

п.2855
1/9 102/86



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1644612

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее свидетельство на изобретение:

"Способ определения содержания нуклидов и устройство для его осуществления"

Заявитель: ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ.Г.В.ПЛЕХАНОВА

Автор (авторы): Субботин Владимир Николаевич и Грачев Борис Дмитриевич

Заявка № 4643194 Приоритет изобретения 24 октября 1988г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Союза ССР

22 декабря 1990г.

Председатель Комитета

Начальник отдела

Ю. В. Селев
Земель



Взг 1299
27.6.91



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4643194/25

(22) 24.10.88

(71) Ленинградский горный институт
им. Г.В. Плеханова

(72) В.Н. Субботин и Б.Д. Грачев

(53) 539.3 (088.8)

(56) Патент США № 3801816,

кл. G 01 V 5/00, 1977.

Саидмуратов Т.С., Кист А.А., Хатамов
Ш.Х. Активационный анализ на базе кали-
форниевого источника. // В сб.: Исследова-
ния по ядерной физике и физике
элементарных частиц. - Самарканд, 1982.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖА-
НИЯ НУКЛИДОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к измеритель-
ной технике, в частности к способам нейт-
ронно-активационного анализа, и может
быть использовано для определения содер-
жания нуклидов, образующих при взаимо-
действии с быстрыми нейтронами
радионуклиды с периодами полураспада
 $10^{-8} - 10^{-6}$ с. Целью изобретения является
повышение экспрессности определения со-
держания нуклидов и расширение диапазо-
на определяемых нуклидов. Пробу
исследуемого материала облучают нейтро-

2

нами источника из калифорния-252 и через
 $(5-10) \cdot 10^{-9}$ с после акта деления в нейтрон-
ном источнике измеряют гамма-излучение
образующихся радионуклидов, по интен-
сивности которого судят о содержании в
пробе анализируемых элементов. Для опре-
деления момента акта деления в источнике
регистрируют мгновенные продукты деле-
ния калифорния-252. Длительность регист-
рации гамма-излучения образовавшихся
радионуклидов, имеющих период полурас-
пада $10^{-8} - 10^{-6}$ с, соизмерима с периодом
полураспада этих радионуклидов. Нуклид
можно определять, регистрируя гамма-
кванты радионуклидов с энергией более
0,2 МэВ. Способ выполняется с помощью
устройства, содержащего источник нейтро-
нов из калифорния-252, кювету с пробой,
детектора гамма-квантов, усилители-фор-
мирователи и анализатор импульсов. Кали-
форний-252 размещен на электроде камеры
деления, вокруг которой расположена кюве-
та с пробой, окруженная детекторами гам-
ма-квантов, а устройство дополнительно
снабжено блоком задержки, формировате-
лем импульса разрешения и логическим
ключом. 2 с. и 3 з.п.ф-лы, 2 ил.

Изобретение относится к способам
ядерно-физических методов анализа, в час-
тности к нейтронно-активационному анали-
зу, и может быть использовано при
определении содержания нуклидов, образу-
ющих при взаимодействии с быстрыми ней-
тронами радионуклиды с периодом
полураспада $10^{-8} - 10^{-6}$ с.

Целью изобретения является повыше-
ние экспрессности анализа и расширение
диапазона определяемых нуклидов за счет
измерения излучения радионуклидов с пе-
риодом полураспада $10^{-8} - 10^{-6}$ с.

На фиг.1 представлено схематическое
изображение устройства для определения

содержания нуклидов; на фиг.2 – временная диаграмма импульсов.

Устройство содержит камеру деления 1 с Cf-252, кювету 2 с пробой исследуемого материала, детекторы 3 гамма-квантов, усилители-формирователи 4, блок 5 задержки, формирователь 6 импульса разрешения, логический ключ 7, анализатор импульсов 8. На временной диаграмме импульсов показаны импульсы 9 с камеры деления 1, импульсы 10 с усилителя-формирователя 4, импульс 11, задержанный в блоке 5, импульсы разрешения 12, вырабатываемые формирователем 6, импульсы 13, поступающие на вход анализатора импульсов 8.

Радионуклидный источник, испуская один или несколько нейтронов, испускает одновременно (за время, меньшее $(5-10) \cdot 10^{-9}$ с) несколько гамма-квантов. Нейтроны, проходя через пробу, неупруго рассеиваются, возбуждая ядра элементов пробы. Возбужденное состояние ядер снимается, как правило, мгновенным излучением гамма-квантов. Однако ядра некоторых определяемых элементов при снятии возбужденного состояния переходят в метастабильное состояние и распадаются не мгновенно, а в соответствии с присущим им периодом полураспада. Например, при активности радионуклидного источника 10^6 расп./с средний интервал времени между распадами равняется 10^{-6} с, при этом на первые $(5-10) \cdot 10^{-9}$ с испускаются гамма-кванты, связанные с распадом источника и неупругим рассеянием нейтронов пробой, а за следующие $(990-995) \cdot 10^{-9}$ с испускаются гамма-кванты, связанные с распадом метастабильных состояний известных нуклидов, плюс фоновые гамма-кванты. Поскольку метастабильными состояниями обладают, как правило, уровни невысокой энергии, то и распад этих уровней часто сопровождается испусканием лишь одного обладающего достаточно высокой энергией гамма-кванта. Для уменьшения влияния на результаты измерений фоновых гамма-квантов, обусловленных в основном долгоживущими осколками деления калифорния, α -распадом калифорния и радиационным захватом медленных нейтронов, дополнительно проводят регистрацию гамма-квантов при заведомом отсутствии в пробе исследуемых элементов и определяют уровень фонового гамма-излучения, на которое делается поправка результатов измерения. Кроме того, избавиться от фоновых гамма-квантов, обусловленных α -распадом калифорния, можно, регистрируя гамма-кванты с энергией выше 0,16–0,20 МэВ, так как

максимальная энергия гамма-квантов при α -распаде 0,16 МэВ.

Способ выполняется следующим образом. Потоком нейтронов от радионуклидного источника калифорний-252 активностью $2 \cdot 10^5$ дел./с облучают пробу горной породы, содержащую гольмий-165. В ядре гольмия при неупругом рассеянии нейтрона возбуждается метастабильный уровень с энергией 361 кэВ с периодом полураспада $1,5 \cdot 10^{-6}$ с. При каждом акте деления калифорния испускаются два осколка деления, 3–4 нейтрона и около 10 гамма-квантов. Весь процесс испускания нейтронов и гамма-квантов, обусловленных делением калифорния и рассеянием нейтронов в пробе, происходит за время, не превышающее $5 \cdot 10^{-9}$ с. Процесс же испускания гамма-квантов с метастабильного уровня гольмия растянут на время около $6 \cdot 10^{-6}$ с. Одновременно с облучением пробы детектируют все гамма-кванты, возникающие в источнике нейтронов и пробе, с помощью системы детекторов, обеспечивающих 4 π -геометрию. Выделяют гамма-кванты по моменту их появления (по переднему фронту импульса детектора гамма-квантов), отстоящие от моментов появления других гамма-квантов на интервал времени, превышающий $5 \cdot 10^{-9}$ с. Определяют энергию выделенных таким образом гамма-квантов и по числу гамма-квантов с энергией 361 кэВ определяют содержание гольмия в пробе. Определение момента появления гамма-кванта осуществляют по импульсам длительностью около $3 \cdot 10^{-9}$ с (по переднему фронту), а определение энергии гамма-кванта осуществляют по импульсам длительностью около $1 \cdot 10^{-6}$ с, поэтому допустимая загрузка спектрометрического тракта в сотни раз меньше, чем тракта совпадений.

Устройство работает следующим образом. Импульс 9 осколка деления с камеры деления 1 поступает в усилитель-формирователь 4 (например, блок временной привязки БТЭГ-90), который формирует стандартный наносекундный импульс 10. Сформированный импульс поступает в блок 5 задержки (например, БЗАГ-90), в котором подключением отрезков высокочастотного кабеля различной длины осуществляется задержка ($\tau_{\text{зад.}} = 3$ до 66,5 нс через 0,5 нс). Задержанный импульс 11 запускает формирователь 6 импульса разрешения (например, генератор Г5-56, Г5-72). Длительность импульса разрешения устанавливают в зависимости от величины периода полураспада искомого нуклида. Формирователь 6

работает в режиме однократного внешнего запуска, т.е., сформировав импульс заданной длительности, генератор возвращается в ждущий режим. Импульс разрешения 12 открывает электронные ключи 7 (например, логическая интегральная микросхема 2И). При этом импульсы 13 с детекторов 3 гамма-квантов, сформированные усилителями-формирователями 4 (аналогичными указанному) проходят через ключи 7 на анализатор импульсов 8 (например, АИ-1024-95).

Изобретение позволяет повысить экспрессность анализа за счет сокращения общего времени облучения, задержки и измерения в 10-1000 раз при использовании источника той же интенсивности и может быть использовано также при определении содержания мышьяка-75, иттербия-173, европия-151 и ряда других нуклидов.

Формула изобретения

1. Способ определения содержания нуклидов, заключающийся в облучении пробы потоком нейтронов и регистрации гамма-излучения образующихся радионуклидов, по интенсивности которого судят о содержании искомых нуклидов, отличающийся тем, что, с целью повышения экспрессности анализа и расширения диапазона определяемых нуклидов, пробу об-

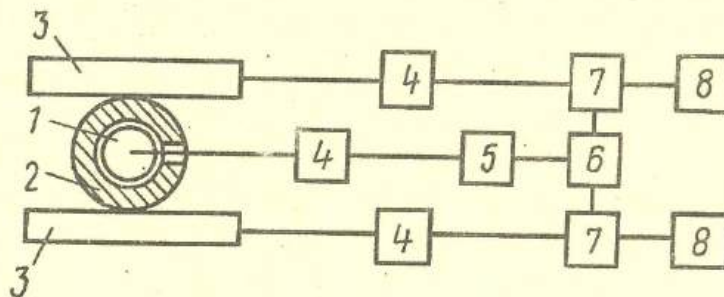
лучают нейтронами радионуклидного источника на основе делящегося материала, фиксируют момент деления ядра в источнике, через 5-10 нс после фиксации момента деления регистрируют гамма-кванты в промежутке времени, равном 10^{-8} - 10^{-6} с.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно регистрируют гамма-кванты при заведомом отсутствии в пробе анализируемых нуклидов и определяют уровень фонового излучения.

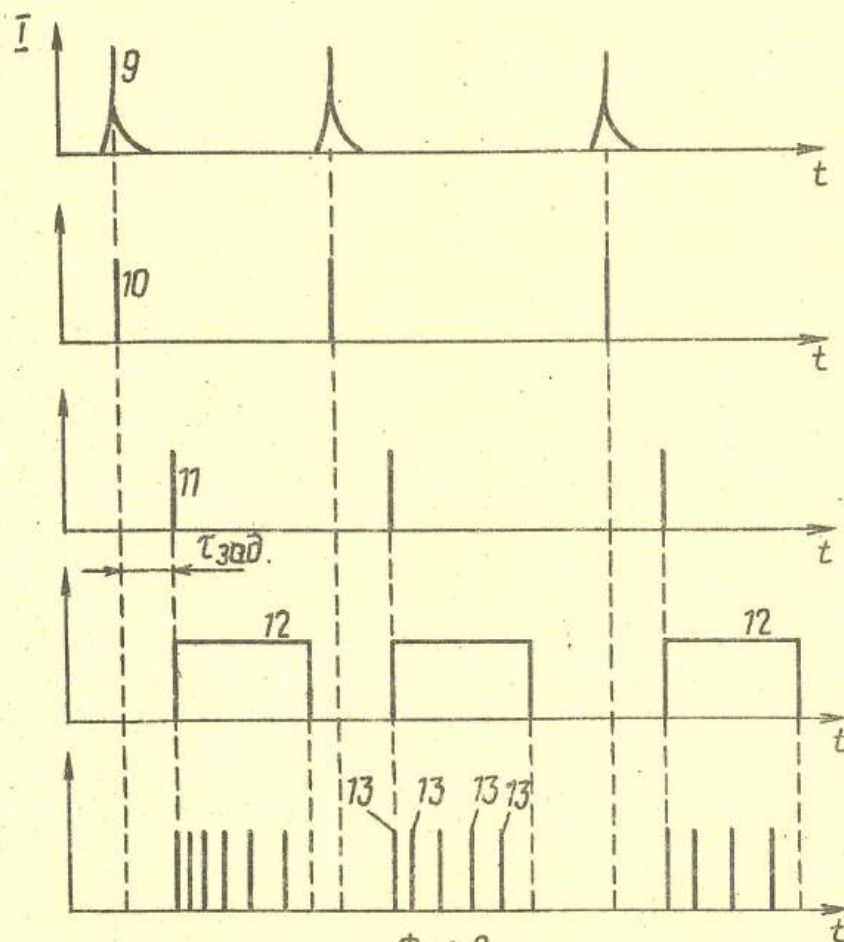
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что регистрируют гамма-кванты с энергией выше 0,16 МэВ.

4. Устройство для определения содержания нуклидов, содержащее источник нейтронов, детекторы гамма-квантов и анализатор импульсов, отличающееся тем, что детекторы гамма-квантов связаны с анализатором импульсов через логический ключ, устройство дополнительно снабжено последовательно соединенными датчиком для определения момента испускания нейтронов, усилителем, блоком задержки и формирователем импульса разрешения, выход которого подан на управляющий вход логического ключа.

5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что датчик выполнен в виде детектора осколков деления, на электроде которого размещено делящееся вещество источника нейтронов.



Фиг.1



Фиг. 2

Редактор О. Стенина

Составитель А. Сильнов
Техред М.Моргентал

Корректор И. Муска

Заказ 1538/ДСП

Тираж 289

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101