

Двухканальная схема синхронной регистрации осколков деления ядер эталона и анализируемого образца

Е. М. ЛОБАНОВ, П. И. ЧАЛОВ, У. МАМЫРОВ

УДК 539.16.08:539.173

Способность ядер некоторых изотопов делиться на осколки при облучении нейтронами позволяет применять для их определения методы активационного анализа. В работах [1—3] при определении изотопного отношения U^{235}/U^{238} по осколкам деления поочередно измерялась скорость образования осколков деления при облучении нейтронами эталона и анализируемого образца. Однако если в качестве источника нейтронов используется ядерный реактор [3], то на точность подобных измерений могут влиять: а) медленные по сравнению с экспозицией измерений флуктуации плотности нейтронного потока, б) медленные в том же смысле изменения энергетического спектра нейтронов. В связи с этим в настоящей работе предлагается проводить синхронные измерения скорости образования осколков деления ядер эталона и исследуемого образца на нейтронном пучке, интенсивность и энергетический спектр которого могут меняться во времени.

Измеряемый образец и эталон помещаются в импульсную ионизационную камеру, выполненную из плексигласа и заполненную аргоном под давлением 1 атм. Камера имеет высоковольтный электрод, служащий одновременно держателем образца и эталона, и два собирающих электрода. Импульсы напряжения, возникающие на собирающих электродах, усиливаются предусилителями и основными усилителями, а затем поступают на дискриминаторы. Дискриминаторы отсекают импульсы, вызванные другими видами радиоактивного излучения, которые существенно меньше по амплитуде и пропускают лишь импульсы от осколков деления. Последние в дальнейшем регистрируются пересчетными схемами.

Таким образом, схема синхронной регистрации осколков деления ядер эталона и образца состоит из двух идентичных каналов регистрации, которые используются для счета осколков деления [1—3]. Два чув-

Результаты определения кадмиевых отношений для урановых эталонов одного и того же изотопного состава

Но- мер изме- рения	Измерение кадмиевого отношения по первому каналу				Измерение кадмиевого отношения по второму каналу				Относительная величина K_2 при $K_1=1$		
	Эта- лоны	Величи- на кад- миевого отноше- ния K_1	Ошибка измере- ния за счет ста- тистики отсчетов	Фактиче- ское от- клонение величи- ны K_1 от среднего значения	Эта- лоны	Величи- на кад- миевого отноше- ния K_2	Ошибка измере- ния за счет ста- тистики отсчетов	Фактиче- ское откло- нение вели- чины K_2 от среднего значения	K_2/K_1	Ошибка оп- ределения величины K_2/K_1 за счет статистики отсчетов	Фактическое отклонение величины K_2/K_1 от среднего для деяти из- мерений
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	A-5	9,340	0,031	0,177	A-4	9,487	0,028	0,146	1,016	0,006	0,004
2	A-5	9,641	0,028	0,124	A-3	9,726	0,024	0,093	1,009	0,005	0,003
3	A-3	9,546	0,036	0,029	A-7	9,584	0,038	0,049	1,004	0,009	0,008
4	A-7	9,619	0,030	0,102	A-8	9,689	0,029	0,056	1,007	0,006	0,005
5	A-6	9,545	0,027	0,028	A-9	9,721	0,028	0,088	1,018	0,006	0,006
6	A-4	9,495	0,031	0,022	A-6	9,649	0,036	0,016	1,016	0,006	0,004
7	A-8	9,587	0,034	0,070	A-1	9,689	0,035	0,056	1,011	0,006	0,001
8	A-11	9,482	0,036	0,035	Э-10	9,555	0,054	0,078	1,008	0,010	0,004
9	A-10	9,402	0,035	0,115	Э-2	9,594	0,055	0,039	1,020	0,010	0,008
Среднее		9,517	0,032	0,078		9,633	0,036	0,069	1,012	0,007	0,005

Примечание. Эталоны A_i —уран, нанесенный путем выпаривания раствора на алюминий толщиной 1 мм; эта-
лоны $Э_j$ —уран, полученный электроосаждением на нержавеющую сталь толщиной 1 мм.

гивительных объема, где осколки ядер эталона и образцов производят ионизацию газа, совмещены в одной камере. Одновременные измерения скорости образования осколков деления для эталона и образца позволяют исключить влияние вариаций интенсивности и энергетического спектра пучка нейтронов на результаты измерений и получить точность, которая определяется лишь статистикой отсчетов актов деления.

Для иллюстрации этих заключений в таблице приведены результаты определения кадмиевых отношений для 18 урановых эталонов одного и того же изотопного состава, нанесенных тонким слоем на подложки из алюминия и нержавеющей стали. При этих измерениях в качестве источника нейтронов использовался горизонтальный канал ядерного реактора ВВР-С с плотностью потока нейтронов $1,75 \cdot 10^8$ нейтр/см²·сек.

Результаты девяти определений кадмиевого отношения для одного и того же препарата по первому каналу регистрации (см. колонку 3 таблицы) показывают, что при средней погрешности определения этой величины в соответствии со статистикой отсчетов, равной ~0,3% (колонка 4), фактическое отклонение результатов отдельных измерений от среднего значения для девяти измерений достигает 1,8% и составляет в среднем ~0,8%. Та же картина наблюдается и при определении кадмиевого отношения K_2 по второму каналу регистрации (колонки 7—9). Это приводит к заключению, что на результаты измерений влияют неконтролируемые факторы. Если один из каналов использовать в качестве реперного, позволяющего учесть факторы, которые влияют на результаты измерений, то можно надеяться, что они будут получены с точностью, определяемой лишь статистикой отсчетов. В самом деле, величина K_2 по отношению к K_1 (если первый канал считать реперным), т. е. отношение K_2/K_1 (колонка 10), во всех девяти случаях отклоняется от среднего значения (колонка 12) не более чем на величину погрешностей определения, вычисленных в соответствии со статистикой отсчетов актов деления.

Таким образом, можно полагать, что введение второго канала регистрации в качестве эталонного позволяет исключить влияние вариаций нейтронного потока на результаты измерений относительного содержания изотопов по осколкам деления.

Следует отметить, что величина K_2/K_1 несколько отличается от единицы. Если подсчитать средневзвешенное значение этой величины по девяти измерений различной точности и среднеквадратичную ошибку ее определения, то получим $1,011 \pm 0,002$. Поменяв местами каналы регистрации, определили, что эта величина составляет $0,984 \pm 0,006$ и совпадает с величиной K_1/K_2 , равной $0,988 \pm 0,002$. Из этого следует, что каналы регистрации осколков деления неидентичны. Однако при измерениях эта неидентичность может быть учтена с большой точностью или устранена путем подбора параметров регистрирующей аппаратуры.

Таким образом, на основании результатов настоящей работы можно сделать вывод, что при определении содержания изотопов по осколкам деления ядер на нейтронных пучках, интенсивность и энергетический спектр которых меняется во времени, схема двухканальной регистрации осколков позволяет исключить влияние указанных вариаций на результаты измерений и получить точность, ограниченную лишь статистикой отсчетов актов деления. Помимо указанных достоинств схема при заданной точности позволяет сократить вдвое время измерений.

Авторы глубоко благодарны сотрудникам кафедры радиоактивных излучений Казахского государственного университета В. А. Исабаеву и А. Абиляеву за предоставление импульсной камеры для экспериментов, а также руководству Института ядерной физики Академии наук УзССР за предоставление возможности провести работу на реакторе указанного института.

Поступило в Редакцию 22/II 1966 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Ш м о н и н и др. «Бюллетень Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций», вып. 1, 64 (1955).
2. В. В. Ч е р д ы н ц е в и др. «Геохимия», вып. 4, 37 (1960).
3. К. А. П е т р ж а к, И. М. С е м е н ь ш к и н, М. А. Б а к. «Геохимия», вып. 2, 27 (1956).

Поглощение энергии γ -излучения точечного мононаправленного источника γ -квантов в плоской геометрии

Ф. А. МАХЛИС, Л. А. СУГАК, Е. А. ПЛАНДИН, И. К. ШМЫРЕВ

УДК 539.122:539.121.73

Известно [1], что с помощью данных о поглощении энергии точечных мононаправленных источников γ -излучения можно получить подробную информацию о поле поглощенных доз источников произвольной формы и размера с произвольным угловым распределением γ -излучения.

Нами с помощью метода Монте-Карло изучалось поглощение γ -излучения точечного мононаправленного источника Co^{60} , расположенного на поверхности плоскопараллельной водоеквивалентной пластины бесконечной протяженности и конечной толщины. При помощи полученных результатов оценена точность расчета с использованием факторов накопления погло-

щенной энергии и так называемого гамма-метода [2]. Расчет выполнялся на ЭВМ «Минск-1» по ранее разработанной методике [2]. Рассчитано свыше 5000 историй γ -квантов. Суммировалась энергия, поглощенная в кольцевых коаксиальных слоях с шагом по радиусу ΔR , равным 3 и 5 см. По толщине пластина разбивалась на плоские слои с шагом ΔH , также равным 3 и 5 см. Расчет проводился для различных углов падения γ -квантов θ от 0 до 75° (θ — угол между направлением движения γ -кванта и нормалью к объекту) (рис. 1).

Гистограммы распределения поглощенной энергии $\Delta W_{\theta 0}$ в плоских слоях ΔH для углов падения γ -квантов 0; 45; 60 и 75° приведены на рис. 2. Там же