

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044926**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.10.12

(21) Номер заявки
202391027

(22) Дата подачи заявки
2023.04.17

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

(54) ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ СПОСОБ ОПРОБОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

(43) **2023.10.10**

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

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
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)**

(56) EA-A1-201900088
SU-A1-918828
SU-A1-1255907
US-A-5712885
US-A-5506406
AU-A-6239580

(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 среднеквадратическое 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} .

B1**044926****044926****B1**

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 (~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, с. 188).

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 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

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

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

σ_H^2 - дисперсия, характеризующая погрешность подготовки пробы на этапе дробления;

σ_H^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 железу 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 т) 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

$$\sigma_H / S_{Fe} \leq \sigma_\delta \quad (2)$$

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 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} .

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 50×30×16 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 - 10 мм, измельчение, сокращение и подготовка проб аналитической крупности (~0,1 мм), непосредственно химический анализ аналитических проб на железо), что существенно расширяет сферу применения способа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

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 средне-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} .

