

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202390784 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2023.10.05

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

(22) Дата подачи заявки  
2023.03.02

(54) ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ СПОСОБ АНАЛИЗА РУД

(96) KZ2023/011 (KZ) 2023.03.02

(71) Заявитель:  
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)

(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  $\Delta E$  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  $\Delta E$ , 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  $\Delta E$  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  $\Delta E$ , измеренной при найденной длине зонда  $L_2$ .

A1

202390784

202390784

A1

## ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ СПОСОБ АНАЛИЗА РУД

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  $\Delta E$  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  $\Delta E$ , измеренной при найденной длине зонда  $L_2$ , определяют эффективный атомный номер руды.

Измерение интенсивности аннигиляционного гамма-излучения при найденной длине зонда  $L_1$  и рассеянного гамма-излучения в энергетическом интервале  $\Delta E$  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  $\Delta E$  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  $\Delta E$ , 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 NaJ(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  $\Delta E$  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

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  $\Delta E$  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  $\Delta E$ , измеренной при найденной длине зонда  $L_2$ .

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

Номер евразийской заявки:

**202390784**

**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

**G01N 23/20066 (2018.01)**

**G01N 23/22 (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	EA 201900088 A1 (ПАК ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ), 01.04.2020, весь документ	1
A	SU 1755145 A1 (НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "СИБЦВЕТМЕ-ТАВТОМАТИКА"), 15.08.1992, весь документ	1
A	RU 2 419 087 C1 (ВОЛКОВ АНТОН ИВАНОВИЧ), 20.05.2011, весь документ	1
A	WO 2002/003055 A2 (TROXLER ELECTRONIC LAB INC, DEP W LINUS, TROXLER ROBERT), 20.01.2002, весь документ	1
A	JPH 10-31100 A (KAGAKU GIJUTSU SHINKO JIGYODAN ), 03.02.1998, 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

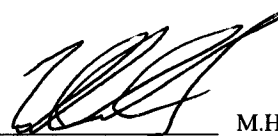
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«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