

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202391930 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.01.26(51) Int. Cl. G01N 23/20066 (2018.01)
G01N 23/223 (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2023.07.03(54) ГАММА-АЛЬБЕДНЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО АТОМНОГО
НОМЕРА СЛОЖНОГО ВЕЩЕСТВА

(96) KZ2023/047 (KZ) 2023.07.03

(71) Заявитель:
ПАК ЮРИЙ (KZ)

(72) Изобретатель:

Пак Юрий, Пак Дмитрий Юрьевич,
Тутанов Серикпай Куспанович,
Булатбаев Феликс Назымович,
Бегимбетова Айнура Серикбаевна,
Кенетаева Айгуль Акановна, Тебаева
Анар Юлаевна, Есендосова Айнель
Нуртасовна (KZ)

(57) Изобретение относится к ядерно-физическим способам анализа сложных веществ. Задачей изобретения является повышение чувствительности и точности определения эффективного атомного номера в широком диапазоне его изменения. Гамма-альбедный способ контроля эффективного атомного номера сложного вещества, основанный на его облучении гамма-излучением и регистрации рассеянного гамма-излучения, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах вещества с минимальным эффективным атомным номером Z_{\min} и максимальным эффективным атомным номером Z_{\max} измеряют интенсивности рассеянного гамма-излучения N_{\min} и N_{\max} при различной энергии первичного гамма-излучения, находят оптимальную энергию первичного гамма-излучения E_0 , при которой наблюдается максимальная контрастность измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения к величине \bar{Z} , допустимую крупность контролируемого вещества рассчитывают на основе найденной оптимальной энергии E_0 из условия

$$3 \cdot d_{\max} \leq H,$$

где d_{\max} - максимальный диаметр частиц вещества, H - глубинность метода при найденной энергии E_0 ; контролируемое вещество доводят до допустимой крупности, а эффективный атомный номер сложного вещества с допустимой крупностью определяют по интенсивности рассеянного гамма-излучения при найденной оптимальной энергии первичного гамма-излучения.

A1

202391930

202391930

A1

ГАММА-АЛЬБЕДНЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО АТОМНОГО НОМЕРА СЛОЖНОГО ВЕЩЕСТВА

Изобретение относится к ядерно-физическим способам анализа и контроля качества сложных веществ. Оно может быть использовано для экспресс-анализа различных сырьевых и промышленных материалов в геолого-геофизической, горнодобывающей, металлургической отраслях промышленности.

Широко известен гамма-альбедный способ контроля, заключающийся в регистрации рассеянного веществом гамма-излучения (Старчик Л.П., Пак Ю.Н. Ядерно-физические методы контроля качества твердого топлива. М.: Недра, 1985, 224 с.).

Недостатком известного способа является значительная погрешность контроля эффективного атомного номера \bar{Z} (содержания тяжелого компонента), обусловленная сравнительно низкой чувствительностью к \bar{Z} (определяемому компоненту) и влиянием дисперсности вещества (крупности).

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ контроля эффективного атомного номера сложных веществ, заключающийся в регистрации рассеянного гамма-излучения в двух энергетических интервалах спектра, включая критические энергии (Патент Республики Казахстан №33972, 2019. «Способ контроля эффективного атомного номера сложных веществ». Авторы: Пак Д.Ю., Пак Ю.Н., Нугужинов Ж.С. и др.).

Недостаток известного способа заключается в невысокой чувствительности к \bar{Z} и значительной погрешности в условиях изменчивости крупности контролируемого вещества.

Задачей изобретения является повышение чувствительности и точности определения \bar{Z} вещества в широком диапазоне его изменения и переменной крупности.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения способа.

Поставленная задача решается следующим образом. В процессе облучения сложного вещества гамма-излучением и регистрации рассеянного гамма-излучения дополнительно на стандартных образцах вещества с минимальным эффективным атомным номером Z_{min} и максимальным эффективным атомным номером Z_{max} измеряют интенсивности рассеянного гамма-излучения N_{min} и N_{max} при различной энергии первичного гамма-излучения, находят оптимальную энергию первичного гамма-излучения E_0 , при которой наблюдается максимальная контрастность измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения к величине \bar{Z} , допустимую крупность контролируемого вещества рассчитывают на основе найденной оптимальной энергии E_0 из условия $3 \cdot d_{max} \leq H$; где d_{max} – максимальный диаметр частиц вещества, H – глубинность метода при найденной энергии E_0 ; контролируемое

вещество доводят до допустимой крупности, а эффективный атомный номер сложного вещества с допустимой крупностью определяют по интенсивности рассеянного гамма-излучения при найденной оптимальной энергии первичного гамма-излучения.

Исследованиями величины альbedo гамма-излучения от эффективного атомного номера веществ при различной энергии первичного гамма-излучения показано, что основные метрологические характеристики (чувствительность, точность) гамма-альбедного способа являются сложной функцией, зависящей от энергии первичного гамма-излучения, вида вещества, его крупности и диапазона изменения величины \bar{Z} .

Относительная чувствительность гамма-альбедного способа к \bar{Z} носит инверсионный характер с максимумом, зависящем от величины \bar{Z} и энергии первичного гамма-излучения. Погрешность за счет неоднородности вещества (дисперсии крупности) сложным образом зависит от диаметра частиц вещества, его элементного состава и глубинности метода.

Выбор оптимальной энергии первичного гамма-излучения осуществлялся исследованиями альbedo гамма-излучения от руд с различным содержанием железа C_{Fe} . На основе измеренных интенсивностей рассеянного гамма-излучения от C_{Fe} при различной энергии первичного гамма-излучения рассчитывалась относительная чувствительность к железу, как относительное приращение интенсивности при единичном изменении содержания железа. С точки зрения максимальной чувствительности метода к железу, достаточной представительности (глубинности) и линейности зависимости интенсивности от C_{Fe} в большом интервале его изменения оптимальной признана энергия ~ 120 кэВ (источник Co-57). При выбранной оптимальной энергии первичного гамма-излучения чувствительность метода составила 2,9 проц./%, а глубинность $\sim 6,4$ см.

Для минимизации погрешности метода за счет дисперсности руды (крупности) предложено на основе выбранной энергии (глубинности) найти допустимую максимальную крупность исходя из условия $3 \cdot d_{max} \leq H$; где d_{max} – размер максимального куска, мм; H – глубинность метода.

Согласно Межгосударственному стандарту (ГОСТ 15054-80. Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа. М. ИПК Издательство стандартов, 1999), за размер максимального куска принимают размер отверстия сита, на котором после окончания отсева остается не более 5% материала.

Таким образом от опробуемой партии руды большой массы (до 500 тонн) отобранная представительная объединенная проба дробится до класса – 20 мм, что более чем в 3 раза меньше глубинности метода. После стандартных операций перемешивания, усреднения, квартования согласно ГОСТ проба массой около 30 кг класса – 20 мм подвергается анализу на содержание железа гамма-альбедным методом, тем самым исключаются трудоемкие этапы существующей системы стандартного опробования (измельчение проб, подготовка проб аналитической крупности ($\sim 0,1$ мм) и непосредственно химический анализ на железо).

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на стандартных образцах вещества с минимальным Z_{min} и максимальным Z_{max} эффективным атомным номером измеряют интенсивности рассеянного гамма-излучения N_{min} и N_{max} при различной энергии первичного гамма-излучения, находят оптимальную энергию первичного гамма-излучения E_0 , при которой наблюдается максимальная контрастность измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения к величине \bar{Z} , допустимую крупность контролируемого вещества рассчитывают на основе найденной оптимальной энергии E_0 из условия $3 \cdot d_{max} \leq H$; где d_{max} – максимальный диаметр частиц вещества, H – глубинность метода при найденной энергии E_0 ; контролируемое вещество доводят до допустимой крупности, а эффективный атомный номер сложного вещества с допустимой крупностью определяют по интенсивности рассеянного гамма-излучения при найденной оптимальной энергии первичного гамма-излучения.

Предлагаемый способ апробирован на примере контроля эффективного атомного номера железных руд с помощью радиоизотопного источника Co-57 (~120 кэВ) и спектрометра АИ-1024 со сцинтилляционным детектором NaJ(Tl) размером 40x30 мм. Контролируемая руда массой около 30 кг и класса – 20 мм загружается в измерительную кювету размером 45x30x7 см, обеспечивающим отсутствие краевых эффектов.

В процессе опробования и анализа 16 частично подготовленных проб массой ~ 30 кг и крупностью до 20 мм в диапазоне изменения содержания железа 22-52% достигнута средняя квадратическая погрешность 1,23% абс. При этом относительная статистическая погрешность измерений составила 0,85%.

В таблице представлены сопоставительные данные о метрологических характеристиках предлагаемого способа и способа-прототипа.

Способ	Диапазон изменения, $\frac{\bar{Z}}{C_{Fe}}$	Чувствительность, $\frac{S_Z, \text{ проц./}1Z}{S_{Fe}, \text{ проц./}\%}$	Средняя квадратическая погрешность определения C_{Fe} , % абс.
Прототип	$\frac{16.8 - 21.9}{21 - 52}$	$\frac{16.9}{2.7}$	1.67
Предлагаемый	$\frac{16.8 - 21.9}{21 - 52}$	$\frac{17.6}{3.1}$	1.23

Предлагаемый гамма-альбедный способ контроля эффективного атомного номера характеризуется повышенной чувствительностью к \bar{Z} в большом интервале его изменения и пониженной погрешностью определения содержания железа в частично подготовленных пробах массой около 30 кг и переменной крупности класса – 20 мм, что существенно расширяет сферу применения способа.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19678770).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

ГАММА-АЛЬБЕДНЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО АТОМНОГО НОМЕРА СЛОЖНОГО ВЕЩЕСТВА

Гамма-альбедный способ контроля эффективного атомного номера сложного вещества, основанный на его облучении гамма-излучением и регистрации рассеянного гамма-излучения отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах вещества с минимальным эффективным атомным номером Z_{min} и максимальным эффективным атомным номером Z_{max} измеряют интенсивности рассеянного гамма-излучения N_{min} и N_{max} при различной энергии первичного гамма-излучения, находят оптимальную энергию первичного гамма-излучения E_0 , при которой наблюдается максимальная контрастность измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения к величине \bar{Z} , допустимую крупность контролируемого вещества рассчитывают на основе найденной оптимальной энергии E_0 из условия $3 \cdot d_{max} \leq H$; где d_{max} – максимальный диаметр частиц вещества, H – глубинность метода при найденной энергии E_0 ; контролируемое вещество доводят до допустимой крупности, а эффективный атомный номер сложного вещества с допустимой крупностью определяют по интенсивности рассеянного гамма-излучения при найденной оптимальной энергии первичного гамма-излучения.

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202391930

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

МПК:

G01N 23/20066 (2018.01)
G01N 23/223 (2006.01)

СПК:

G01N 23/20066
G01N 23/223

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)
G01N 23/00 - G01N 23/2276, G01V 5/00 - G01V 5/14

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
ЕАПАТИС, Espacenet, Google Patents, «Поисковая платформа» Роспатент

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A, D	KZ 33972 B (ПАК Д.Ю. и др.) 2019.10.25, весь документ	1
A	EA 201900088 A1 (ПАК Д.Ю. и др.) 2020.04.01, весь документ	1
A	RU 2593913 C2 (ЧИНСКИЙ Е.Б.) 2016.08.10, весь документ	1
A	SU 1679318 A1 (КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ОБОГАЩЕНИЯ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ) 1991.09.23, весь документ	1
A	WO 2002/003055 A2 (TROXLER ELECTRONIC LAB INC и др.) 2002.01.20, весь документ	1
A	JPH 1031100 A (KAGAKU GIJUTSU SHINKO JIGYODAN) 1998.02.03, весь документ	1

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **13/11/2023**

Уполномоченное лицо:

Начальник отдела механики,
физики и электротехники

 Д.Ф. Крылов