метода заключается в том, что паряду с общим α -излучением регистрируются совпадающие в пределах заданного интервала времени импульсы от α -частиц актинона и AcA ($T_{1/2} = 4,83 \cdot 10^{-3}$ сек). За время ~ 11 мсек распадаются все атомы AcA, образовавшиеся при распаде актинона. При использовании быстродействующих схем по каналу общего счета регистрируется суммарное число импульсов от распадов актинона и AcA. При использовании медленно действующих схем импульсы от пары An — AcA регистрируются как один импульс.

Кроме импульсов от пар An — AcA схема совпадений регистрирует также некоторое число случайных совпадений, количество которых зависит от скорости случайно распределенных импульсов по каналу общего счета. Скорость счета случайных совпадений n' можно рассчитать по формуле

$$n' = \frac{(N - n_0)^2 \tau_2}{1 - \tau_2 (N - n_0)}, \quad (4)$$

где N — скорость счета по каналу общего счета; n_0 — общая скорость счета совпадений; τ_2 — время задержки схемы совпадений.

Для вычисления совпадений от пар An — AcA определенная по формуле (4) величина n' должна вычитаться из зарегистрированной скорости счета совпадений.

В соответствии с теорией регистрации задержанных совпадений величина K определяется по формуле

$$K = \frac{2n}{N(1 - e^{-\lambda_2 \tau_2})}, \quad (5)$$

где n — число совпадений от пар An — AcA; λ_2 — постоянная распада AcA.

При выводе формулы (5) принято, что значения K для актинона и AcA одинаковы, так как длины пробега их α -частиц отличаются мало (5,69 и 6,46 см).

Экспериментальные данные по определению K для An + AcA методом задержанных совпадений (объем камеры 700 мм, $\tau_2 = 2,4 \cdot 10^{-3}$ сек) приведены в таблице. Как видно из таблицы, среднее значение K составляет 65%. Величина K для радия и продуктов его распада для той же камеры равна 60%.

Значения K для $\text{An} + \text{AcA}$

Общая скорость счета, имп/мин	Общая скорость счета совпадений, имп/мин	Скорость случайных совпадений, имп/мин	Скорость истинных совпадений, имп/мин	$K, \%$
714	146	13	133	62
1100	252	30	222	67
1240	285	38	247	66
1314	299	43	256	65
2203	552	115	437	66
2300	564	130	434	63

Для камеры объемом 2 л с внутренней поверхностью, полностью покрытой сцинтиллятором (стекло, направленное к ФЭУ, покрыто полуупрозрачным слоем ZnS), величина эффективности регистрации α -излучения для радона (при продувании гелием) получена равной 87%, а для An — AcA по измерениям со схемой

задержанных совпадений она составляет 84% [2]. Коэффициент K для Th — ThA должен иметь промежуточное значение, так как пробег α -частиц торона меньше, чем актиона, и больше, чем радона.

Следовательно, значения K для всех трех эманаций с их продуктами распада можно принимать равными. Это дает основания для определения величины K путем эталонирования установки жидким радиевым эталоном.

Таким образом, торон и актион можно определять без использования актиниевых и ториевых эталонов. Этот метод может быть назван абсолютным в отличие от относительного метода, основанного на сравнении пробы и эталона. Следует отметить, что для правильного определения эманации сухих проб необходимо извлечение из пробы всей свободной эманации.

Поступило в Редакцию 24/VI 1966 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Л. Шашкин. Методы анализа естественных радиоактивных элементов. М., Госатомиздат, 1961.
2. C. Giffin et al. J. Geof. Res., 68, 1749 (1963).

Экспериментальная γ -установка ЭКУ-50 Института эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалея*

М. А. ТУМАНЯН, В. Г. ХРУЩЕВ, И. Ф. НОВИЦКИЙ, В. С. ГРАММАТИКАТИ,
Н. М. ЕЛМАНОВ, В. В. ЗАТУЛОВСКИЙ, Е. С. СТРАШНЕНКО

УДК 621.039.55+621.039.83

В Институте эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалея создана и передана в эксплуатацию мощная гамма-установка с кобальтовым источником общей активностью 45 кг-экв Ra. В установке ЭКУ-50 в отличие от ЭГО-2 [1] предусмотрены не одна, а две камеры для облучаемых объектов различных размеров, каждая из которых имеет свой комплект препаратов Co⁶⁰ и снабжена самостоятельным приводом для включения и выключения источников. Большая камера диаметром 510 и длиной 1200 мм предназначается для облучения животных, и поскольку в этих исследованиях используются невысокие дозы (100—2000 рад), общая активность комплекта препаратов относительно небольшая — 5000 г-экв Ra, мощность дозы 350 р/мин. Для микробиологических объектов требуются дозы 50—5000 крад, и поэтому меньшая камера диаметром 260 и длиной 600 мм снабжена комплектом препаратов общей активностью 40 000 г-экв Ra, мощность дозы 10 000 р/мин.

Схема конструкции установки показана на рисунке. Установка состоит из двух бассейнов, заполненных водой. Размеры малого бассейна 1500 × 1350 × 3000 мм; он предназначен для вспомогательных операций: приема препаратов, сборки из них линейных источников, хранения источников во время ремонтных работ. В бассейне имеется хранилище для источников и шлюзовой затвор для передачи источников из вспомогательного бассейна в рабочий.

Размеры большого (рабочего) бассейна 1500 × 4500 × 3700 мм. В его передней стенке герметично вмонтированы две камеры для облучения объектов;

на бортах установлены две трубы, которые служат направляющими для кареток, несущих источники излучения. Источники излучения собраны в устройства, напоминающие «бельевые колеса», размеры которых позволяют надвигать источники с минимальным зазором (20—30 мм) на камеры для облучения. Они жестко связаны с кареткой однотипными конструкциями из труб. Каретки с бельевыми колесами передвигаются самостоятельными электромеханическими приводами.

Технологическая схема работы на установке следующая. Объекты загружаются в камеры для облучения со стороны передней стенки рабочего бассейна. В этот момент защитная дверь, перекрывающая люки камер, открыта, а источники излучения находятся в удаленном от камер конце бассейна [крайнее правое положение (см. рисунок)]. При этом защита персонала, проводящего загрузку, обеспечивается слоем воды толщиной 2500 мм, заполняющей промежуток между камерами и источниками. После загрузки объектов персонал переходит в комнату, где установлен пульт.

Источники излучения могут переводиться в рабочее положение только поочередно. При облучении микробиологических объектов работает малая камера, а при облучении экспериментальных животных — большая камера. Предусмотрена возможность помещения всего комплекта препаратов в бельевые колеса. В этом случае можно облучать объекты объемом до 70 л.

Установка снабжена блокирующими и сигнализирующими устройствами, двумя реле времени, с помощью которых автоматически включаются системы перемещения источника.

Радиоактивные препараты загружаются обычным способом. С помощью автокрана транспортные контейнеры типа КИ-8400 снимали с автомашин и ставили на устройство, которое позволяло перемещать их и уста-

* Проект установки разработан Гипроздравом Министерства здравоохранения СССР при консультации Института биофизики Министерства здравоохранения СССР.