

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038002**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.06.22

(21) Номер заявки
202000087

(22) Дата подачи заявки
2020.02.06

(51) Int. Cl. **G01N 23/203** (2006.01)
G01N 23/223 (2006.01)
G01V 5/12 (2006.01)

(54) **СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТВЕРДОГО ТОПЛИВА**

(43) **2021.06.18**

(96) **KZ2020/005 (KZ) 2020.02.06**

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

(72) Изобретатель:
**Пак Юрий, Пак Дмитрий Юрьевич,
Каскатаева Куралай Балапашовна,
Кенетаева Айгуль Акановна,
Каукенова Эсем Сабиткызы,
Иманбаева Света Бакытовна (KZ)**

(56) KZ-A4-23578
SU-A1-1392470
US-A-4415804
ПАК Ю.Н. К методике повышения точности
анализа зольности угля. Заводская лаборатория,
1980, №8, с. 743-744
US-A-4486894

(57) Изобретение относится к физическим способам анализа веществ. Предлагаемый способ контроля качества твердого топлива, заключающийся в его облучении гамма-излучением с энергией ниже К-края поглощения железа и измерении интенсивности вторичного излучения, отличается тем, что дополнительно на стандартных образцах топлива с минимально возможной зольностью и различным содержанием кальция в золе устанавливают зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра d , по ней находят толщину d_1 , при которой интенсивность не зависит от содержания кальция в золе, а на стандартных образцах топлива с максимально возможной зольностью и различным содержанием кальция в золе устанавливают зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра, по ней находят толщину d_2 , при которой интенсивность не зависит от содержания кальция в золе, а зольность определяют по интенсивности вторичного излучения совместно с отношением интенсивностей, измеренных при d_1 и d_2 . Технический результат изобретения заключается в расширении диапазона применения и повышении точности контроля зольности за счет дополнительного измерения интенсивностей вторичного излучения при найденных толщинах фильтра.

B1

038002

038002

B1

Изобретение относится к физическим способам анализа сложных веществ, в частности способам контроля качества твердого топлива с помощью гамма-излучения. Оно может быть использовано для экспрессного анализа в процессе добычи и переработки твердого топлива в горнодобывающей, металлургической и других отраслях промышленности.

Широко известны физические способы контроля качества твердого топлива, основанные на рассеянии гамма-излучения (Старчик Л.П., Пак Ю.Н. Ядерно-физические методы контроля качества твердого топлива. М. "Недра", 1985, 224 с).

Недостатком этих известных способов является значительная погрешность определения качества (зольности), обусловленная непостоянством элементного состава минеральной части топлива, приводящее к дифференциации эффективного атомного номера топлива не только от зольности топлива но и вещественного состава его минеральной части, в частности железа и кальция.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ, основанный на облучении топлива низкоэнергетическим гамма-излучением с энергией ниже энергии К-края поглощения железа и регистрации ослабленного фильтром определенной толщины вторичного излучения, включающего рассеянное гамма-излучение и флуоресцентное излучение кальция. (Пак Ю.Н. К методике повышения точности анализа зольности угля. - Заводская лаборатория, 1980, № 8, с. 743-744).

Данный способ практически полностью устраняет дестабилизирующее действие колебаний содержания наиболее тяжелого золообразующего элемента, каким является железо. Однако влияние непостоянства содержания кальция в золе сохраняется в условиях когда зольность топлива варьирует в значительных пределах. Поэтому недостатком известного способа является ограниченность его применения и низкая точность определения качества топлива в условиях, когда зольность меняется в значительных пределах.

Задачей изобретения является расширение сферы его применения и повышение точности анализа в условиях значительной изменчивости зольности топлива.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения и повышении точности контроля зольности топлива в условиях значительной изменчивости как зольности, так и вещественного состава минеральной массы, в частности содержания кальция в золе.

Поставленная задача решается следующим образом.

Интенсивность рассеянного топливом низкоэнергетического гамма-излучения зависит от эффективного атомного номера топлива, который находится в тесной зависимости от зольности и вещественного состава минеральной (золообразующей) массы топлива. При использовании низкоэнергетического гамма-излучения (менее энергии К-края поглощения железа) кальций по коэффициенту фотоэлектрического поглощения становится наиболее тяжелым золообразующим элементом. Поэтому при колебании состава золы (содержания кальция в золе) интенсивность рассеянного гамма-излучения будет меняться и вносить помехи в результаты анализа твердого топлива. Экспериментальными исследованиями на топливе различной зольности и различного содержания кальция в золе установлены качественно обратные закономерности изменения интенсивностей рассеянного гамма-излучения и флуоресцентного излучения кальция. Это дает возможность добиться определенной инвариантности результатов при колебании содержания кальция в золе путем измерения интегральной интенсивности вторичного излучения, включающего рассеянное топливом гамма-излучение (~5,9 кэВ) и флуоресцентное излучение кальция (~3,7 кэВ).

Искусственное ослабление вторичного излучения фильтром из легкого материала, например полиэтиленом, расширяет методические возможности способа, что обусловлено резко различными гамма-ослабляющими свойствами материала фильтра по отношению к рассеянному излучению (5,9 кэВ) и рентгеновскому флуоресцентному излучению кальция (~3,7 кэВ) и тем, что при изменении содержания кальция в золе приращение интенсивности флуоресцентного излучения выше приращения интенсивности рассеянного излучений.

Выявлены сложные закономерности интенсивности вторичного излучения от зольности топлива, содержания кальция в золе и толщины ослабляющего фильтра. Установлено, что при определенной толщине фильтра наблюдается независимость интенсивности вторичного излучения от содержания кальция в золе.

Например, фильтр толщиной 35 мг/см² служит оптимальным с точки зрения нечувствительности к вариациям кальция для топлива с зольностью в пределах 13-17%, а для высокозольного топлива (32-37%) оптимальная толщина фильтра около 60 мг/см². Четко прослеживается закономерность между оптимальной толщиной ослабляющего фильтра и зольностью топлива. Это позволяет в качестве корректирующего параметра выбрать зависимость интенсивности вторичного излучения, ослабленного фильтром различной толщины, по ней находят толщину d_1 , при которой интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в топливе с минимально возможной зольностью, а на топливе с максимально возможной зольностью и различным содержанием кальция устанавливают зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины фильтра, по ней находят толщину d_2 , при которой интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе.

Отношение интенсивностей вторичного излучения, измеренных при найденных толщинах d_1 и d_2 , служит однозначным показателем содержания кальция в золе в диапазоне зольности от минимальной до максимально возможной.

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на стандартных образцах топлива с минимально возможной зольностью и различным содержанием кальция в золе устанавливают зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра d , по ней находят толщину d_1 , при которой интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе, а на стандартных образцах топлива с максимально возможной зольностью и различным содержанием кальция в золе устанавливают зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра, по ней находят толщину d_2 , при которой интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе, а на твердом топливе неизвестного качества измеряют интенсивность вторичного излучения последовательно при найденных толщинах фильтра d_1 и d_2 , а зольность топлива определяют по интенсивности вторичного излучения совместно с отношением интенсивностей вторичного излучения, измеренных при d_1 и d_2 .

Пример реализации предлагаемого опыта.

Анализируемая проба топлива облучается гамма-излучением с энергией ниже энергии К-края поглощения железа (~7,11 кэВ) от радиоизотопного источника Fe-55 (5,9 кэВ). Пропорциональным газоразрядным счетчиком СИ-11Р регистрируется вторичное от пробы топлива излучение, которое включает в себя рассеянное гамма-излучение (5,9 кэВ) и флуоресцентное излучение кальция (~3,7 кэВ). Последовательно при найденных значениях толщины ослабляющего фильтра $d_1=26$ мг/см², $d_2=60$ мг/см² измеряют интенсивности вторичного излучения. Для топлива Карагандинского бассейна минимальная зольность выбрана равной 8,3%. Максимально возможная зольность - 39,6%. Содержание кальция в золе менялось в диапазоне 2,5-15,6%. Согласно описанной методике нахождения оптимальных значений толщины ослабляющего фильтра найдены: толщина $d_1=26$ мг/см², $d_2=60$ мг/см².

При выбранных толщинах ослабляющего фильтра ($d_1=26$ мг/см²; $d_2=60$ мг/см²) измеряют интенсивности вторичного излучения, а зольность топлива определяют по семейству зависимостей интенсивности вторичного излучения от зольности топлива при различных значениях отношения измеренных интенсивностей при найденных d_1 и d_2 (шифр кривых). Это позволяет добиться инвариантности результатов от колебаний содержания кальция в диапазоне изменения зольности топлива от минимальной до максимально возможной.

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

Способ	Диапазон изменения зольности, %	Пределы колебаний кальция в золе, %	Количество проб топлива	Погрешность, % абс.
Предлагаемый	9-16	3-13	16	0,74
	16-39	3-13	28	0,94
Прототип	9-16	3-13	16	0,92
	16-39	3-13	28	2,4

Предлагаемый способ в сравнении со способом-прототипом выгодно отличается повышенной точностью в условиях значительной изменчивости зольности топлива, что существенно расширяет сферу его применения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ контроля качества твердого топлива, заключающийся в его облучении гамма-излучением с энергией ниже К-края поглощения железа и измерении интенсивности вторичного излучения, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах топлива с минимально возможной зольностью и различным содержанием кальция в золе устанавливают зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра d , по ней находят толщину d_1 , при которой интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе, а на стандартных образцах топлива с максимально возможной зольностью и различным содержанием кальция в золе устанавливают зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра, по ней находят толщину d_2 , при которой интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе, а на твердом топливе неизвестного качества измеряют интенсивность вторичного излучения последовательно при найденных толщинах фильтра d_1 и d_2 , а зольность топлива определяют по интенсивности вторичного излучения совместно с отношением интенсивностей вторичного излучения, измеренных при d_1 и d_2 .

