

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045771**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.12.25

(51) Int. Cl. **G01N 23/20066** (2018.01)
G01V 5/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202390688

(22) Дата подачи заявки
2023.02.22

(54) ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ АНАЛИЗА РУД СЛОЖНОГО СОСТАВА

(43) **2023.12.22**

Мауеновна, Шалтаков Сагындык

(96) **KZ2023/006 (KZ) 2023.02.22**

Нагашибаевич, Пак Дмитрий

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПАК ЮРИЙ (KZ)

**Юрьевич, Тебаева Анар Юлаевна,
Ким Владислав Олегович (KZ)**

(72) Изобретатель:
**Пак Юрий, Касымова Лайла
Жумажановна, Хамзина Карлыгаш**

(56) SU-A1-1022020
SU-A1-1755145
US-A-4510573
CN-A-1346981

(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 .

B1**045771****045771 B1**

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 NaI (Т1). 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, 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 .

