

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034973**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.04.13(51) Int. Cl. **G01N 23/22 (2006.01)**(21) Номер заявки
201800638(22) Дата подачи заявки
2018.11.12**(54) СПОСОБ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛЬНОСТИ УГЛЯ**(43) **2020.04.10**(96) **KZ2018/070 (KZ) 2018.11.12**(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПАК ЮРИЙ; ПАК ДМИТРИЙ
ЮРЬЕВИЧ (KZ)****Каулдашев Данияр Кадыржанович,
Пак Дмитрий Юрьевич, Пак Юрий,
Пономарева Марина Викторовна,
Тунгышбаева Айнаш Тагайбековна
(KZ)**(72) Изобретатель:
**Аукешев Бекасыл Капбасович,
Балбекова Бахыт Кабкеновна,
Иманов Марат Омирбекович,**(56) **KZ-A4-28372
KZ-A4-24917
SU-A1-1679318
CN-A-102095744**

(57) Изобретение относится к физическим способам анализа состава вещества, а именно к ядерно-физическим способам анализа качества с применением гамма-излучения. Задачей изобретения является расширение диапазона его применения и повышение точности анализа в условиях значительной изменчивости зольности угля и вещественного состава его минеральной (золообразующей) массы. Способ ядерно-физического определения зольности угля, заключающийся в его облучении гамма-излучением с энергией меньше энергии К-края поглощения железа и измерении интенсивности вторичного (рассеянного и флуоресцентного) излучения, ослабленного фильтром переменной толщины, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах углей с известной зольностью и различными содержаниями кальция в золе устанавливают зависимости интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра, находят для угля различной зольности значения инверсионной толщины фильтра, при которых интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе, по которым устанавливают граничную зависимость интенсивности вторичного излучения от инверсионной толщины ослабляющего фильтра, а на угле неизвестного качества измеряют текущую зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра и в качестве оптимальной выбирают такую толщину $d_{\text{опт.}}$, при которой интенсивность текущей зависимости совпадает с интенсивностью граничной зависимости, а зольность угля определяют по интенсивности вторичного излучения, ослабленного выбранным фильтром оптимальной толщины $d_{\text{опт.}}$. Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения способа и повышении точности определения зольности за счет установления зависимостей интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра, нахождения для углей различной зольности инверсионной толщины фильтра, при которой интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе, установления граничной зависимости интенсивности вторичного излучения от инверсионной толщины фильтра. В процессе измерения текущей зависимости интенсивности вторичного излучения от толщины фильтра в качестве оптимальной толщины выбирают такую толщину $d_{\text{опт.}}$, при которой интенсивность текущей зависимости совпадает с интенсивностью граничной зависимости.

B1**034973****034973****B1**

Изобретение относится к физическим способам анализа состава вещества, а именно к ядерно-физическим способам анализа качества с применением гамма-излучения.

Известен способ определения зольности угля, основанный на его облучении низкоэнергетическим гамма-излучением и регистрации рассеянного углем гамма-излучения (Старчик Л.П., Пак Ю.Н. Ядерно-физические методы контроля качества твердого топлива. Монография. М.: Недра, 1985, с. 70-71).

Недостатком известного способа является сравнительно высокая погрешность определения зольности в условиях непостоянства вещественного состава минеральной (золообразующей) части угля и, в частности, колебаний содержания железа и кальция в золе.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ, основанный на облучении угля гамма-излучением с энергией ниже энергии К-края поглощения железа и регистрации ослабленного фильтром переменной толщины вторичного излучения, включающего рассеянное углем гамма-излучение и флуоресцентное излучение кальция (Инновационный патент Республики Казахстан, №28372 "Способ ядерно-физического контроля зольности угля". Государственный реестр изобретений РК, 19.03.2014 г.).

Недостатком известного способа является ограниченность его применения в условиях значительной изменчивости углей, их зольности и элементного состава золы. Нахождение оптимальной толщины фильтра на основе измерения отношения интенсивностей вторичного излучения при двух толщинах фильтра усредняет результаты анализа, но не исключает погрешности анализа при значительной вариации зольности углей.

Задачей изобретения является расширение диапазона его применения и повышение точности анализа в условиях значительной изменчивости зольности угля и вещественного состава его минеральной (золообразующей) массы.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения и повышении точности определения зольности углей, в которых сильно меняется и зольность, и элементный состав минеральной массы, в частности концентрация кальция.

Поставленная задача решается следующим образом.

В процессе облучения угля гамма-излучением интенсивность рассеянного гамма-излучения находится в тесной зависимости от эффективного атомного номера угля, который зависит от зольности угля и элементного (вещественного) состава минеральной части, представленной в основном алюминием, кремнием, кальцием и железом. Концентрация этих элементов в золообразующей массе превышает 95%. При использовании гамма-излучения с энергией ниже К-края поглощения железа (7,1 кэВ) минеральную (золообразующую) часть угля можно аппроксимировать бинарной смесью алюмосиликатов и кальция, являющегося наиболее тяжелым золообразующим элементом. Поэтому колебания содержания кальция в золе являются основным возмущающим фактором, влияющим на точность определения зольности по интенсивности рассеянного гамма-излучения. Регистрируемое вторичное излучение состоит из рассеянного углем гамма-излучения и рентгеновского флуоресцентного излучения кальция.

Экспериментальными исследованиями на углях различной зольности и содержания кальция в золе установлены качественно обратные зависимости изменения интенсивности рассеянного гамма-излучения и рентгеновской флуоресценции кальция от его содержания в золе. Это позволяет добиться определенной инвариантности результатов анализа при вариации содержания кальция в золе в случае измерения интенсивности вторичного излучения (рассеянное и флуоресцентное излучение кальция), ослабленного фильтром из легкого элемента. Такой методический прием впервые использован для снижения погрешности определения зольности угля за счет непостоянства содержания кальция в золе (Пак Ю.Н. К методике повышения точности радиоизотопного анализа зольности угля//Заводская лаборатория, 1980, №8, с. 74-76).

Необходимость искусственного ослабления вторичного излучения обусловлена резко различными гамма-ослабляющими свойствами фильтра по отношению к рассеянному (~5,9 кэВ) и рентгеновской флуоресценции кальция (~3,7 кэВ) и тем, что при изменении содержания кальция в золе (независимо от зольности угля) приращение интенсивности флуоресцентного излучения кальция выше приращения интенсивности рассеянного гамма-излучения.

Исследованы сложные инверсионные закономерности изменения интенсивности вторичного излучения от зольности угля, концентрации кальция в золе и толщины ослабляющего фильтра. При определенной толщине ослабляющего фильтра наблюдается область инверсии, означающая независимость интенсивности вторичного излучения от концентрации кальция в золе. Причем, для малозольных углей область инверсии наступает при малой толщине фильтра, а для высокозольных углей - при большой толщине фильтра. Выявлена достаточно четкая взаимосвязь между инверсионной толщиной ослабляющего фильтра и зольностью угля, свидетельствующая о том, что для угля определенной зольности существует такая инверсионная толщина ослабляющего фильтра, при которой интенсивность вторичного излучения не зависит от колебаний концентрации кальция в золе.

Инверсионный характер интенсивности вторичного излучения от содержания кальция в золе и закономерное изменение инверсионной толщины фильтра в зависимости от зольности угля позволяют оптимизировать выбор толщины ослабляющего фильтра с точки зрения повышения точности определения

зольности в условиях значительной изменчивости как зольности, так и элементного состава золы, в частности концентрации кальция.

В качестве корректирующих параметров выбраны зависимости интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра, нахождение значения инверсионной толщины фильтра, при которой интенсивность вторичного излучения не зависит от концентрации кальция в золе, установление граничной зависимости интенсивности вторичного гамма-излучения от инверсионной толщины фильтра. В процессе измерения текущей зависимости интенсивности вторичного излучения от толщины фильтра в качестве оптимальной толщины выбирают такую толщину $d_{\text{опт.}}$, при которой интенсивность текущей зависимости совпадает с интенсивностью граничной зависимости.

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на стандартных образцах углей с известной зольностью и различными содержаниями кальция в золе устанавливают зависимости интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра, находят для угля различной зольности значения инверсионной толщины фильтра, при которых интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе, по которым устанавливают граничную зависимость интенсивности вторичного излучения от инверсионной толщины ослабляющего фильтра, а на угле неизвестного качества измеряют текущую зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра и в качестве оптимальной выбирают такую толщину $d_{\text{опт.}}$, при которой интенсивность текущей зависимости совпадает с интенсивностью граничной зависимости, а зольность угля определяют по интенсивности вторичного излучения, ослабленного выбранным фильтром оптимальной толщины $d_{\text{опт.}}$.

Пример реализации способа.

Пробы угля облучаются гамма-излучением с энергией ниже энергии К-края поглощения железа, например от радиоизотопного источника Fe-55 (5,9 кэВ). Вторичное излучение, состоящее из рассеянного углем гамма-излучения и флуоресцентного излучения кальция (3,7 кэВ) регистрировалось гамма-спектрометром РРК-103 на основе пропорционального детектора СИ-11Р. В качестве материала ослабляющего фильтра выбран полиэтилен различной толщины. На стандартных образцах углей с известной зольностью и различными содержаниями кальция в золе находят значения инверсионной толщины ослабляющего фильтра, при которых интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе.

В частности, на пробах углей с зольностью 8%, но с различными содержаниями кальция в золе (2-16%) инверсия наступила при толщине 31 мг/см²; на угле с зольностью 25% - при 44,7 мг/см²; на угле с зольностью 39% - при 58 мг/см².

По этим данным устанавливают граничную зависимость интенсивности вторичного излучения от инверсионной толщины фильтра. На угле неизвестного качества измеряют текущую зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра и в качестве оптимальной выбирают толщину $d_{\text{опт.}}$, при которой интенсивность текущей зависимости совпадает с интенсивностью граничной зависимости. Устанавливают перед окном детектора выбранный фильтр оптимальной толщины $d_{\text{опт.}}$, а зольность угля определяют по интенсивности вторичного излучения, ослабленного выбранным фильтром, оптимальной толщины $d_{\text{опт.}}$.

В таблице приведены сопоставительные данные о погрешности определения зольности угля, полученные при экспериментальной апробации предлагаемого изобретения и способа-прототипа.

Способ	Интервал колебаний зольности, %	Интервал колебаний кальция в золе, %	Средняя квадратическая погрешность, % абс
Предлагаемый	8-36	2-12	0,92
Способ - прототип	8-36	2-12	1,27

Предлагаемый способ определения зольности угля в сравнении с прототипом выгодно отличается повышенной точностью в условиях значительной изменчивости как зольности, так и состава золы, что существенно расширяет сферу его применения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ ядерно-физического определения зольности угля, заключающийся в его облучении гамма-излучением с энергией меньше энергии К-края поглощения железа и измерении интенсивности вторичного рассеянного и флуоресцентного излучения, ослабленного фильтром переменной толщины, отличающийся тем, что дополнительно на стандартных образцах углей с известной зольностью и различными содержаниями кальция в золе устанавливают зависимости интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра, находят для угля различной зольности значения инверсионной толщины

фильтра, при которых интенсивность вторичного излучения не зависит от содержания кальция в золе, по которым устанавливают граничную зависимость интенсивности вторичного излучения от инверсионной толщины ослабляющего фильтра, а на угле неизвестного качества измеряют текущую зависимость интенсивности вторичного излучения от толщины ослабляющего фильтра и в качестве оптимальной выбирают такую толщину $d_{\text{опт.}}$, при которой интенсивность текущей зависимости совпадает с интенсивностью граничной зависимости, а зольность угля определяют по интенсивности вторичного излучения, ослабленного выбранным фильтром оптимальной толщины $d_{\text{опт.}}$.

