

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202390688** (13) **A1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**(43) Дата публикации заявки
2023.12.22(51) Int. Cl. *G01N 23/20066* (2018.01)
G01V 5/00 (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2023.02.22(54) **ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ АНАЛИЗА РУД СЛОЖНОГО СОСТАВА**(96) **KZ2023/006 (KZ) 2023.02.22**

(72) Изобретатель:

(71) Заявитель:
ПАК ЮРИЙ (KZ)

**Пак Юрий, Касымова Лайла
Жумажановна, Хамзина Карлыгаш
Мауеновна, Шалтаков Сагындык
Нагашибаевич, Пак Дмитрий
Юрьевич, Тебаева Анар Юлаевна,
Ким Владислав Олегович (KZ)**

(57) Изобретение относится к инструментальным способам анализа руд сложного состава с помощью гамма-излучения. Задачей изобретения является повышение чувствительности анализа. Гамма-спектрометрический способ анализа руд сложного состава, основанный на облучении руд гамма-излучением и регистрации рассеянного гамма-излучения, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах руды с минимальным и максимальным содержанием железа измеряют спектрально-энергетическое распределение рассеянного гамма-излучения при различной длине зонда L и высоте воздушного зазора H между зондом и поверхностью руды, находят длину зонда L и высоту воздушного зазора H , при которых происходит смещение критических энергий E_{\min} и E_{\max} , соответствующих максимуму в высокоэнергетической области спектра от руд с минимальным и максимальным содержанием железа в руде, а в энергетической области ниже E_{\min} выбирают энергетический интервал ΔE , при котором обеспечивается максимальная контрастность величины отношения интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE от руд с минимальным и максимальным содержанием железа, а содержание железа в руде определяют по величине отношения измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE . Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения и повышении чувствительности определения содержания железа в рудах сложного состава за счет дополнительного нахождения длины зонда L и высоты воздушного зазора H , при которых происходит смещение критических энергий E_{\min} и E_{\max} , соответствующих максимуму в высокоэнергетической области спектра от руд с минимальным и максимальным содержанием железа и выбора энергетического интервала ΔE в области ниже E_{\min} , обеспечивающего максимальную контрастность величины отношения интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE от руд с минимальным и максимальным содержанием железа и определении содержания железа в руде по величине отношения измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE .

A1**202390688****202390688****A1**

ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ АНАЛИЗА РУД СЛОЖНОГО СОСТАВА

Изобретение относится к инструментальным способам анализа руд сложного состава с помощью гамма-излучения.

Широко известен селективный гамма-гамма метод, заключающийся в облучении руд гамма-излучением и регистрации рассеянного гамма-излучения (Пак Ю.Н., Пак Д.Ю. Ядерные технологии в геофизических исследованиях. Учебник. Карагандинский гос. технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. – 346 с.).

Недостатком известного способа является сравнительно невысокая чувствительность и мешающее влияние переменной плотности на результаты анализа.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является селективный гамма-гамма метод, реализуемый в спектрометрическом варианте (Филиппов Е.М. Ядерная геофизика. – Новосибирск, Наука, 1973. Т.1. с. 422).

Суть известного способа состоит в измерении интенсивности рассеянного средой гамма-излучения в двух энергетических интервалах вторичного спектра. Недостатком известного способа является невысокая чувствительность способа, обусловленная выбором неоптимальных параметров измерений.

Задачей изобретения является повышение чувствительности анализа.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения и повышении чувствительности определения содержания железа в рудах сложного состава.

Поставленная цель решается следующим образом. В процессе облучения руды гамма-излучением и регистрации рассеянного гамма-излучения на стандартных образцах руды с минимальным и максимальным содержанием железа измеряют спектрально-энергетическое распределение рассеянного гамма-излучения при различной длине зонда L и высоте воздушного зазора H между зондом и поверхностью руды.

На основе измеренных спектрально-энергетических распределений находят длину зонда L и высоту воздушного зазора H , при которых происходит смещение критических энергий E_{\min} и E_{\max} , соответствующих максимуму в высокоэнергетической области спектра от руд с минимальным и максимальным содержанием железа в руде, а в энергетической области ниже E_{\min} выбирают энергетический интервал ΔE , при котором обеспечивается максимальная контрастность величины отношения интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE от руд с минимальным и максимальным содержанием железа.

По величине отношения измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE ниже E_{\min} определяют содержание железа в руде.

Смещение критической энергии – максимума в высокоэнергетической части спектра от руды с минимальным и максимальным содержанием железа происходит при определенных параметрах L и H (меняется средний угол рассеяния первичного гамма-излучения), при которых в области выше E_{\max} преобладает сечение комптоновского рассеяния для железа, а в области ниже E_{\min} – преобладает фотоэффект. Это обеспечивает повышенную чувствительность способа.

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на стандартных образцах руды с минимальным и максимальным содержанием железа измеряют спектрально-энергетическое распределение рассеянного гамма-излучения при различной длине зонда L и высоте воздушного зазора H между зондом и поверхностью руды, находят длину зонда L и высоту воздушного зазора H , при которых происходит смещение критических энергий E_{\min} и E_{\max} , соответствующих максимуму в высокоэнергетической области спектра от руд с минимальным и максимальным содержанием железа в руде, а в энергетической области ниже E_{\min} выбирают энергетический интервал ΔE , при котором обеспечивается максимальная контрастность величины отношения интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE от руд с минимальным и максимальным содержанием железа, а содержание железа в руде определяют по величине отношения измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE .

Пример реализации способа. В качестве анализируемой руды сложного состава выбрана железная руда, в которой содержание железа варьировало в пределах 28,6-51,2 %. Источником первичного гамма-излучения служил селен-75 (~220 кэВ). Спектрально-энергетическое распределение рассеянного гамма-излучения измерялось многоканальным анализатором АИ-1024 и сцинтилляционным детектором NaJ (Тl). На стандартных образцах железной руды с минимальным (29%) и максимальным (51%) содержанием железа исследовались энергетические спектры рассеянного гамма-излучения при различной длине зонда L и высоте воздушного зазора H . Найдены оптимальные параметры: $L=17$ см, $H=2$ см; $\Delta E=65-91$ кэВ; $E_{\min}=141$ кэВ; $E_{\max}=153$ кэВ.

При найденных оптимальных параметрах обеспечено повышение чувствительности способа.

В таблице представлены сопоставительные данные по чувствительности анализа, полученные в процессе экспериментальной апробации предлагаемого способа и способа-прототипа.

Способ анализа	Диапазон изменения содержания железа, %	Относительная чувствительность, проц. /% абс.
Предлагаемый	28,6-51,2	2,97
Способ-прототип	28,6-51,2	1,73

Предлагаемый гамма-спектрометрический способ анализа железных руд в сравнении со способом-прототипом отличается повышенной относительной чувствительностью 2,97 проц./% абс. (при изменении содержания железа в руде на 1% абс. показания способа меняются на 2,97 проц. относительных). Повышенная чувствительность способа в большом диапазоне изменения содержания железа существенно расширяет сферу применения способа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ АНАЛИЗА РУД СЛОЖНОГО СОСТАВА

Гамма-спектрометрический способ анализа руд сложного состава, основанный на облучении руд гамма-излучением и регистрации рассеянного гамма-излучения, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах руды с минимальным и максимальным содержанием железа измеряют спектрально-энергетическое распределение рассеянного гамма-излучения при различной длине зонда L и высоте воздушного зазора H между зондом и поверхностью руды, находят длину зонда L и высоту воздушного зазора H , при которых происходит смещение критических энергий E_{\min} и E_{\max} , соответствующих максимуму в высокоэнергетической области спектра от руд с минимальным и максимальным содержанием железа в руде, а в энергетической области ниже E_{\min} выбирают энергетический интервал ΔE , при котором обеспечивается максимальная контрастность величины отношения интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE от руд с минимальным и максимальным содержанием железа, а содержание железа в руде определяют по величине отношения измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения с энергией выше E_{\max} к измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения в выбранном энергетическом интервале ΔE .

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

Номер евразийской заявки:

202390688

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

G01N 23/20066 (2018.01)

G01V 5/00 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

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, WIPO Patentscope, Espacenet (Worldwide collection)

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	SU 1022020 A1 (ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ "ЦВЕТМЕТАВТОМАТИКА"), 07.06.1983, весь документ	1
A	SU 1755145 A1 (НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "СИБЦВЕТМЕТАВТОМАТИКА"), 15.08.1992, весь документ	1
A	US 4,510,573 A (UNC NUCLEAR INDUSTRIES, INC.), 09.04.1985, весь документ	1
A	CN 1346981 A (DONGFANG MEASUREMENT AND CONTR) 01.05.2002, 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: **26/07/2023**

Уполномоченное лицо:

Зам. начальник отдела механики,
физики и электротехники



М.Н. Юсупов