

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202391027** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.10.10

(51) Int. Cl. **G01N 23/20** (2018.01)
G01N 23/20008 (2018.01)
G01N 23/22 (2018.01)
G01V 5/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2023.04.17

(54) **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ СПОСОБ ОПРОБОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ**

(96) **KZ2023/026 (KZ) 2023.04.17**

(71) Заявитель:
ПАК ЮРИЙ (KZ)

(72) Изобретатель:

**Пак Юрий, Пак Дмитрий Юрьевич,
Ратов Боранбай Товбасарович,
Муратова Самал Каримбаевна,
Омирзакова Эльмира Женисовна,
Тебаева Анар Юлаевна, Матонин
Виктор Владимирович, Ли Елена
Сергеевна, Ким Владислав Олегович
(KZ)**

(57) Изобретение относится к инструментальным способам опробования железорудного сырья. Задачей изобретения является снижение трудоемкости опробования и повышение точности оценки качества в подготовленных пробах большей массы и большей крупности. Инструментальный способ опробования железорудного сырья, заключающийся в отборе первичных (точечных) проб и подготовке представительных проб для инструментального анализа на содержание железа, отличающийся тем, что экспериментально находят величину вариации качества руды как среднее квадратическое отклонение концентрации железа в отобранных точечных пробах в зависимости от массы опробуемой партии железной руды и заданной согласно ГОСТ погрешности; объединенную пробу дробят до класса - 40 мм, усредняют и рассчитывают минимально необходимую массу пробы после сокращения в зависимости от найденной вариации качества руды и размера максимального куска d_{\max} ; подготовленную пробу облучают гамма-излучением с энергией E_0 , обеспечивающей глубину исследований H , существенно превышающей размер максимального куска ($H \geq 3 \cdot d_{\max}$), измеряют рассеянное гамма-излучение при параметрах (длина зонда, расстояние зонд-руда, энергия рассеянного гамма-излучения), позволяющих обеспечить относительную чувствительность к железу S_{Fe} в зависимости от относительной погрешности неоднородности σ_H на этапе пробоподготовки и допустимой абсолютной погрешности определения железа σ_d согласно условию $(\sigma_H/S_{Fe}) \leq \sigma_d$, а содержание железа в подготовленных пробах класса - 40 мм определяют по измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранной энергии E_0 и достигнутой чувствительности S_{Fe} .

A1

202391027

202391027

A1

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ СПОСОБ ОПРОБОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

Широко известен стандартный способ опробования железорудного сырья, заключающийся в отборе точечных проб от опробуемой партии руды с последующим дроблением объединенной пробы, сокращением, измельчением и подготовке проб аналитической крупности ($\sim 0,1$ мм) и непосредственно анализом аналитических проб на содержание железа (Межгосударственный стандарт. ГОСТ 15054-80. Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа. ИПК. Изд-во стандартов. Москва, 1999).

Недостатками традиционного способа являются высокая трудоемкость, низкая представительность и значительная погрешность определения содержания железа, обусловленная неоднородностью опробуемой руды.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ опробования железорудного сырья в частично подготовленных пробах массой ~ 1 кг и крупностью 3-5 мм [Большаков А.Ю. Системы ядерно-физического опробования для управления качеством руд. Л. Недра, 1979, 188с].

Недостаток известного способа заключается в значительной трудоемкости и невысокой точности оценки содержания железа в условиях значительной изменчивости качества руд и их крупности. Указанные недостатки вызваны прежде всего неоднородностью руд, обусловленной переменным гранулометрическим составом и флуктуациями числа железосодержащих минеральных включений.

Задачей изобретения является снижение трудоемкости опробования и повышение точности оценки качества в подготовленных пробах большей массы и большей крупности.

Технический результат изобретения состоит в повышении точности и оперативности опробования и расширении сферы применения способа.

Поставленная задача решается следующим образом. В процессе опробования железорудного сырья, заключающегося в отборе первичных (точечных) проб и подготовке представительных проб для инструментального анализа на содержание железа, отличающийся тем, что экспериментально находят величину вариации качества руды как среднее-квадратическое отклонение концентрации железа в отобранных точечных пробах в зависимости от массы опробуемой партии железной руды и заданной согласно ГОСТ погрешности; объединенную пробу дробят до класса – 40 мм, усредняют и рассчитывают минимально необходимую массу пробы после сокращения в зависимости от найденной вариации качества руды и размера максимального куска d_{\max} ; подготовленную пробу облучают гамма-излучением с энергией E_0 , обеспечивающей глубину исследований H , существенно превышающей размер максимального куска

($H \geq 3 \cdot d_{\max}$), измеряют рассеянное гамма-излучение при параметрах (длина зонда, расстояние зонд-руда, энергия рассеянного гамма-излучения), позволяющих обеспечить относительную чувствительность к железу S_{Fe} в зависимости от относительной погрешности неоднородности σ_H на этапе пробоподготовки и допустимой абсолютной погрешности определения железа σ_δ согласно условию $\sigma_H / S_{Fe} \leq \sigma_\delta$, а содержание железа в подготовленных пробах класса – 40 мм определяют по измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранной энергии E_0 и достигнутой чувствительности S_{Fe} .

Существующий традиционный способ опробования железорудного сырья предусматривает выполнение трудоемких операций: отбор первичных проб от опробуемой партии руды, дробление объединенной пробы до крупности 40 мм, усреднение, сокращение и дробление до 10 мм и 3 мм, усреднение, сокращение и измельчение до крупности 0,1 мм и непосредственно химический анализ аналитических проб (~0,1 мм) на содержание железа (Межгосударственный стандарт ГОСТ 15054-80. Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа. ИПК. Изд-во стандартов. М. 1999).

Неоднородность руды создает проблему ее представительности, т.е. соответствия концентрации железа в отобранной пробе и опробуемой партии. На каждом этапе стандартного опробования возникает погрешность. Учитывая независимость погрешностей на этапах опробования и аддитивность дисперсий отдельных составляющих, общую погрешность можно представить в виде:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{II}^2 + \sigma_{III}^2 + \sigma_X^2}, \quad (1)$$

где σ_0^2 – дисперсия, характеризующая погрешность отбора пробы;

σ_{II}^2 – дисперсия, характеризующая погрешность подготовки пробы на этапе дробления;

σ_{III}^2 – дисперсия, характеризующая погрешность на этапе измельчения, сокращения и подготовки аналитических проб;

σ_X^2 – дисперсия, характеризующая погрешность химического анализа.

В ряде случаев химический анализ успешно заменяют рентгенорадиометрическим анализом на железо в пробах аналитической крупности.

Для снижения трудоемкости и минимизации погрешности за счет неоднородности руды экспериментальным путем находят величину вариации качества руды как среднее квадратическое отклонение S_{Fe} в отобранных точечных пробах в зависимости от массы опробуемой партии (до 500 тонн) и заданной согласно ГОСТ погрешности. Величина вариации качества железных руд Лисаковского месторождения составила 2,42%. Эту величину

можно принять в качестве параметра, характеризующего погрешность отбора проб σ_0 . По найденной величине вариации качества (σ_0) рассчитывают минимальное число точечных проб – 29. Объединенная проба массой 232 кг дробится до класса – 40 мм, усредняется и рассчитывается минимально необходимая масса пробы m после сокращения в зависимости от найденной вариации качества руды и размера максимального куска d_{max} $m = k_1 \cdot d_{max}^2$, где k_1 – коэффициент, зависящий от вариации качества руды, принят равным 0,1 для руды большой вариации качества. За размер максимального куска принимают размер отверстия сита, на котором после окончания отсева остается не более 5% материала.

Подготовленную пробу облучают гамма-излучением с энергией E_0 , обеспечивающей глубину исследований H , существенно превышающей размер максимального куска ($H \geq 3 \cdot d_{max}$). Рассеянное гамма-излучение измеряют при параметрах (длина зонда, расстояние зонд-руда, энергия рассеянного гамма-излучения), позволяющих обеспечить относительную чувствительность к железу S_{Fe} в зависимости от относительной погрешности неоднородности σ_H на этапе пробоподготовки и допустимой абсолютной погрешности определения железа σ_δ согласно условию $\sigma_H / S_{Fe} \leq \sigma_\delta$ (2)

Величина σ_H как относительное среднее-квадратическое отклонение показаний метода при многократных измерениях подготовленной пробы класса – 40 мм, характеризующее погрешность неоднородности на данном этапе опробования составило 3,46% при количестве контрольных измерений, равном 30.

Допустимая абсолютная погрешность σ_δ , оцененная по расхождению концентрации железа в 30 измеренных пробах данного класса крупности, составила 1,26% абс. Выбором оптимальных параметров достигнута относительная чувствительность метода к железу $S_{Fe}=2,75$ проц. / % абс, означающая что при изменении содержания железа в руде на 1% абс. показания меняются на 2,75% отн.

Выполнение условия (2) позволяет свести к минимуму влияние неоднородности (представительности) руды на данном этапе пробоподготовки, что позволит исключить трудоемкие операции по измельчению, подготовке аналитических проб и непосредственно химического анализа.

Содержание железа в подготовленных пробах класса – 40 мм определяют по измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранной энергии E_0 и достигнутой относительной чувствительности S_{Fe} .

Существенным отличием изобретения является то, что экспериментально находят величину вариации качества руды как среднее-квадратическое отклонение концентрации железа в отобраных точечных пробах в зависимости от массы опробуемой партии железной руды и заданной согласно ГОСТ погрешности; объединенную пробу дробят до класса – 40 мм, усредняют и рассчитывают минимально необходимую массу пробы после сокращения в зависимости от найденной вариации качества руды и размера максимального куска d_{max} ; подготовленную пробу облучают гамма-

излучением с энергией E_0 , обеспечивающей глубину исследований H , существенно превышающей размер максимального куска ($H \geq 3 \cdot d_{\max}$), измеряют рассеянное гамма-излучение при параметрах (длина зонда, расстояние зонд-руда, энергия рассеянного гамма-излучения), позволяющих обеспечить относительную чувствительность к железу S_{Fe} в зависимости от относительной погрешности неоднородности σ_H на этапе пробоподготовки и допустимой абсолютной погрешности определения железа σ_δ согласно условию $\sigma_H / S_{Fe} \leq \sigma_\delta$, а содержание железа в подготовленных пробах класса – 40 мм определяют по измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранной энергии E_0 и достигнутой чувствительности S_{Fe} .

Предлагаемый способ апробирован на примере опробования железорудного сырья в подготовленных пробах массой ~ 60 кг и крупностью – 40 мм. Контролируемая руда размещается в измерительной кювете размером 50x30x16 см, обеспечивающим отсутствие краевых эффектов. Источником первичного гамма-излучения выбран $Se-75$ с энергией E_0 (~ 220 кэВ), обеспечивающей глубину исследований ($H \approx 14$ см), более чем в 3 раза превышающей d_{\max} (~ 40 мм).

Выбранные оптимальные параметры измерений (длина зонда; расстояние зонд-руда; энергетические интервалы регистрируемого гамма-излучения) позволяют обеспечить достаточную относительную чувствительность к железу ($S_{Fe} = 2,75$ проц. /%) для минимизации погрешности неоднородности на этапе пробоподготовки.

В процессе опробования и анализа 22 подготовленных проб в интервале изменения S_{Fe} 22-52% достигнута средняя квадратическая погрешность 1,27% абс. При этом относительная статистическая погрешность измерений составила 0,83%.

Таким образом, предлагаемый инструментальный способ опробования железорудного сырья характеризуется повышенной точностью определения содержания железа в частично подготовленных пробах большой массы (~ 60 кг), крупностью – 40 мм и позволяет исключить трудоемкие операции стандартного способа опробования (дробление до – 10мм, измельчение, сокращение и подготовка проб аналитической крупности ($\sim 0,1$ мм), непосредственно химический анализ аналитических проб на железо), что существенно расширяет сферу применения способа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ СПОСОБ ОПРОБОВАНИЯ
ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

Инструментальный способ опробования железорудного сырья, заключающийся в отборе первичных (точечных) проб и подготовке представительных проб для инструментального анализа на содержание железа, отличающийся тем, что экспериментально находят величину вариации качества руды как среднее-квадратическое отклонение концентрации железа в отобранных точечных пробах в зависимости от массы опробуемой партии железной руды и заданной согласно ГОСТ погрешности; объединенную пробу дробят до класса – 40 мм, усредняют и рассчитывают минимально необходимую массу пробы после сокращения в зависимости от найденной вариации качества руды и размера максимального куска d_{\max} ; подготовленную пробу облучают гамма-излучением с энергией E_0 , обеспечивающей глубину исследований H , существенно превышающей размер максимального куска ($H \geq 3 \cdot d_{\max}$), измеряют рассеянное гамма-излучение при параметрах (длина зонда, расстояние зонд-руда, энергия рассеянного гамма-излучения), позволяющих обеспечить относительную чувствительность к железу S_{Fe} в зависимости от относительной погрешности неоднородности σ_H на этапе пробоподготовки и допустимой абсолютной погрешности определения железа σ_δ согласно условию $(\sigma_H / S_{Fe}) \leq \sigma_\delta$, а содержание железа в подготовленных пробах класса – 40 мм определяют по измеренной интенсивности рассеянного гамма-излучения при выбранной энергии E_0 и достигнутой чувствительности S_{Fe} .

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

Номер евразийской заявки:

202391027

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

G01N 23/20 (2018.01)
G01N 23/20008 (2018.01)
G01N 23/22 (2018.01)
G01V 5/00 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

G01N 23/00 - G01N 23/2276, G01V 5/00 - G01V 5/14

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины) ЕАПАТИС, WIPO Patentscope, Espacenet (Worldwide collection)

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	EA 201900088 A1 (ПАК ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ), 01.04.2020, весь документ	1
A	SU 918828 A1 (ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ "ЦВЕТМЕТАВТОМАТИКА"), 07.04.1982, весь документ	1
A	SU 1255907 A1 (НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "СИБЦВЕТМЕТАВТОМАТИКА"), 07.09.1986, весь документ	1
A	US 5,712,885 A (COMMW SCIENT IND RES ORG), 27.01.1998, весь документ	1
A	US 5,506,406 A (ATOMIC ENERGY SOUTH AFRICA), 09.04.1996, весь документ	1
A	AU 6239580 A (ATOMIC ENERGY OF AUSTRALIA), 02.04.1981, весь документ	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: **26/07/2023**

Уполномоченное лицо:

Зам. начальник отдела механики,
физики и электротехники



М.Н. Юсупов