

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045116**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.10.30

(51) Int. Cl. **G01T 1/16** (2006.01)
G01N 23/00 (2006.01)
G01V 5/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202390979

(22) Дата подачи заявки
2023.04.17

(54) **РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УГЛЯ**(43) **2023.10.18**(96) **KZ2023/025 (KZ) 2023.04.17**

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

**Тебаева Анар Юлаевна, Матонин
Владимир Викторович, Тимошенко
Павел Сергеевич, Насырова Зарина
Фаритовна (KZ)**

(72) Изобретатель:
**Пак Юрий, Пак Дмитрий Юрьевич,
Ратов Боранбай Товбасарович,
Умирова Гульзада Кубашевна,
Исагалиева Айгуль Калиевна,**

(56) **KZ-B-34846
KZ-B-33898
SU-A1-1803899
US-A-4118623
RU-C2-2158943**

(57) Изобретение относится к физическим способам анализа углей. Задачей изобретения является повышение чувствительности определения зольности угля в большом диапазоне ее изменения и компонентного состава минеральной части. Радиометрический способ контроля качества углей, заключающийся в измерении интенсивности естественного гамма-излучения, возникающего при распаде радиоактивных элементов, слагающих уголь, отличается тем, что дополнительно на стандартных образцах угля: с минимально возможной зольностью измеряют отношение интенсивностей естественного гамма-излучения урана N_U с энергией 2,2 МэВ и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\Psi_{min}^U = \left(\frac{N_U}{N_K}\right)_{min}$, отношение интенсивностей естественного гамма-излучения

тория N_{Th} с энергией 2,62 МэВ и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\Psi_{min}^{Th} = \left(\frac{N_{Th}}{N_K}\right)_{min}$, с максимально возможной зольностью измеряют отношение интенсивностей естественного гамма-излучения

урана N_U с энергией 2,2 МэВ и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\Psi_{max}^U = \left(\frac{N_U}{N_K}\right)_{max}$, отношение интенсивностей естественного гамма-излучения тория N_{Th} с энергией 2,62 МэВ и калия N_K с

энергией 1,46 МэВ $\Psi_{max}^{Th} = \left(\frac{N_{Th}}{N_K}\right)_{max}$, на контролируемом угле измеряют отношение интенсивностей

гамма-излучения урана и калия $\Psi_i^U = \left(\frac{N_U}{N_K}\right)_i$, тория и калия $\Psi_i^{Th} = \left(\frac{N_{Th}}{N_K}\right)_i$, а зольность угля определяют по интегральной интенсивности естественного гамма-излучения угля совместно

с измеренными соотношениями интенсивностей $\frac{\Psi_i^U}{\Psi_{min}^U - \Psi_{max}^U}$, $\frac{\Psi_i^{Th}}{\Psi_{min}^{Th} - \Psi_{max}^{Th}}$. Технический результат

изобретения состоит в расширении сферы применения способа за счет того, что дополнительно на стандартных образцах угля с минимальной и максимальной возможной зольностью измеряют соответственно отношение интенсивностей естественного гамма-излучения урана N_U и калия N_K

Ψ_{min}^U и Ψ_{max}^U и отношение интенсивностей естественного гамма-излучения тория N_{Th} и калия N_K

Ψ_{min}^{Th} и Ψ_{max}^{Th} и определении зольности по интегральной интенсивности естественного гамма-

излучения совместно с измеренными соотношениями интенсивностей $\frac{\Psi_i^U}{\Psi_{min}^U - \Psi_{max}^U}$, $\frac{\Psi_i^{Th}}{\Psi_{min}^{Th} - \Psi_{max}^{Th}}$.

B1**045116****045116****B1**

Изобретение относится к физическим способам анализа углей и может быть использовано для контроля зольности угля в процессе его добычи, складирования и переработки в горнодобывающей и энергетической отраслях промышленности.

Известен радиометрический способ контроля зольности углей, основанный на измерении интенсивности гамма-излучения, испускаемого природными радиоактивными элементами, находящимися в составе углей (Филиппов Е.М. Ядерная разведка полезных ископаемых. Справочник. Киев. Наукова думка, 1978, с. 588).

Недостатком известного способа является неоднозначность результатов в большом диапазоне изменения зольности и высокая погрешность определения зольности, достигающая 5-7% абс. Это обусловлено следующим. В ископаемых углях в основном могут находиться природные радиоактивные элементы уран-238, торий-232 и калий-40. Их концентрация в углях меняется сложным образом и, как правило, вне четкой зависимости от зольности.

Поэтому интегральная интенсивность естественного гамма-излучения не является однозначной функцией зольности угля. Отсюда и значительная погрешность определения зольности угля по интенсивности его природного гамма-излучения.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ определения зольности, основанный на измерении интегральной интенсивности естественного гамма-излучения угля совместно с интенсивностями гамма-излучений U^{238} с энергией 2,2 МэВ, Th^{232} с энергией 2,62 МэВ и K^{40} с энергией 1,46 МэВ (патент Республики Казахстан № 34846, 2021. Авторы: Пак Ю.Н., Пак Д.Ю., Ибатов М.К. и др.).

Недостатком известного способа является сравнительно низкая чувствительность анализа углей в широком диапазоне изменения зольности угля и его компонентного состава.

Задачей изобретения является повышение чувствительности определения зольности угля в большом диапазоне ее изменения и компонентного состава минеральной части.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения способа. Поставленная задача решается следующим образом. В процессе измерения интенсивности естественного гамма-излучения угля дополнительно на стандартных образцах угля: с минимально возможной зольностью измеряют отношение интенсивностей естественного гамма-излучения урана N_U с энергией 2,2 МэВ и калия

N_K с энергией 1,46 МэВ $\Psi_{min}^U = \left(\frac{N_U}{N_K}\right)_{min}$, отношение интенсивностей естественного гамма-излучения тория N_{Th} с энергией 2,62 МэВ и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\Psi_{min}^{Th} = \left(\frac{N_{Th}}{N_K}\right)_{min}$, с максимально возможной зольностью измеряют отношение интенсивностей естественного гамма-излучения урана N_U с энергией

2,2 МэВ и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\Psi_{max}^U = \left(\frac{N_U}{N_K}\right)_{max}$, отношение интенсивностей естественного гамма-излучения тория N_{Th} с энергией 2,62 МэВ и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\Psi_{max}^{Th} = \left(\frac{N_{Th}}{N_K}\right)_{max}$, на контролируемом угле измеряют отношение интенсивностей гамма-излучения урана и калия

$\Psi_i^U = \left(\frac{N_U}{N_K}\right)_i, \Psi_i^{Th} = \left(\frac{N_{Th}}{N_K}\right)_i$, а зольность угля определяют по интегральной интенсивности естественного

гамма-излучения угля совместно с измеренными соотношениями интенсивностей $\frac{\Psi_i^U}{\Psi_{min}^U - \Psi_{max}^U}; \frac{\Psi_i^{Th}}{\Psi_{min}^{Th} - \Psi_{max}^{Th}}$.

Естественная радиоактивность углей в основном обуславливается природными радионуклидами уран-238, торий-232 и калий-40. Распространенность этих естественных радионуклидов в различных минералах и горных породах существенно различна (Ерофеев Л.Я., Вахромеев Г.С., Зинченко В.С. и др. Физика горных пород. Изд-во Томского политехнического института, 2011, с. 520). При этом естественная радиоактивность углей различных месторождений может быть обусловлена различными радионуклидами с различными концентрациями. Например, радиоактивность углей Печорского бассейна (Россия) в основном определяется наличием глинистых фракций, преимущественно содержащих радионуклид K^{40} . В Экибастузских углях (Казахстан) содержание урана колеблется в интервале 1,1-1,4 г/т, а тория - 3,1-4,5 г/т. Среднемировые концентрации радионуклидов в углях колеблются: K^{40} - 140-850 Бк/кг; Th^{232} - 11-64 Бк/кг; U^{238} - 17-60 Бк/кг.

Распределение урана и тория в углях неравномерно и определяется совокупным влиянием ряда факторов: неоднородностью компонентного состава минеральных включений, различием условий накопления радионуклидов, степенью метаморфизма и диагенеза. Причем уран и торий в зависимости от геохимических особенностей могут находиться в углях в разной форме. Радионуклид калий-40 в основном содержится в глинистых минералах, входящих в золообразующую часть.

При колебании компонентного состава минеральной (золообразующей) части угля изменяется интегральная интенсивность естественного гамма-излучения угля и интенсивности гамма-излучений отдельных радионуклидов (U^{238} , Th^{232} , K^{40}). Установлено, что в углях с переменной зольностью и изменчивым компонентным составом отношение концентраций урана и калия меняется в 7 раз, а отношение концентраций тория и калия - в 6,3 раза.

Указанные отношения U/K, Th/K - это важные индикаторы миграции радионуклидов в структуре угля, позволяющие учесть изменчивость компонентного состава, связанного с зольностью угля. Это позволяет скорректировать результаты (интегральную интенсивность естественного гамма-излучения угля) с учетом дополнительно измеренных отношений интенсивностей N(U)/N(K) и N(Th)/N(K) для углей с минимально и максимально возможной зольностью.

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на стандартных образцах угля с минимально и максимально возможной зольностью измеряют отношения ψ_{min}^U , ψ_{min}^{Th} , ψ_{max}^U , ψ_{max}^{Th} интенсивностей гамма-излучения соответствующих радионуклидов, а зольность угля определяют по интегральной интенсивности естественного гамма-излучения угля совместно с

измеренными соотношениями интенсивностей $\frac{\psi_i^U}{\psi_{min}^U - \psi_{max}^U}$; $\frac{\psi_i^{Th}}{\psi_{min}^{Th} - \psi_{max}^{Th}}$.

Предлагаемый радиометрический способ контроля качества апробирован на углях Карагандинского и Экибастузского месторождений. Рядовой уголь размещался в цилиндрической кювете диаметром 82 см и высотой 80 см. геометрия измерений и выбранные размеры измерительной кюветы позволяют добиться максимальной эффективности регистрации естественного гамма-излучения угля.

В процессе испытаний было проанализировано 24 пробы, в которых зольность менялась в диапазоне 15-45%. На каждой анализируемой пробе измерялись интегральная интенсивность естественного гамма-излучения угля с энергией выше 0,35 МэВ и соответствующие отношения ψ_i^U и ψ_i^{Th} .

Сопоставительные данные о погрешности определения зольности угля предлагаемым способом и способом-прототипом даны в таблице.

Способ	Диапазон изменения зольности, %	Относительная чувствительность проц./% абс.
Предлагаемый	15-45	2,3
Прототип	15-45	1,83

Предлагаемый радиометрический способ контроля качества угля в сравнении с известным способом обладает повышенной чувствительностью к зольности в большом диапазоне ее изменения, что расширяет сферу применения способа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Радиометрический способ контроля качества углей, заключающийся в измерении интенсивности естественного гамма-излучения, возникающего при распаде радиоактивных элементов, слагающих уголь, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах угля: с минимально возможной зольностью измеряют отношение интенсивностей естественного гамма-излучения урана N_{Th} с энергией 2,2 МэВ

и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\psi_{min}^U = \left(\frac{N_U}{N_K}\right)_{min}$, отношение интенсивностей естественного гамма-

излучения тория N_{Th} с энергией 2,62 МэВ и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\psi_{min}^{Th} = \left(\frac{N_{Th}}{N_K}\right)_{min}$, с максимально

возможной зольностью измеряют отношение интенсивностей естественного гамма-излучения урана N_U с энергией 2,2 МэВ и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\psi_{max}^U = \left(\frac{N_U}{N_K}\right)_{max}$, отношение интенсивностей есте-

ственного гамма-излучения тория N_{Th} с энергией 2,62 МэВ и калия N_K с энергией 1,46 МэВ $\psi_{max}^{Th} = \left(\frac{N_{Th}}{N_K}\right)_{max}$, на контролируемом угле измеряют отношение интенсивностей гамма-излучения урана и

калия $\psi_i^U = \left(\frac{N_U}{N_K}\right)_i$, тория и калия $\psi_i^{Th} = \left(\frac{N_{Th}}{N_K}\right)_i$, а зольность угля определяют по интегральной интенсивности естественного гамма-излучения угля совместно с измеренными соотношениями интенсивностей

$\frac{\psi_i^U}{\psi_{min}^U - \psi_{max}^U}$; $\frac{\psi_i^{Th}}{\psi_{min}^{Th} - \psi_{max}^{Th}}$.

