

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 042305

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.02

(51) Int. Cl. G01N 23/22 (2018.01)
G01N 23/20 (2018.01)

(21) Номер заявки
202192600

(22) Дата подачи заявки
2021.10.04

(54) ГАММА-АЛЬБЕДНЫЙ СПОСОБ АНАЛИЗА ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

(43) 2023.01.30

(56) KZ-B-34984
KZ-A4-24917
KZ-A4-323578
SU-A1-159710
US-A-4931638

(96) KZ2021/052 (KZ) 2021.10.04
(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПАК ЮРИЙ (KZ)

(72) Изобретатель:
Пак Юрий, Пак Дмитрий Юрьевич,
Кажикенова Сауле Шарапатовна,
Шаихова Гульназира Сериковна,
Бегимбетова Айнур Серикбаевна,
Амренова Айгуль Жанузаковна (KZ)

(57) Изобретение относится к ядерно-физическим способам анализа веществ. Оно может быть использовано для оценки качества различных сырьевых и промышленных материалов. Задачей изобретения является повышение чувствительности анализа и расширение сферы его применения. Предложен гамма-альбедный способ анализа горно-металлургического сырья, основанный на его облучении гамма-излучением и регистрации рассеянного на малые углы гамма-излучения, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах сырья с минимальной и максимальной концентрацией определяемого элемента измеряют энергетическое распределение рассеянного на малые углы гамма-излучения при различной длине зонда L , находят длину зонда L_i и выбирают энергетический интервал ΔE_i , при которых наблюдается максимальная контрастность интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения к содержанию определяемого элемента, а содержание определяемого элемента в сырье определяют по интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения, измеренной при найденной длине L_i и выбранном энергетическом интервале ΔE_i . Технический результат изобретения состоит в повышении чувствительности анализа и расширении сферы применения за счет нахождения на сырье с минимальной и максимальной концентрацией определяемого элемента оптимальной длины зонда L_i и энергетического интервала ΔE_i , при которых достигается максимальная контрастность интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения к содержанию определяемого элемента и определению содержания элемента по интенсивности рассеянного гамма-излучения, измеренной при найденной длине зонда L_i и выбранном энергетическом интервале ΔE_i .

B1

042305

042305

B1

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

Широко известен гамма-альбедный способ контроля качества твердого топлива, заключающийся в рассеянии гамма-излучении (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 качества сырья, обусловленная сравнительно низкой чувствительностью к определяемому элементу.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ, основанный на облучении анализируемого сырья гамма-излучением и регистрации рассеянного на малые углы гамма-излучения (Патент Республики Казахстан №34984, 2021, авторы: Пак Ю.Н., Пак Д.Ю. и др.). Данный способ, получивший название "Способ рассеяния гамма-излучения вперед", характеризуется самокомпенсацией влияющих факторов за счет создания условий для конкурирующих процессов. Способ реализуется в геометрии, когда источник и детектор располагаются по разные стороны от объекта контроля. Детектор экранирован от прямого гамма-излучения источника таким образом, чтобы в него попадали преимущественно рассеянные на малые углы гамма-кванты. За счет выбора энергетического интервала регистрируемых гамма-квантов, рассеянных на малые углы, удастся добиться удовлетворительной чувствительности к определяемому элементу только в ограниченном диапазоне его колебаний.

Недостатком известного способа является невысокая чувствительность контроля качества сырья в условиях значительных колебаний содержания определяемого элемента.

Задачей изобретения является повышение чувствительности анализа горно-металлургического сырья и расширение сферы его применения.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения способа и повышении чувствительности контроля качества сырья.

Поставленная задача решается следующим образом. Интенсивность рассеянного на малые углы гамма-излучения (менее 90°) находится в сложной зависимости от эффективного атомного номера анализируемого сырья, геометрических и угловых характеристик измерения (угловые параметры, степень коллимации источника и детектора, длина зонда).

Эффективный атомный номер горно-металлургического сырья (железные руды и продукты их переработки, уголь, кокс, карбонатные материалы и др.) тесно связан с концентрацией тяжелых элементов в сырье. Например, в железорудном сырье с содержанием железа, в углях с зольностью, в карбонатном сырье с концентрацией кальция, в баритовой руде с содержанием барита.

При изучении интегральной интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения чувствительность способа определяется в основном различием определяемого компонента и вмещающей среды в значениях коэффициента ослабления первичного гамма-излучения.

Дифференциальное сечение рассеяния гамма-излучения на малые углы характеризуется резкой анизотропией. Оно меняется в зависимости от угла рассеяния в интервале $15-60^\circ$ почти на 70%. В зависимости от угла рассеяния меняется не только вероятность рассеяния, но и энергетическое распределение рассеянного гамма-излучения.

На основе измерения энергетического распределения рассеянного гамма-излучения (интенсивность рассеянного на малые углы гамма-излучения от его энергии) на анализируемом сырье с минимальной и максимальной концентрацией определяемого элемента в зависимости от длины зонда (расстояние источник-детектор) найдена длина зонда L_i и выбран энергетический интервал ΔE_i , при которых достигается максимальная контрастность интенсивности рассеянного на малые углы рассеяния к концентрации.

По интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения, измеренной при найденной длине зонда L_i и выбранном энергетическом интервале ΔE_i определяли качество сырья (концентрацию элемента). Это делает предлагаемый способ анализа более чувствительным.

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на стандартных образцах сырья с минимальной и максимальной концентрацией определяемого элемента измеряют энергетическое распределение рассеянного на малые углы гамма-излучения при различной длине зонда L , находят длину зонда L_i и выбирают энергетический интервал ΔE_i , при которых наблюдается максимальная контрастность интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения к содержанию определяемого элемента, а содержание определяемого элемента в сырье определяют по интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения, измеренной при найденной длине L_i и выбранном энергетическом интервале ΔE_i .

Пример реализации способа. В качестве анализируемого сырья выбрана железная руда, содержание железа в которой менялось в диапазоне 19-36%. Источником первичного гамма-излучения служил радионуклидный источник кобальт-57 (~ 120 кэВ). Регистрирующей аппаратурой служил гамма-спектрометр на основе сцинтилляционного детектора NaJ (Tl) и многоканального анализатора АИ-1024.

На стандартных образцах железорудного сырья с минимальной концентрацией (19%) и максимальной концентрацией (36%) железа найдены оптимальные параметры измерений: длина зонда $L_i=21$ см;

энергетический интервал $\Delta E_i=90-100$ кэВ, обеспечивающие максимальную дифференциацию интенсивности рассеянного гамма-излучения при изменении концентрации железа в сырье.

Содержание железа в сырье определяли по интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения, измеренной при найденной длине зонда L_i и выбранном энергетическом интервале ΔE_i . Это обеспечило повышение чувствительности предлагаемого способа контроля качества железорудного сырья в большом диапазоне колебаний концентрации железа.

В таблице представлены сопоставительные метрологические характеристики, полученные в процессе апробации известного и предлагаемого способов.

Способ	Интервал колебаний содержания железа, %	Чувствительность способа, проц./% абс.
Предлагаемый	19-36	2,67
Прототип	19-36	2,21

Предлагаемый способ анализа горно-металлургического сырья в сравнении со способом-прототипом выгодно характеризуется повышенной чувствительностью к железу в большом диапазоне его изменения, что расширяет сферу применения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Гамма-альбедный способ анализа горно-металлургического сырья, основанный на его облучении гамма-излучением и регистрации рассеянного на малые углы гамма-излучения, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах сырья с минимальной и максимальной концентрацией определяемого элемента измеряют энергетическое распределение рассеянного на малые углы гамма-излучения при различной длине зонда L , находят длину зонда L_i и выбирают энергетический интервал ΔE_i , при которых наблюдается максимальная контрастность интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения к содержанию определяемого элемента, а содержание определяемого элемента в сырье определяют по интенсивности рассеянного на малые углы гамма-излучения, измеренной при найденной длине L_i и выбранном энергетическом интервале ΔE_i .



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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