

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035021**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.04.17

(51) Int. Cl. **G01N 23/22 (2006.01)**
G01V 5/10 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900102

(22) Дата подачи заявки
2019.01.21

(54) **СПОСОБ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ РУДЫ СЛОЖНОГО СОСТАВА**

(43) **2020.04.16**

(56) SU-A1-1763946
JP-A-2014227559
US-A-3955087
RU-C1-2582901

(96) **KZ2019/005 (KZ) 2019.01.21**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПАК ЮРИЙ; БАЛБЕКОВА БАХЫТ
КАБКЕНОВНА (KZ)**

(72) Изобретатель:
**Пак Юрий, Балбекова Бахыт
Кабкеновна, Пак Дмитрий Юрьевич,
Садчиков Александр Викторович
(KZ)**

(57) Изобретение относится к способам анализа сложных веществ ядерно-физическими методами. Задачей изобретения является повышение чувствительности и точности определения влажности руд сложного состава в широком диапазоне изменения влажности и компонентного состава руды. Предложен способ контроля влажности руды сложного состава, основанный на ее облучении быстрыми нейтронами и регистрации тепловых нейтронов, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах руды с известной влажностью, последовательно меняя длину зонда, устанавливают зависимость интенсивности тепловых нейтронов от длины зонда и влажности руды, по которым находят закономерность смещения инверсионной длины зонда (длины зонда, при которой наблюдается нечувствительность интенсивности тепловых нейтронов к влажности) от влажности руды, по найденной закономерности, исходя из максимально возможной влажности руды, находят инверсионную длину зонда L_1 , из минимально возможной влажности - инверсионную длину зонда L_2 , на анализируемой руде при длине зонда менее найденной L_1 измеряют интенсивность тепловых нейтронов N_1 , при длине зонда более найденной L_2 измеряют интенсивность тепловых нейтронов N_2 , а влажность руды определяют по величине отношения N_1/N_2 измеренных интенсивностей тепловых нейтронов. Технический результат заявляемого изобретения состоит в расширении сферы применения и повышении чувствительности и точности измерения влажности в условиях значительной изменчивости влажности и компонентного состава руд за счет нахождения закономерности смещения инверсионной длины зонда (длины зонда, при которой наблюдается нечувствительность интенсивности тепловых нейтронов к влажности) от влажности руды, измерении интенсивностей тепловых нейтронов N_1 при длине зонда менее L_1 и N_2 - при более L_2 и определении влажности руды по величине отношения измеренных интенсивностей N_1/N_2 .

B1

035021

035021

B1

Изобретение относится к способам анализа сложных веществ ядерно-физическими методами. Оно может быть использовано для экспрессного определения влажности различных сырьевых материалов в горнодобывающей и перерабатывающей отраслях промышленности.

Известен способ определения влажности материалов, основанный на облучении потоком быстрых нейтронов и регистрации тепловых нейтронов, возникающих в процессе замедления быстрых (Мейер В.А., Ваганов П.А. и др. Методы ядерной геофизики. Издательство ЛГУ, 1988, 219с).

Недостатком известного способа является значительная погрешность оценки влажности, обусловленная влиянием вещественного состава анализируемой руды (различием элементов в нейтронно-замедляющей способности).

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является нейтронный способ, заключающийся в облучении вещества быстрыми нейтронами и регистрации тепловых нейтронов при двух длинах зонда (Алексеев Ф.А. и др. Ядерная геофизика при исследовании нефтяных месторождений. М. Недра, 1978, с. 212).

Недостатком известного способа заключается в невысокой чувствительности к влажности и неоднородности интенсивности тепловых нейтронов от влажности, обусловленной некорректным выбором длины зондов, при котором теряется чувствительность способа.

Задачей изобретения является повышение чувствительности и точности определения влажности руды сложного состава в широком диапазоне изменения влажности и компонентного состава руды.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения и повышении чувствительности способа в условиях значительной изменчивости влажности и компонентного состава руды.

Поставленная задача решается следующим образом. В процессе облучения руды сложного состава потоком быстрых нейтронов дополнительно на стандартных образцах руды с известной влажностью, последовательно меняя длину зонда, устанавливают зависимость интенсивности тепловых нейтронов от длины зонда и влажности руды, по которым находят закономерность смещения инверсионной длины зонда (длины зонда, при которой наблюдается нечувствительность интенсивности тепловых нейтронов к влажности) от влажности руды, по найденной закономерности, исходя из максимально возможной влажности руды, находят инверсионную длину зонда L_1 , из минимально возможной влажности - инверсионную длину зонда L_2 , а на анализируемой руде при длине зонда менее найденной L_1 измеряют интенсивность тепловых нейтронов N_1 , при длине зонда более найденной L_2 измеряют интенсивность тепловых нейтронов N_2 , а влажность руды определяют по величине отношения N_1/N_2 измеренных интенсивностей тепловых нейтронов.

Интенсивность тепловых нейтронов в веществе сложного состава при попадании в него быстрых нейтронов в основном зависит от замедляющих и поглощающих характеристик анализируемого вещества. Нейтронно-замедляющая способность руды определяется преимущественно влажностью (водородосодержанием) материала. Нейтронно-поглощающая способность определяется наличием элементов с большим сечением радиационного захвата тепловых нейтронов. В железных рудах и продуктах их переработки основные породообразующие элементы Al, Si, S, Ca, Mg имеют сечение захвата тепловых нейтронов на порядок ниже, чем у железа. Таким образом, поле тепловых нейтронов сложным образом зависит от влажности руды, его вещественного состава, содержания аномальных поглотителей тепловых нейтронов и длины зонда (расстояние от источника быстрых нейтронов до детектора тепловых нейтронов).

Экспериментальными исследованиями на железосодержащих рудах различной влажности и компонентного состава установлены сложные закономерности изменения поля тепловых нейтронов от длины зонда и влажности руды.

В целом наблюдается инверсионный характер зависимости интенсивности тепловых нейтронов от длины зонда и влажности руды. Инверсионный характер означает, что при определенной длине зонда показания способа (интенсивность тепловых нейтронов) от руд с различной влажностью будут одинаковыми и что с изменением влажности интенсивность тепловых нейтронов возрастает, достигает максимального значения, а затем при дальнейшем увеличении влажности интенсивность снижается. Область максимума (инверсии) означает нечувствительность зонда к влажности. Область инверсии для малых зондов наступает при больших значениях влажности. Для руд с незначительной влажностью область инверсии смещается в сторону больших длин зонда. На основании этих исследований найдена закономерность смещения инверсионной длины зонда (длины зонда, при которой наблюдается нечувствительность интенсивности тепловых нейтронов к влажности) от влажности руды.

Для железной руды с минимально возможной влажностью (~2%) и максимально возможной влажностью (~19%) найдены инверсионные длины зонда соответственно 52 и 9 см. Таким образом, зонд с длиной зонда меньше 9 см (доинверсионный) и зонд с длиной зонда более 52 см (заинверсионный) будут более однозначно связаны с влажностью. Показания доинверсионного зонда (интенсивность тепловых нейтронов) будут однозначно увеличиваться с ростом влажности руды, а показания заинверсионного зонда наоборот снижаться с увеличением влажности. Отсюда величина отношения интенсивности тепловых нейтронов при доинверсионной длине зонда (менее 9 см) к интенсивности тепловых нейтронов при заинверсионной длине зонда (более 52 см) будет автоматически учитывать влияние непостоянства компонентного состава, в частности содержания железа в руде, и будет более дифференцированной к изме-

нению влажности, что существенно повышает чувствительность способа к влажности и расширяет сферу применения способа.

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на стандартных образцах руды с известной влажностью, последовательно меняя длину зонда, устанавливают зависимость интенсивности тепловых нейтронов от длины зонда и влажности руды, по которым находят закономерность смещения инверсионной длины зонда (длины зонда, при которой наблюдается нечувствительность интенсивности тепловых нейтронов к влажности) от влажности руды. Исходя из максимально возможной влажности и минимально возможной влажности согласно найденной закономерности находят соответственно инверсионную длину зонда L_1 и L_2 . На анализируемой руде при длине зонда менее найденной L_1 измеряют интенсивность тепловых нейтронов N_1 , при длине зонда более найденной L_2 измеряют интенсивность тепловых нейтронов N_2 , а влажность руды определяют по величине отношения N_1/N_2 измеренных интенсивностей тепловых нейтронов.

Пример реализации способа.

Стандартные образцы железной руды массой около 60 кг облучались потоком быстрых нейтронов от ампульного Po-Be источника мощностью $5 \cdot 10^5$ нейтр./с. Регистрация тепловых нейтронов осуществлялась пропорциональным счетчиком с борным наполнением. Между источником быстрых нейтронов и детектором тепловых нейтронов размещался защитный экран из парафина и свинца. Длина зонда (расстояние между источником и детектором) менялась в интервале 5-60 см. Влажность руды менялась в диапазоне от 2 до 19%. Исходя из минимально возможной влажности (2%) согласно найденной закономерности смещения инверсионной длины зонда от влажности находим инверсионную длину зонда L_1 , равную 52 см; из максимально возможной влажности (19%) находим инверсионную длину зонда L_2 , равную 9 см. Доинверсионный зонд выбран равным 7 см, заинверсионный зонд - 55 см.

Доинверсионным зондом 7 см (менее L_1) и заинверсионным зондом 55 см (более L_2) измеряли интенсивность тепловых нейтронов, по величине отношения измеренных интенсивностей определяли влажность руды.

В таблице представлены сопоставительные метрологические характеристики предлагаемого способа (изобретения) и способа-прототипа.

Способ	Диапазон, %		Чувствительность к влажности, проц./%	Погрешность измерения влажности, % абс.
	влажности	содержание Fe		
Прототип	2-19	17-36	6,7	1,24
Предлагаемый	2-19	17-36	9,5	0,85

Предлагаемый способ контроля влажности руды сложного состава характеризуется повышенной чувствительностью к влажности и меньшей погрешностью измерения влажности в условиях значительной изменчивости влажности и компонентного состава, что существенно расширяет сферу его применения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ контроля влажности руды сложного состава, основанный на ее облучении быстрыми нейтронами и регистрации тепловых нейтронов, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах руды с известной влажностью, последовательно меняя длину зонда, устанавливают зависимость интенсивности тепловых нейтронов от длины зонда и влажности руды, по которым находят закономерность смещения инверсионной длины зонда, при которой наблюдается нечувствительность интенсивности тепловых нейтронов к влажности от влажности руды, по найденной закономерности, исходя из максимально возможной влажности руды, находят инверсионную длину зонда L_1 , из минимально возможной влажности - инверсионную длину зонда L_2 , на анализируемой руде при длине зонда менее найденной L_1 измеряют интенсивность тепловых нейтронов N_1 , при длине зонда более найденной L_2 измеряют интенсивность тепловых нейтронов N_2 , а влажность руды определяют по величине отношения N_1/N_2 измеренных интенсивностей тепловых нейтронов.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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