

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044857**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.10.06

(21) Номер заявки
202390784

(22) Дата подачи заявки
2023.03.02

(51) Int. Cl. **G01N 23/20066** (2018.01)
G01N 23/22 (2018.01)
G01V 5/00 (2006.01)

(54) **ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ СПОСОБ АНАЛИЗА РУД**

(43) **2023.10.05**

(96) **KZ2023/011 (KZ) 2023.03.02**

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

(72) Изобретатель:

**Пак Юрий, Пак Дмитрий Юрьевич,
Бегимбетова Айнур Серикбаевна,
Амренова Айгуль Жанузаковна,
Кряжева Татьяна Владимировна,
Досетова Гульнара Жолдасовна,
Тебаева Анар Юлаевна, Есендосова
Айнель Нуртасовна (KZ)**

(56) EA-A1-201900088
SU-A1-1755145
RU-C1-2419087
WO-A2-2002003055
JPH-A-1031100

(57) Изобретение относится к ядерно-геофизическим способам анализа сложных веществ, в частности определения эффективного атомного номера различных руд. Задачей изобретения является повышение точности определения эффективного атомного номера \bar{Z} руд. Ядерно-геофизический способ анализа руд, основанный на облучении руд высокоэнергетическим гамма-излучением с энергией выше $\sim 1,02$ МэВ и регистрации аннигиляционного гамма-излучения, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах руды с минимальным и максимальным эффективным атомным номером \bar{Z} измеряют энергетическое распределение вторичного гамма-излучения при различной длине зонда, находят длину зонда L_1 , при которой достигается максимальная дифференциация интенсивности в области аннигиляционного гамма-излучения ($\sim 0,51$ МэВ) от стандартных образцов руды с минимальным и максимальным \bar{Z} , находят длину зонда L_2 и энергетический интервал ΔE в области рассеянного гамма-излучения, при которых достигается минимальная дифференциация интенсивности рассеянного гамма-излучения от стандартных образцов руды с минимальным и максимальным \bar{Z} , а эффективный атомный номер руды определяют по интенсивности аннигиляционного гамма-излучения с энергией $0,51$ МэВ, измеренной при найденной длине зонда L_1 совместно с интенсивностью рассеянного гамма-излучения в энергетическом интервале ΔE , измеренной при найденной длине зонда L_2 . Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения и повышении точности анализа руд за счет дополнительного измерения интенсивности аннигиляционного гамма-излучения при найденной длине зонда L_1 и интенсивности рассеянного гамма-излучения в найденном энергетическом интервале ΔE , и длине зонда L_2 и определении \bar{Z} руды по интенсивности аннигиляционного гамма-излучения с энергией $0,51$ МэВ, измеренной при найденной длине зонда L_1 совместно с интенсивностью рассеянного гамма-излучения в энергетическом интервале ΔE , измеренной при найденной длине зонда L_2 .

B1**044857****044857****B1**

Изобретение относится к ядерно-геофизическим способам анализа вещественного состава сложных веществ, в частности определения эффективного атомного номера.

Широко известен гамма-гамма метод, заключающийся в облучении вещества гамма-излучением и регистрации рассеянного гамма-излучения (Гамма-методы в рудной геологии. Под редакцией А.П. Очкура. Л. Недра, 1976, 407 с).

Недостатком известного способа является сравнительно низкая глубинность исследований, обусловленная применением первичного гамма-излучения с невысокой энергией, что приводит к низкой представительности (достоверности) анализа руд.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является гамма-аннигиляционный способ, основанный на облучении руд высокоэнергетическим гамма-излучением с энергией выше 1,022 МэВ и регистрации аннигиляционного гамма-излучения, возникающего при образовании электронно-позитронных пар (Пак Ю.Н., Пак Д.Ю. Ядерные технологии в геофизических исследованиях. Карагандинский гос. технический университет. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. - 346 с).

Недостатком известного способа является невысокая точность анализа (определение эффективного атомного номера), обусловленная влиянием переменной плотности анализируемых руд на результаты гамма-аннигиляционного способа.

Задачей изобретения является повышение точности определения эффективного атомного номера руд и веществ сложного состава.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения и повышении точности при анализе руд и веществ сложного состава.

Поставленная задача решается следующим образом.

В процессе облучения руды высокоэнергетическим гамма-излучением и регистрации аннигиляционного гамма-излучения на стандартных образцах руды с минимальным и максимальным эффективным атомным номером \bar{Z} измеряют энергетическое распределение вторичного гамма-излучения при различной длине зонда L . На основе измеренных энергетических распределений вторичного гамма-излучения находят длину зонда L_1 , при которой достигается максимальная дифференциация интенсивности в области аннигиляционного гамма-излучения ($\sim 0,51$ МэВ) от стандартных образцов руды с минимальным и максимальным значением \bar{Z} , находят длину зонда L_2 и энергетический интервал ΔE в области рассеянного гамма-излучения, при которых наблюдается минимальная дифференциация интенсивности рассеянного гамма-излучения от стандартных образцов руды с минимальным и максимальным \bar{Z} .

По интенсивности аннигиляционного гамма-излучения с энергией 0,51 МэВ, измеренной при найденной длине зонда L_1 , совместно с интенсивностью рассеянного гамма-излучения в энергетическом интервале ΔE , измеренной при найденной длине зонда L_2 , определяют эффективный атомный номер РУ-ДЫ.

Измерение интенсивности аннигиляционного гамма-излучения при найденной длине зонда L_1 и рассеянного гамма-излучения в энергетическом интервале ΔE при найденной длине зонда L_2 обеспечивают максимальную контрастность способа к \bar{Z} и минимальное влияние переменной плотности.

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на стандартных образцах руды с минимальным и максимальным эффективным атомным номером \bar{Z} измеряют энергетическое распределение вторичного гамма-излучения при различной длине зонда, находят длину зонда L_1 , при которой достигается максимальная дифференциация интенсивности в области аннигиляционного гамма-излучения ($\sim 0,51$ МэВ) от стандартных образцов руды с минимальным и максимальным \bar{Z} , находят длину зонда L_2 и энергетический интервал ΔE в области рассеянного гамма-излучения, при которых достигается минимальная дифференциация интенсивности рассеянного гамма-излучения от стандартных образцов руды с минимальным и максимальным \bar{Z} , а эффективный атомный номер руды определяют по интенсивности аннигиляционного гамма-излучения с энергией 0,51 МэВ, измеренной при найденной длине зонда L_1 совместно с интенсивностью рассеянного гамма-излучения в энергетическом интервале ΔE , измеренной при найденной длине зонда L_2 .

Пример реализации способа. В качестве анализируемого вещества выбрано железорудное сырье, в котором содержание железа C_{Fe} менялось в интервале 20,5-65,2%, значение \bar{Z} варьировало в пределах 12,1-18,2. Энергетическое распределение вторичного гамма-излучения измерялось многоканальным анализатором АИ-1024 и сцинтилляционным детектором NaI(Tl). В качестве источника первичного гамма-излучения служил кобальт-60 ($\sim 1,25$ МэВ). На стандартных образцах железорудного сырья с минимальным эффективным атомным номером 12,1 и максимальным эффективным атомным номером 18,2 изучены энергетические спектры. Найдены оптимальные параметры измерений: $L_1=6$ см, $L_2=27$ см, $\Delta E=93-110$ кэВ.

При найденных L_1 , L_2 и ΔE обеспечены максимальная дифференциация интенсивности аннигиляционного гамма-излучения и минимальная дифференциация интенсивности рассеянного гамма-излучения. Это обеспечило повышенную точность определения эффективного атомного номера в условиях переменной плотности и большем диапазоне колебаний эффективного атомного номера (содержания железа в руде).

В таблице представлены сопоставительные метрологические характеристики, полученные в процессе экспериментальной апробации предлагаемого способа анализа и способа-прототипа.

Способ	Интервал изменения $\frac{Z}{C_{Fe}, \%}$	Среднеквадратическая погрешность определения \bar{Z}
Предлагаемый	12,1 – 18,2	0,21
	20,5 – 65,2	
Способ-прототип	12,1 – 18,2	0,31
	20,5 – 65,2	

Предлагаемый ядерно-геофизический способ анализа руд в сравнении со способом-прототипом отличается повышенной точностью определения эффективного атомного номера в большом диапазоне его изменения, что существенно расширяет сферу применения способа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Ядерно-геофизический способ анализа руд, основанный на облучении руд высокоэнергетическим гамма-излучением с энергией выше $\sim 1,02$ МэВ и регистрации аннигиляционного гамма-излучения, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах руды с минимальным и максимальным эффективным атомным номером \bar{Z} измеряют энергетическое распределение вторичного гамма-излучения при различной длине зонда, находят длину зонда L_1 , при которой достигается максимальная дифференциация интенсивности в области аннигиляционного гамма-излучения ($\sim 0,51$ МэВ) от стандартных образцов руды с минимальным и максимальным \bar{Z} , находят длину зонда L_2 и энергетический интервал ΔE в области рассеянного гамма-излучения, при которых достигается минимальная дифференциация интенсивности рассеянного гамма-излучения от стандартных образцов руды с минимальным и максимальным \bar{Z} , а эффективный атомный номер руды определяют по интенсивности аннигиляционного гамма-излучения с энергией $0,51$ МэВ, измеренной при найденной длине зонда L_1 совместно с интенсивностью рассеянного гамма-излучения в энергетическом интервале ΔE , измеренной при найденной длине зонда L_2 .

