

## Лабораторная работа 5. РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫДЕЛЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

**Краткие теоретические сведения.** В радиохимическом анализе определение активности стронция-90 проводится путем радиометрирования его дочернего продукта распада – иттрия-90 после выделения его из раствора, нанесения на подложку из алюминия и высушивания.

При измерении активности препарата только часть ионизирующих частиц от радиоактивного источника попадает в рабочий объем газоразрядного счетчика. Причина этого заключается в том, что частицы разлетаются от источника во все стороны с равной вероятностью и поэтому в направлении счетчика движется только часть из них. При этом не все эти частицы попадут в рабочий объем счетчика, т.к. часть их поглотится слоем воздуха между счетчиком и источником и корпусом счетчика. Следовательно, при использовании газоразрядных счетчиков в радиометрах типа КРВП-3Б измеряемой величиной является скорость счета  $N$ , выражаемая числом импульсов в единицу времени, которая связана с активностью ( $A$ ) следующей зависимостью:

$$A = N \cdot K,$$

где  $K$  - коэффициент перехода к абсолютной активности, учитывающий эффективность регистрации аппаратуры и самопоглощение излучения в слое образца.

Определение активности выделенного препарата проводится относительным методом, т.е. сравнением скорости счета от полученного препарата и контрольного источника, активность которого известна. Измерения скоростей счета обоих источников должны производиться при одинаковых условиях: источники должны содержать один и тот же изотоп, иметь одинаковые размеры и поверхностную плотность, помещаться на одинаковые подложки и измеряться на одном и том же расстоянии от счетчика и одним и тем же счетчиком. В этом случае значение коэффициента ( $K$ ) перехода от скорости счета к абсолютной активности, полученное при радиометрировании контрольного источника с известной активностью, можно использовать при расчете активности препарата.

Для определения коэффициента перехода ( $K$ ) используются контрольные источники Sr-90+Y-90 (контрольные источники из иттрия-90 не изготавливают, т.к. у него малый период полураспада). Радионуклиды Sr-90 и Y-90 в этом источнике находятся в состоянии радиоактивного равновесия, т.е. активность Sr-90 равна активности Y-90.

Для того чтобы газоразрядный счетчик регистрировал только излучение Y-90, между контрольным источником (Sr-90+Y-90) и счетчиком помещают поглотитель (пластинки из алюминия), который полностью поглощает  $\beta$ -частицы, испускаемые стронцием-90 и только частично Y-90.

Как известно, слоем половинного ослабления бета-излучения ( $d_{1/2}$ ) называют слой поглотителя, снижающего вдвое начальное количество частиц. Толщина поглотителя  $d_{1/2}$  в г/см<sup>2</sup> связана с толщиной поглотителя  $l$  в см соотношением:  $d_{1/2} = l \cdot \rho$ , где  $\rho$  – плотность вещества, г/см<sup>3</sup>. Пластина из алюминия, толщина которой соответствует слою половинного ослабления бета-излучения иттрия-90, снижает вдвое количество частиц, попадающих в счетчик в сравнении с начальным количеством частиц, и полностью поглощает бета-излучение стронция-90. Это связано с различием в максимальной энергии бета-частиц этих изотопов. Максимальная энергия бета частиц у стронция-90 составляет 0,535 МэВ, иттрия-90 – 2,26 МэВ, т.е. более чем в 4 раза больше. Для определения слоя половинного ослабления бета-излучения ( $d_{1/2}$ ) пользуются справочными данными, где приведены значения  $d_{1/2}$  в алюминии в зависимости от максимальной энергии бета-спектра (табл.8.1)

### Выполнение работы:

1. Включите и прогрейте радиометр КРВП-3Б, проверьте его исправность;
2. Измерьте количество фоновых импульсов за время  $t = 600$  сек. Определите скорость счета фона прибора ( $N_{\phi}$ ) в имп/сек;

3. Рассчитайте толщину алюминиевых пластинок, соответствующую слою половинного поглощения бета-излучения иттрия-90;

4. Установите контрольный источник на нижнюю позицию держателя в детекторный блок, над ним поместите алюминиевые пластинки, толщина которых соответствует слою половинного поглощения излучения от иттрия. Измерьте количество импульсов за 600 сек, рассчитайте скорость счета ( $N_1$ ) в имп/сек;

5. Рассчитайте «чистую» скорость счета от контрольного источника по формуле:  $N = N_1 - N_{\phi}$ ;

Т а б л и ц а 8.1 Значения  $d_{1/2}$  в алюминии в зависимости от максимальной энергии бета-спектра

Максимальная энергия бета-частиц МэВ	$d_{1/2}$ , мг/см <sup>2</sup>
1	2
0,01	0,1
0,02	0,3
0,05	0,8
0,10	1,8
0,20	3,9
0,30	7,0
0,40	11,7
0,50	17,5
0,60	24,0
0,70	30,0
0,80	37,0
0,90	45,0
1,00	53,0
1,25	74,0
1,50	97,0
1,75	119,0
2,00	140,0
2,50	173,0

6. Рассчитайте коэффициент ( $K$ ) перевода скорости счета в имп/сек в активность источника в Бк. Паспортная активность контрольного источника указывается преподавателем, ее необходимо пересчитать на дату проведения измерения;

7. Установите подложку с осадком на нижнюю позицию держателя в детекторный блок (алюминиевые пластинки сверху не устанавливать). Измерьте количество импульсов за 600 сек, рассчитайте скорость счета ( $N_2$ ) в имп/сек. Аналогично радиометрируйте вторую пробу. Найдите среднее значение  $N_{ср.}$ ;

8. Рассчитайте «чистую» скорость счета от выделенного осадка источника по формуле:  $N_{ос.} = N_{ср.} - N_{\phi}$ .

**Пример расчета.** Рассчитать коэффициент ( $K$ ) перехода от скорости счета в имп/сек к активности в расп/сек (Бк), если при радиометрировании образцового источника Sr-90+Y-90 21 марта 2008 года с помещенными между ним и счетчиком алюминиевыми пластинками, толщина которых соответствовала слою половинного поглощения излучения Y-90, за 600 секунд было зарегистрировано 1628 импульсов, а при определении скорости счета фона радиометра КРВП-3Б за 600 секунд зарегистрировано 555 импульсов. Исходная активность образцового источника составляла 20 Бк на 21 марта 1997 года. Период полураспада ( $T_{1/2}$ ) Sr-90 составляет 29,1 лет, время распада – 11 лет (2008-1997), тогда активность образцового источника на время измерения рассчитывается по формуле:

$$A_t = A_0 \cdot e^{-\frac{0,693t}{T}} = 20 \cdot e^{-\frac{0,69311}{29,1}} = 15,3 \text{ Бк.}$$

Скорость счета фона прибора в примере составила 0,93 имп/сек (555:600), образцового источника – 2,71 имп/сек (1628:600), без фона – 1,78 имп/сек (2,71-0,93). Активность источника закрытого слоем алюминия ( $d_{1/2}$  для Y-90) снижается в 4 раза (полностью поглощается излучение от стронция-90 и половина излучения иттрия-90) и составляет 3,8 Бк (15,3:4). При 100% регистрации детектором  $\beta$ -частиц от иттрия-90 активность источника (Грасп/сек =1Бк) соответствует его скорости счета (имп/сек). Однако счетчиком регистрируется только часть излучений образующихся при распаде ядер иттрия-90 в источнике и фактическая скорость счета в примере, оказалась равной не 3,8 имп/сек, а 1,78 имп/сек, т. е. в расчете на 1 зарегистрированный импульс за 1 секунду приходится 2,1 Бк (3,8:1,78). Таким образом, значение коэффициента перехода (K) в примере расчета оказалось равным 2,13 Бк/имп/сек.