

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034998**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.04.15

(51) Int. Cl. **G01N 23/22 (2006.01)**
G01V 5/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900088

(22) Дата подачи заявки
2019.01.25

(54) СПОСОБ АНАЛИЗА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ВЕЩЕСТВА

(43) **2020.04.01**

(96) **KZ2019/009 (KZ) 2019.01.25**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПАК ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ;
ИМАНОВ МАРАТ ОМИРБЕКОВИЧ
(KZ)**

(72) Изобретатель:
**Пак Дмитрий Юрьевич, Иманов
Марат Омирбекович, Пак Юрий,
Желаева Наталья Валерьевна,
Кенетаева Айгуль Акановна (KZ)**

(56) **KZ-A4-25151**

ЧЕРМЕНСКИЙ В.Г. "Аппаратурно-методический комплекс спектрометрического импульсного нейтронного гамма каротажа для определения текущей нефтенасыщенности эксплуатируемых залежей", Диссертация на соискание ученой степени доктора наук, 2008, с. 73, абзац 2, с. 75, абзац 1, фиг. 3, 11

ФИЛИПОВ Е.М. "Гамма-гамма-каротаж с генератором гамма-квантов", Известия Томского ордена Трудового Красного Знамени Политехнического института им. С.М. Кирова, 1959, Том 96, 1, с. 87-95
EP-B1-1328827

(57) Изобретение относится к ядерно-физическим способам анализа сложных веществ и может быть использовано для контроля эффективного атомного номера многокомпонентных веществ и определения концентрации тяжелых элементов в горных породах и рудах. Задачей изобретения является повышение чувствительности определения эффективного атомного номера многокомпонентного вещества. Способ анализа многокомпонентного вещества, основанный на его облучении гамма-излучением и измерении рассеянного гамма-излучения и критической энергии, соответствующей максимуму в спектре рассеянного гамма-излучения, отличается тем, что дополнительно на стандартных образцах вещества со средним эффективным атомным номером $\bar{Z}$, последовательно меняя длину зонда L , измеряют энергетические спектры рассеянного гамма-излучения, находят энергетические интервалы ΔE , при которых наблюдается максимальная контрастность интенсивности рассеянного гамма-излучения при единичном изменении $\bar{Z}$, по которым устанавливают зависимость контрастности k $\bar{Z}$ от длины зонда L и энергетического интервала ΔE , выбирают значения длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i , при которых достигается максимальная контрастность k $\bar{Z}$, а эффективный атомный номер многокомпонентного вещества определяют по интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранных значениях длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i совместно с критической энергией. Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения способа за счет измерения энергетических спектров рассеянного гамма-излучения в процессе последовательного изменения длины зонда, установления зависимости контрастности k $\bar{Z}$ от длины зонда L и энергетического интервала ΔE и выбора оптимальной длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i , при которых достигается максимальная контрастность k $\bar{Z}$, и определения эффективного атомного номера многокомпонентного вещества по интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранных L_i и ΔE_i совместно с критической энергией.

B1**034998****034998****B1**

Изобретение относится к ядерно-физическим способам анализа сложных веществ, например с помощью гамма-излучения.

Оно может быть использовано для контроля эффективного атомного номера многокомпонентных веществ, а следовательно и для определения содержания тяжелых элементов в горных породах и рудах в горнодобывающей, металлургической и других отраслях промышленности.

Известен инструментальный гамма-гамма метод измерения эффективного атомного номера, основанный на облучении вещества гамма-излучением и регистрации рассеянного веществом гамма-излучения (Арцыбашев В.А. Ядерно-геофизическая разведка. М. Атомиздат, 1980, 321 с.).

Недостатком известного метода является значительная погрешность определения эффективного атомного номера многокомпонентных веществ в условиях вариаций плотности.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ контроля эффективного атомного номера многокомпонентных сред, заключающийся в облучении высокоэнергетическим гамма-излучением, регистрации рассеянного гамма-излучения и измерении критической энергии, соответствующей максимуму в спектре рассеянного гамма-излучения (А.с. СССР № 696814 "Способ контроля эффективного атомного номера многокомпонентных сред". Авторы Пак Ю.Н., Пашов С.Н. Зарегистрирован в Госреестре изобретений СССР, 1979 г.).

Недостатком известного способа является невысокая чувствительность к эффективному атомному номеру сложных веществ, обусловленная нормированием интенсивностей рассеянного гамма-излучения в двух энергетических интервалах (мягкой и жесткой) вторичного спектра.

Задачей изобретения является повышение чувствительности определения эффективного атомного номера многокомпонентного вещества.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения способа.

Поставленная задача решается следующим способом. В процессе облучения многокомпонентного вещества гамма-излучением и измерении рассеянного гамма-излучения и критической энергии, соответствующей максимуму в спектре рассеянного гамма-излучения, дополнительно на стандартных образцах вещества со средним эффективным атомным номером $\bar{Z}$, последовательно меняя длину зонда L , измеряют энергетические спектры рассеянного гамма-излучения, находят энергетические интервалы ΔE , при которых наблюдается максимальная контрастность интенсивности рассеянного гамма-излучения при единичном изменении $\bar{Z}$, по которым устанавливают зависимость контрастности к $\bar{Z}$ от длины зонда L и энергетического интервала ΔE , выбирают значения длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i , при которых достигается максимальная контрастность к $\bar{Z}$, а эффективный атомный номер многокомпонентного вещества определяют по интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранных значениях длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i совместно с критической энергией.

Исследованиями энергетических спектров рассеянного гамма-излучения сложных веществ установлено, что в зависимости от длины зонда и эффективного атомного номера вещества вторичные спектры деформируются. Максимальная чувствительность к величине $\bar{Z}$ наблюдается при измерении интенсивности рассеянного гамма-излучения в области максимума спектра (критической энергии). Однако с изменением эффективного атомного номера вещества положение максимума (критической энергии) меняется. Значение критической энергии изменяется также в зависимости от длины зонда.

Смещение критической энергии в зависимости от $\bar{Z}$ вещества вызвано интенсивным фотоэлектрическим поглощением более низкоэнергетического гамма-излучения при увеличении $\bar{Z}$, а также изменением среднего угла рассеяния первичного гамма-излучения, зависящего от длины зонда.

Наряду с измерением критической энергии, последовательно меняя длину зонда, измеряют энергетические спектры и находят энергетические интервалы ΔE , при которых наблюдается максимальная контрастность интенсивности рассеянного гамма-излучения при единичном изменении $\bar{Z}$ и находят зависимость контрастности к $\bar{Z}$ от длины зонда L и энергетического интервала ΔE , по ним выбирают значения длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i , при которых достигается максимальная контрастность к $\bar{Z}$.

Интенсивность рассеянного гамма-излучения при выбранном значении длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i будет максимально контрастной к $\bar{Z}$ анализируемого вещества. Таким образом, измеренная интенсивность рассеянного гамма-излучения при L_i и ΔE_i будет находиться в обратной зависимости от $\bar{Z}$ вещества, а значение критической энергии в прямой зависимости от $\bar{Z}$.

Это делает аналитический параметр (интенсивность при L_i и ΔE_i совместно с критической энергией) более дифференцированным к изменению $\bar{Z}$ вещества, что повышает чувствительность способа и расширяет сферу его применения.

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на стандартных образцах вещества со средним эффективным атомным номером последовательно меняя длину зонда L измеряют энергетические спектры рассеянного гамма-излучения, находят энергетические интервалы ΔE , при которых наблюдается максимальная контрастность интенсивности рассеянного гамма-излучения при единичном изменении $\bar{Z}$, по которым устанавливают зависимость контрастности к $\bar{Z}$ от длины зонда L и энергетического интервала ΔE , выбирают значения длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i , при

которых достигается максимальная контрастность к $\bar{Z}$, а эффективный атомный номер многокомпонентного вещества определяют по интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранных значениях длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i совместно с критической энергией.

Предлагаемый способ реализован на примере анализа железорудного сырья, относящегося к многокомпонентным веществам. В качестве источника первичного гамма-излучения выбран радионуклид селен-75 (~220 кэВ), размещенный в защитном коллиматоре.

Измерительный блок включал сцинтилляционный детектор NaJ(Tl), многоканальный анализатор АИ-1024 и систему автоматической стабилизации энергетической шкалы спектрометра. Геометрия измерений (расстояние между зондом и поверхностью анализируемого вещества, и коллимационные параметры источника и детектора) выбрана из условия обеспечения контрастного смещения критической энергии при изменении эффективного атомного номера, значение которого менялось в интервале 15,4-20,5.

Экспериментами на железорудном сырье со средним эффективным атомным номером 17,7 найдены оптимальные значения длины зонда $L_i=22$ см и энергетического интервала $\Delta E_i=38$ кэВ.

При найденных оптимальных значениях длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i измерялась интенсивность рассеянного гамма-излучения, а эффективный атомный номер многокомпонентного вещества определяют по измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения совместно с критической энергией, соответствующей максимуму в спектре рассеянного гамма-излучения.

В таблице представлены сопоставительные данные о чувствительности предлагаемого способа и способа-прототипа к эффективному атомному номеру и содержанию железа в железорудном сырье. Между $\bar{Z}$ и содержанием железа имеется тесная корреляционная связь.

Способ	Диапазон изменения: $\frac{\bar{Z}}{C_{Fe}, \%}$	Чувствительность к $\bar{Z}$, проц./1 $\bar{Z}$	Чувствительность к Fe, проц. / % абс.
Прототип	$\frac{15,4 - 20,5}{13 - 42}$	13,7	2,4
Предлагаемый	$\frac{15,4 - 20,5}{13 - 42}$	16,9	3,1

Предложенный способ анализа многокомпонентного вещества характеризуется повышенной чувствительностью к величине $\bar{Z}$ в условиях его значительной изменчивости, что существенно расширяет сферу применения способа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ анализа многокомпонентного вещества, основанный на его облучении гамма-излучением и измерении рассеянного гамма-излучения и критической энергии, соответствующей максимуму в спектре рассеянного гамма-излучения, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах вещества со средним эффективным атомным номером $\bar{Z}$, последовательно меняя длину зонда L , измеряют энергетические спектры рассеянного гамма-излучения, находят энергетические интервалы ΔE , при которых наблюдается максимальная контрастность интенсивности рассеянного гамма-излучения при единичном изменении $\bar{Z}$, по которым устанавливают зависимость контрастности к $\bar{Z}$ от длины зонда L и энергетического интервала ΔE , выбирают значения длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i , при которых достигается максимальная контрастность к $\bar{Z}$, а эффективный атомный номер многокомпонентного вещества определяют по интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранных значениях длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i совместно с критической энергией.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2