

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202390979 (13) A1

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2023.10.18(51) Int. Cl. G01T 1/16 (2006.01)  
G01N 23/00 (2006.01)  
G01V 5/00 (2006.01)(22) Дата подачи заявки  
2023.04.17

## (54) РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УГЛЯ

(96) KZ2023/025 (KZ) 2023.04.17

(72) Изобретатель:

(71) Заявитель:  
ПАК ЮРИЙ (KZ)

Пак Юрий, Пак Дмитрий Юрьевич,  
Ратов Боранбай Товбасарович,  
Умирова Гульзада Кубашевна,  
Исагалиева Айгуль Калиевна,  
Тебаева Анар Юлаевна, Матонин  
Владимир Викторович, Тимошенко  
Павел Сергеевич, Насырова Зарина  
Фаритовна (KZ)

(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, отличающийся 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  $N_K$  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  $N_K$   $\Psi_{min}^U$  и  $\Psi_{max}^U$  и отношение интенсивностей естественного гамма-излучения тория  $N_{Th}$  и калия  $N_K$   $\Psi_{min}^{Th}$  и  $\Psi_{max}^{Th}$  и определении зольности по интегральной интенсивности естественного гамма-

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

A1

202390979

202390979

A1

## РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УГЛЯ

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  $\Psi_{min}^U, \Psi_{min}^{Th}, \Psi_{max}^U, \Psi_{max}^{Th}$  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  $\Psi_i^U$  и  $\Psi_i^{Th}$ .

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

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  $N_U$  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  $\frac{\Psi_i^U}{\Psi_{min}^U - \Psi_{max}^U}$ ;  $\frac{\Psi_i^{Th}}{\Psi_{min}^{Th} - \Psi_{max}^{Th}}$ .

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

Номер евразийской заявки:

**202390979**

**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

**G01T 1/16 (2006.01)**  
**G01N 23/00 (2006.01)**  
**G01V 5/00 (2006.01)**

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)  
G01N 23, G01V 5/00 - 5/14, G01T 1

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)  
Esp@cenet, PatSearch, ЕАПАТИС, Google Patents, PATENTSCOPE

**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A, D	KZ 34846 В (ПАК Ю. Н. и др.), 15.01.2021, реферат	1
A	KZ 33898 В (ПАК Ю. Н. и др.), 13.09.2019, реферат	1
A	SU 1803899 А1 (ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА, ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ АН УССР), 23.03.1993, реферат	1
A	US 4118623 А (CONTINENTAL OIL CO), 03.10.1978, реферат	1
A	RU 2158943 С2 (КАЗАНСКАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ, АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ОТКРЫТОГО ТИПА НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН), 10.11.2000, реферат	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

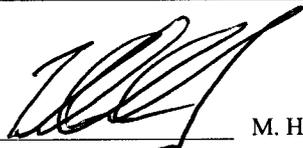
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **14/07/2023**

Уполномоченное лицо:

Заместитель начальника отдела механики,  
физики и электротехники

  
М. Н. Юсупов