

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2629652

Способ оценки качества шунгитового сырья

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (RU)*

Авторы: *Горбунова Елена Васильевна (RU), Чертов Александр Николаевич (RU), Рожкова Наталья Николаевна (RU), Садовничий Роман Васильевич (RU)*

Заявка № 2016124204

Приоритет изобретения 17 июня 2016 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 30 августа 2017 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 17 июня 2036 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016124204, 17.06.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.06.2016Дата регистрации:
30.08.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.06.2016

(45) Опубликовано: 30.08.2017 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49,
Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Горбунова Елена Васильевна (RU),
Чертов Александр Николаевич (RU),
Рожкова Наталья Николаевна (RU),
Садовничий Роман Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

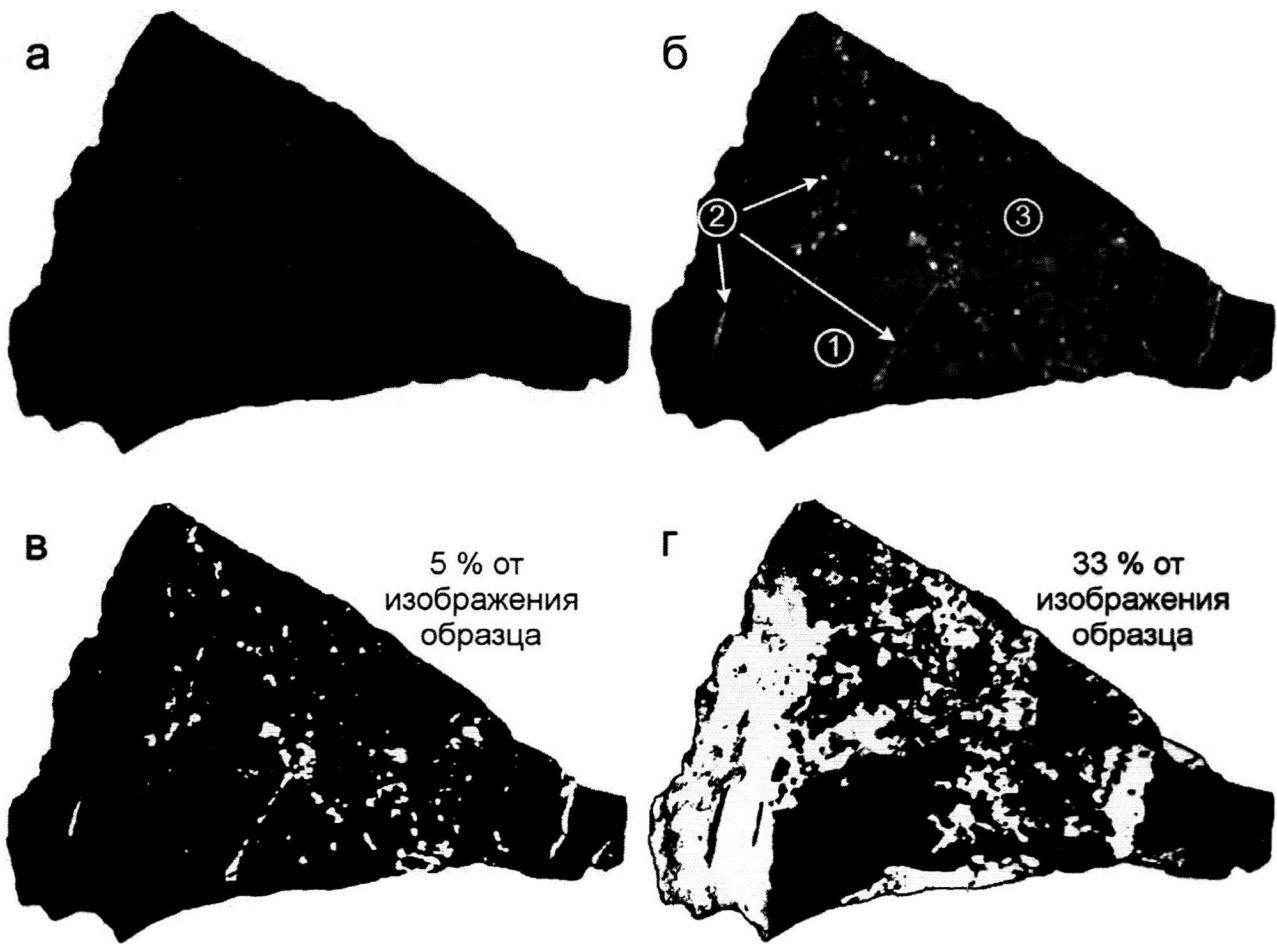
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2540489 C1, 10.02.2015. RU
2560744 C1, 20.08.2015. US 7640112 B2,
29.12.2009. US 8395832 B2, 12.03.2013.

(54) Способ оценки качества шунгитового сырья

(57) Реферат:

Изобретение относится к области контрольно-измерительной техники и касается способа оценки качества шунгитового сырья. Способ заключается в том, что формируют цветное изображение образца шунгитового сырья с получением трех двумерных массивов целых чисел в цветовом пространстве RGB, каждый из которых содержит информацию о пространственном распределении в изображении одного из трех цветов - красного, зеленого и синего. Затем осуществляют

цветокоррекцию каждого из трех RGB массивов, преобразуют RGB массивы в цветовое пространство HLS и строят гистограмму L цветового пространства HLS. По параметрам полученной гистограммы L цветового пространства HLS определяют параметры качества шунгитового сырья. Технический результат заключается в ускорении процесса оценки. 4 ил.



Фиг. 3

RU 2629652 C1

RU 2629652 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01N 21/85 (2006.01)
G01N 21/25 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2016124204, 17.06.2016**

(24) Effective date for property rights:
17.06.2016

Registration date:
30.08.2017

Priority:

(22) Date of filing: **17.06.2016**

(45) Date of publication: **30.08.2017** Bull. № 25

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
Universitet ITMO, OIS i NTI**

(72) Inventor(s):

**Gorbunova Elena Vasilevna (RU),
Chertov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Rozhkova Natalya Nikolaevna (RU),
Sadovnichij Roman Vasilevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij natsionalnyj
issledovatel'skij universitet informacionnykh
tekhnologij, mekhaniki i optiki" (RU)**

(54) **METHOD OF ESTIMATION OF QUALITY OF SHUNGITE RAW MATERIAL**

(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

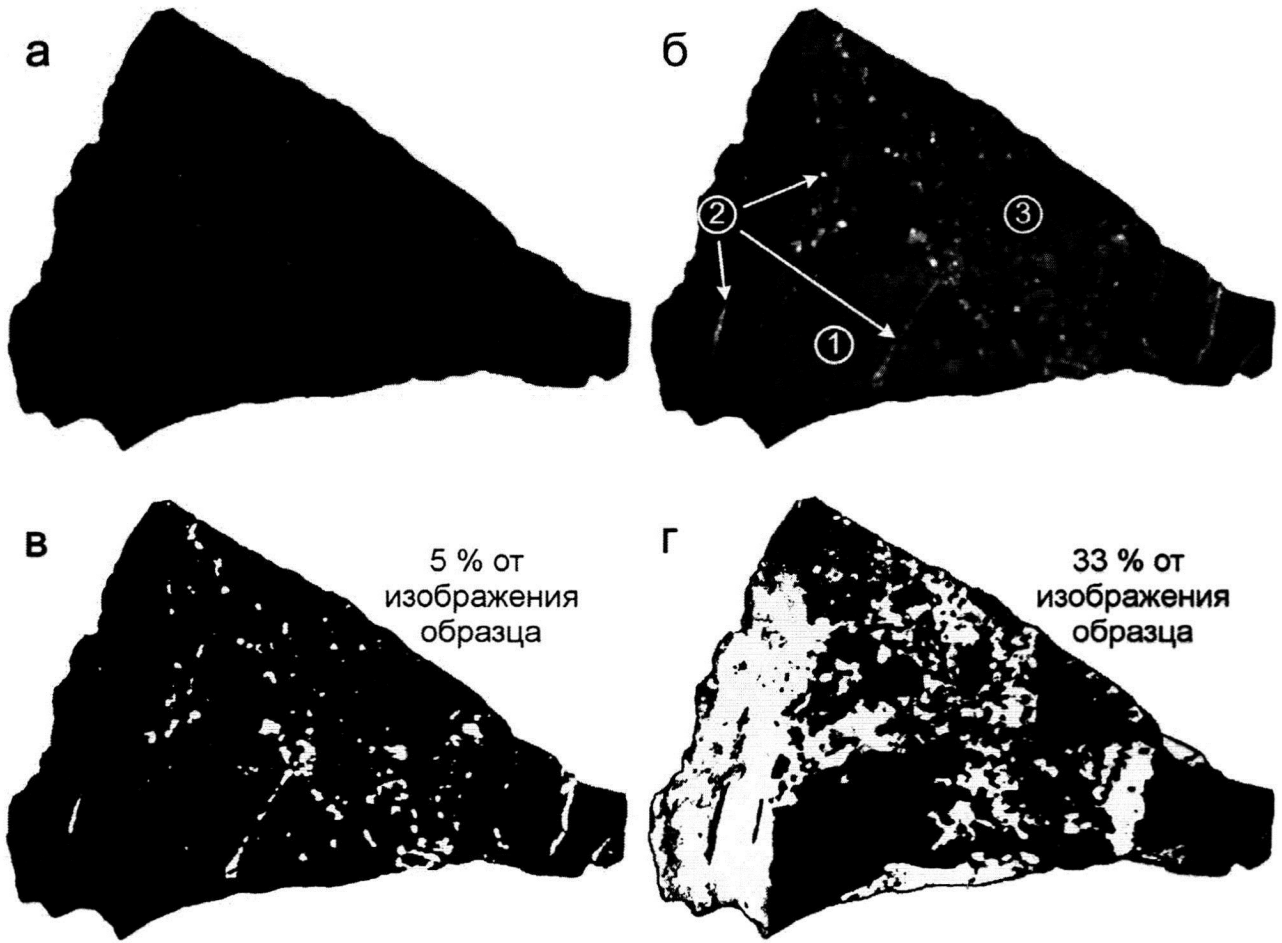
SUBSTANCE: colour image of a sample of shungite raw material is formed to obtain three two-dimensional arrays of integers in the RGB colour space, each of which contains information on the spatial distribution in the image of one of the three colours - red, green and blue. Then, each of the three RGB arrays is colour-

corrected, converts the RGB arrays to the HLS colour space, and constructs a histogram L of the HLS colour space. The parameters of the obtained histogram L of the HLS colour space are determined by the quality parameters of the shungite raw material.

EFFECT: acceleration of the evaluation process.
4 dwg

RU 2 629 652 C 1

RU 2 629 652 C 1



Фиг. 3

RU 2629652 C1

RU 2629652 C1

Изобретение относится к области контрольно-измерительной техники и может быть применено при геологических исследованиях и опробовании шунгитового сырья известных, открываемых месторождений.

Известен способ оценки степени обогатимости минерального сырья оптическим методом (патент RU 2540489 C1, МПК G01N 21/85, опубл. 10.02.2015), который по совокупности существенных признаков является наиболее близким к заявляемому способу и может быть принят за прототип. Способ заключается в том, что визуально определяют полезность минеральных объектов из партии и зоны различения по заранее выбранным селективным признакам. Затем формируют цветные изображения каждого минерального объекта с получением трех двумерных массивов целых чисел в цветовом пространстве RGB. Преобразуют RGB массивы в цветовые пространства HLS и Yuv. Производят цветокоррекцию исходных RGB массивов и преобразованных HLS и Yuv массивов. В каждой из трех полученных совокупностей откорректированных RGB, HLS, Yuv массивов определяют пороги различения цветовых оттенков, а затем находят зоны полезности на изображениях. Определяют суммарную площадь всех изображений минеральных объектов партии; суммарную площадь всех изображений минеральных объектов, признанных полезными; суммарную площадь всех зон полезности минеральных объектов, признанных полезными; суммарную площадь зон полезности минеральных объектов партии, а затем для каждой совокупности RGB, HLS, Yuv массивов находят порог разделения минеральных объектов партии и производят оценку степени обогатимости.

Однако прототип имеет существенные недостатки, а именно:

- низкая эффективность из-за того, что расчет порогов различения и определение порогов разделения сопряжены с обработкой большого количества избыточной информации, содержащейся в RGB, HLS и Yuv массивах;
- сложность реализации и требования к квалификации оператора, т.к. необходима визуальная оценка полезности и зон различения каждого минерального образца из партии.

Задачей изобретения является создание нового способа оценки качества шунгитового сырья с достижением следующего технического результата: ускорение процесса оценки за счет повышения эффективности использования вычислительных ресурсов.

Поставленная задача решена за счет того, что формируют цветное изображение образца шунгитового сырья с получением трех двумерных массивов целых чисел в цветовом пространстве RGB, каждый из которых содержит информацию о пространственном распределении в изображении одного из трех цветов - красного, зеленого и синего. Затем осуществляют цветокоррекцию каждого из трех RGB массивов, преобразуют RGB массивы в цветовое пространство HLS, строят гистограмму L цветового пространства HLS, по параметрам полученной гистограммы L цветового пространства HLS определяют параметры качества шунгитового сырья.

Таким образом, заявляемый способ оценки качества шунгитового сырья всей своей совокупностью существенных признаков позволяет ускорить процесс оценки путем повышения эффективности использования вычислительных ресурсов за счет того, что обработка гистограммы массива L цветового пространства HLS обеспечивает уменьшение затрачиваемых вычислительных ресурсов в сравнении с обработкой изображения в любом из цветовых пространств RGB, HLS, Yuv. Одновременно с этим упрощается реализация способа и снижаются требования к квалификации оператора благодаря тому, что вывод о качестве шунгитового сырья делают в автоматическом режиме на основании анализа параметров гистограммы массива L цветового

пространства HLS, реализуемого программным методом.

Сущность заявляемого изобретения поясняется приведенным ниже описанием и фигурами 1-3.

На фиг. 1 представлена схема работы способа оценки качества шунгитового сырья, на фиг. 2 - результаты выделения кварцево-сульфидных включений на образцах шунгитовой породы прожилковой текстуры различной крупности: а - -40+20 мм, б - -20+10 мм, в - -10+5 мм, г - -5+3 мм д - -3+1 мм, на фиг. 3 - результаты выделения областей цемента шунгитовых брекчий на образцах: а - изображение одной стороны образца шунгитовой брекчии крупностью +40; б - откорректированное для наглядности изображение образца с указанием областей минеральных компонентов (1 - однородная шунгитовая порода, 2 - тонкие кварцево-сульфидные включения, 3 - цемент шунгитовых брекчий); в - выделенные на изображении образца светлые области кварцево-сульфидных включений; г - выделенные на изображении образца области цемента шунгитовых брекчий, на фиг. 4 - рассчитанные показатели качества шунгитового сырья для проанализированных образцов шунгитовой брекчии различных крупностей.

Оценку качества шунгитового сырья осуществляют следующим образом (Фиг. 1).

С помощью многоэлементного приемника 1 формируют цветные изображения шунгитового сырья, которые преобразуют в электрические сигналы аналоговой формы. В блоке 2 преобразований осуществляют их аналого-цифровое преобразование с получением для каждого цветового изображения трех двумерных массивов целых чисел в цветовом пространстве RGB, каждый из которых содержит информацию о пространственном распределении в изображении одного из трех цветов - красного, синего или зеленого.

Затем преобразуют исходные RGB массивы в цветовое пространство HLS. Далее осуществляют цветокоррекцию каждого из трех исходных HLS массивов путем сравнения значений цветовых координат H, L или S каждого элемента соответствующего массива с априорно известными значениями соответствующих цветовых координат изображения шунгитового сырья и для не совпадающих по цветовой координате элементов проводят выравнивание цветовых координат, получая при этом совокупность откорректированных HLS массивов.

С выходов блока 2 преобразований электрические сигналы поступают на вход блока 3 обработки данных.

В блоке 3 обработки данных строят гистограммы L, S и H цветового пространства HLS.

Гистограмму $h(L)$ определяют согласно формуле

$$h(L) = \frac{n(L)}{S_0} \cdot 100\%,$$

где $n(L)$ - количество элементов изображения образца с светлотой L.

По данным гистограммы светлоты L определяют S_s - количество элементов изображения образца, принадлежащих шунгиту, S_0 - количество элементов изображения образца, h^s - гистограмму распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих шунгиту, L_{\max}^s - ординату максимума гистограммы распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих шунгиту, ΔL_s - полуширину максимума гистограммы распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих шунгиту, h_{\max}^s - значение максимума гистограммы распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих шунгиту.

Определяют сравнительное количество шунгита в образце согласно формуле

$$\kappa_s = \frac{S_s}{S_0} \cdot 100\%.$$

Определяют показатель качества шунгита (массивной породы) в образце по формуле

$$K_s = \begin{cases} \left[\frac{L_{\max}^s - q_s}{q_{qc} - q_s} \cdot 6 \right] & \text{if } \begin{cases} \Delta L_s \leq 4; \\ \left[h_{\max}^s - 5 \right] > h^s(L_{\max}^s - 1); \\ \left[h_{\max}^s - 5 \right] > h^s(L_{\max}^s + 1); \end{cases} \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

где q_s - нижний порог допустимых для шунгита оттенков, q_{qc} - верхний порог

оттенков, допустимых для шунгита, h^s - гистограмма распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих шунгиту.

Показатель качества шунгита K_s изменяется в пределах $[-1 \div 6]$. Если $K_s=0$ то массивная порода шунгита содержит мелкие вкрапления черного цемента шунгитовых брекчий, равномерно распределенные в толще породы. Если $K_s=6$, то массивная порода шунгита содержит мелкие вкрапления сульфидов, равномерно распределенные в толще породы. Если $K_s=3$, то массивная порода шунгита содержит минимум вкраплений и является наиболее чистой. Если $K_s=-1$, то массивная порода шунгита является примерно равномерной смесью чистого шунгита, мелких вкраплений цемента шунгитовых брекчий, мелких сульфидов и мелких вкраплений кварца.

Значения показателей качества шунгитового сырья выводят на выходное контрольное устройство 4 и записывают в блок 5 хранения данных.

Дополнительно могут быть определены показатели качества компонентов шунгитового сырья, например, кварцево-сульфидных включений или только кварца, а также относительное количество цемента шунгитовых брекчий.

Для определения качества кварцево-сульфидных включений по данным гистограммы L определяют $S_{q,z}$ - количество элементов изображения образца, принадлежащих кварцево-сульфидным включениям, $h^{q,z}$ - гистограмму распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих кварцево-сульфидным включениям, $L_{\max}^{q,z}$ -

ординату максимума гистограммы распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих кварцево-сульфидным включениям, $\Delta L_{q,z}$ - полуширину максимума гистограммы распределения оттенков элементов изображения образца,

принадлежащих кварцево-сульфидным включениям, $h_{\max}^{q,z}$ - значение максимума

гистограммы распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих кварцево-сульфидным включениям.

Сравнительное количество кварцево-сульфидных включений в образце определяют согласно формуле

$$\kappa_{q,z} = \frac{S_{q,z}}{S_0} \cdot 100\%.$$

Показатель качества кварцево-сульфидных включений в образце определяют по формуле

$$K_{q,z} = \begin{cases} \left[\frac{L_{\max}^{q,z} - q_{qc}}{100 - q_{qc}} \cdot 10 \right] & \text{if } \begin{cases} \Delta L_{q,z} \leq 4; \\ [h_{\max}^{q,z} - 5] > h^{q,z} (L_{\max}^{q,z} - 1); \\ [h_{\max}^{q,z} - 5] > h^{q,z} (L_{\max}^{q,z} + 1); \end{cases} \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

где q_{qc} - нижний порог оттенков, допустимых для кварца.

Показатель качества кварцево-сульфидных включений $K_{q,z}$ изменяется в пределах $[-1 \div 10]$. Если $K_{q,z}=0$, то кварц содержит сравнительно большие вкрапления шунгита массивной породы и сульфидов, равномерно распределенные в толще кварца. Увеличение $K_{q,z}$ говорит об уменьшении размера вкраплений шунгита и сульфидов, а также об очищении кварца. Если $K_{q,z}=10$, то кварц является максимально чистым. Если $K_{q,z}=-1$, то в кварце равномерно представлены чистый кварц и кварц с примесью мелких и сравнительно больших включений шунгита массивной породы и сульфидов.

Для определения качества кварцевых включений по данным гистограмм L и S определяют S_q - количество элементов изображения образца, принадлежащих кварцу, h^q - гистограмму распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих кварцу, L_{\max}^q - ординату максимума гистограммы распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих кварцу, ΔL_q - полуширину максимума гистограммы распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих кварцу, h_{\max}^q - значение максимума гистограммы распределения оттенков элементов изображения образца, принадлежащих кварцу.

Сравнительное количество кварца в образце определяют согласно формуле

$$\kappa_q = \frac{S_q}{S_0} \cdot 100\%$$

Показатель качества кварца (не содержащегося в цементе) в образце определяют по формуле

$$K_q = \begin{cases} \left[\frac{L_{\max}^q - q_{qc}}{100 - q_{qc}} \cdot 10 \right] & \text{if } \begin{cases} \Delta L_q \leq 4; \\ [h_{\max}^q - 5] > h^q (L_{\max}^q - 1); \\ [h_{\max}^q - 5] > h^q (L_{\max}^q + 1); \end{cases} \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

где q_{qc} - нижний порог оттенков, допустимых для кварца.

Показатель качества кварца K_q изменяется в пределах $[-1 \div 10]$. Если $K_q=0$, то кварц содержит сравнительно большие вкрапления шунгита массивной породы, равномерно распределенные в толще кварца. Увеличение K_q говорит об уменьшении размера вкраплений шунгита и очищении кварца. Если $K_q=10$, то кварц является максимально чистым. Если $K_q=-1$, то в кварце равномерно представлены чистый кварц и кварц с примесью мелких и сравнительно больших включений шунгита массивной породы.

Для определения относительного количества цемента шунгитовых брекчий

производят преобразование Лапласа массива L для выделения областей с перепадом яркостей $L_L(x, y) = \text{div grad } L_C(x, y)$. Определяют области цемента шунгитовых брекчий $L_b(x, y)$

$$L_c(x, y) \in L_b(x, y) \text{ if } \begin{matrix} L_c(x, y) \leq q_s \wedge \left(\frac{L_c(x, y) + L_L(x, y)}{2} \leq q_b^1 \right) \\ \vee \\ L_c(x, y) \leq q_{qc} \wedge \left(\frac{L_c(x, y) + L_L(x, y)}{2} \geq q_b^2 \right) \end{matrix}$$

где q_{qc} - нижний порог оттенков, допустимых для кварца; q_s - нижний порог оттенков, допустимых для шунгита; q_b^2 - верхний порог изменения перепада оттенков; q_b^1 - нижний порог изменения перепада оттенков. Затем определяют количество элементов изображения образца, принадлежащих цементу шунгитовых брекчий S_b . Сравнительное количество цемента шунгитовых брекчий в образце определяют согласно формуле

$$\kappa_b = \frac{S_b}{S_0} \cdot 100\%$$

Пример реализации способа оценки качества шунгитового сырья

В качестве примера рассмотрим реализацию процесса оценки качества шунгитового сырья Максовской залежи (Зажогинское месторождение). Проба состояла из образцов шунгитовой породы прожилковой текстуры с разветвленной системой кварцевых прожилков мощностью 2-7 мм, а также образцов шунгитовой брекчий с преимущественно черным типом цемента. В прожилках и цементе брекчий присутствовали включения пирита размером 1-5 мм. Крупность изученных образцов составляла +40, -40+20, -20+10, -10+5, -5+3 и -3+1 мм.

Задача анализа состояла в определении наличия на поверхности отобранных образцов областей, принадлежащих однородной шунгитовой породе, и кварцево-сульфидных включений, а также в определении качества шунгитовой породы и кварцево-сульфидных включений.

Полученные результаты можно визуализировать при помощи Фиг. 2 для образцов шунгитовой брекчий с крупностью -40+20, -20+10, -10+5, -5+3 и -3+1 мм и Фиг. 3 для образцов шунгитовой брекчий с крупностью +40. На Фиг. 4 представлены рассчитанные показатели качества шунгитового сырья.

Из полученных результатов (Фиг. 4) можно сделать вывод о том, что:

- Образцы шунгитовой брекчий крупности +40 имеют в своем составе от 0,3% до 9% цемента шунгитовых брекчий (показатель κ_b). При этом шунгит составляет от 88,7% до 95,6% (показатель κ_s), а его показатель качества κ_s изменяется в пределах от 0 до 3, что говорит о том, что массивная порода шунгита в различных образцах различна: от содержащей вкрапления черного цемента шунгитовых брекчий ($K_s=0$), равномерно распределенных в толще породы, до чистой ($K_s=3$), содержащей минимум вкраплений различного происхождения. Включения кварца составляют от 2,3% до 4,9% (показатель $\kappa_{q,z}$), при этом кварц содержит сравнительно большие вкрапления шунгита массивной породы и сульфидов, равномерно распределенных в его толще (показатель $K_{q,z}=0$).

- Образцы шунгитовой брекчий крупности -40+20 не имеют в своем составе цемента

шунгитовых брекчий (показатель $\kappa_b=0$ для всех проанализированных образцов). При этом шунгит массивной породы составляет от 64,7% до 96,6% (показатель κ_s), а его показатель качества K_s изменяется в пределах от 2 до 3, что говорит о том, что массивная порода шунгита в различных образцах примерно одного качества и варьируется: от содержащей редкие мелкие вкрапления черного цемента шунгитовых брекчий ($K_s=2$), равномерно распределенных в толще породы, до чистой ($K_s=3$), содержащей минимум вкраплений различного происхождения. Включения кварца составляют от 3,4% до 35,3% (показатель $\kappa_{q,z}$), при этом качества кварца различно: он может содержать как сравнительно большие вкрапления шунгита массивной породы и сульфидов (показатель $K_{q,z}=0$), так и вкрапления небольшого размера (показатель $K_{q,z}=2$), равномерно распределенных в его толще.

- Образцы шунгитовой брекчий крупности -20+10 не имеют в своем составе цемента шунгитовых брекчий (показатель $\kappa_b=0$). При этом шунгит составляет от 46,2% до 91% (показатель κ_s), а его показатель качества $K_s=3$, что соответствует чистой массивной породе шунгита, содержащей минимум вкраплений различного происхождения. Включения кварца составляют от 9% до 53,8% (показатель $\kappa_{q,z}$), при этом кварц содержит сравнительно большие вкрапления шунгита массивной породы и сульфидов, равномерно распределенные в его толще (показатель $K_{q,z}=0$).

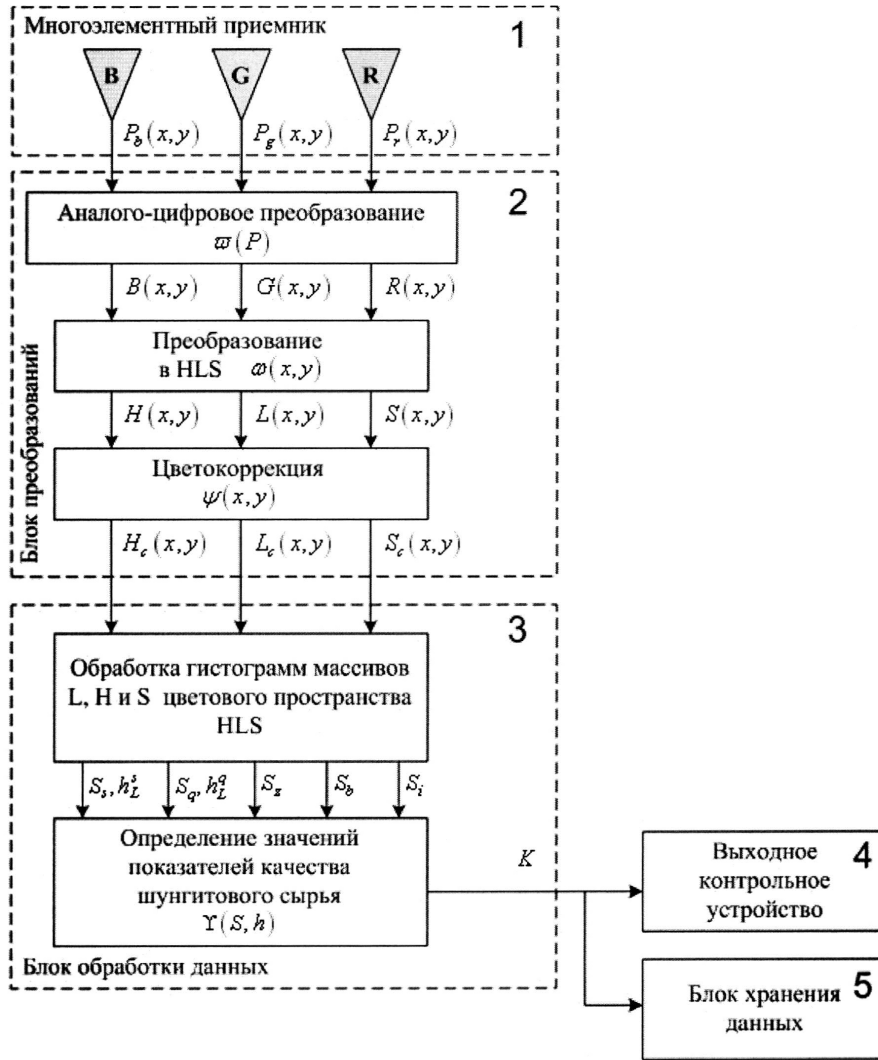
- Образцы шунгитовой брекчий крупности -10+5 не имеют в своем составе цемента шунгитовых брекчий (показатель $\kappa_b=0$). При этом шунгит составляет от 22,8% до 92,3% (показатель κ_s), а его показатель качества K_s изменяется в пределах от 2 до 3, что говорит о том, что массивная порода шунгита в различных образцах примерно одного качества и варьируется: от содержащей редкие мелкие вкрапления черного цемента шунгитовых брекчий ($K_s=2$), равномерно распределенных в толще породы, до чистой ($K_s=3$), содержащей минимум вкраплений различного происхождения. Кварц составляет от 7,7% до 77,2% (показатель $\kappa_{q,z}$), при этом кварц содержит сравнительно большие вкрапления шунгита массивной породы и сульфидов, равномерно распределенных в его толще (показатель $K_{q,z}=0$).

Таким образом, заявляемый способ оценки качества шунгитового сырья всей своей совокупностью существенных признаков позволяет ускорить процесс оценки за счет повышения эффективности использования вычислительных ресурсов.

(57) Формула изобретения

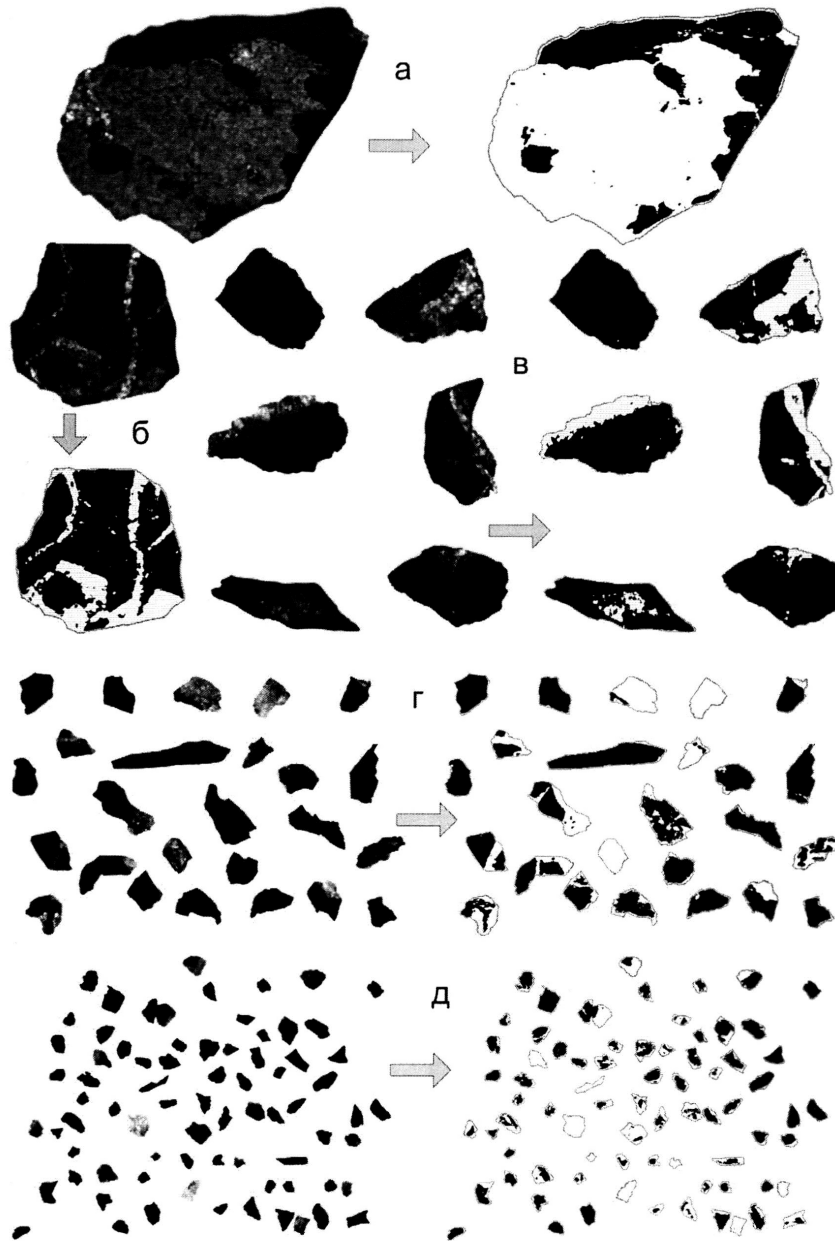
Способ оценки качества шунгитового сырья оптическим методом, заключающийся в том, что формируют цветное изображение образца шунгитового сырья с получением трех двумерных массивов целых чисел в цветовом пространстве RGB, каждый из которых содержит информацию о пространственном распределении в изображении одного из трех цветов - красного, зеленого и синего, затем осуществляют цветокоррекцию каждого из трех RGB массивов, преобразуют RGB массивы в цветовое пространство HLS, строят гистограмму L цветового пространства HLS, по параметрам полученной гистограммы L цветового пространства HLS определяют параметры качества шунгитового сырья.

Способ оценки качества шунгитового сырья



Фиг. 1

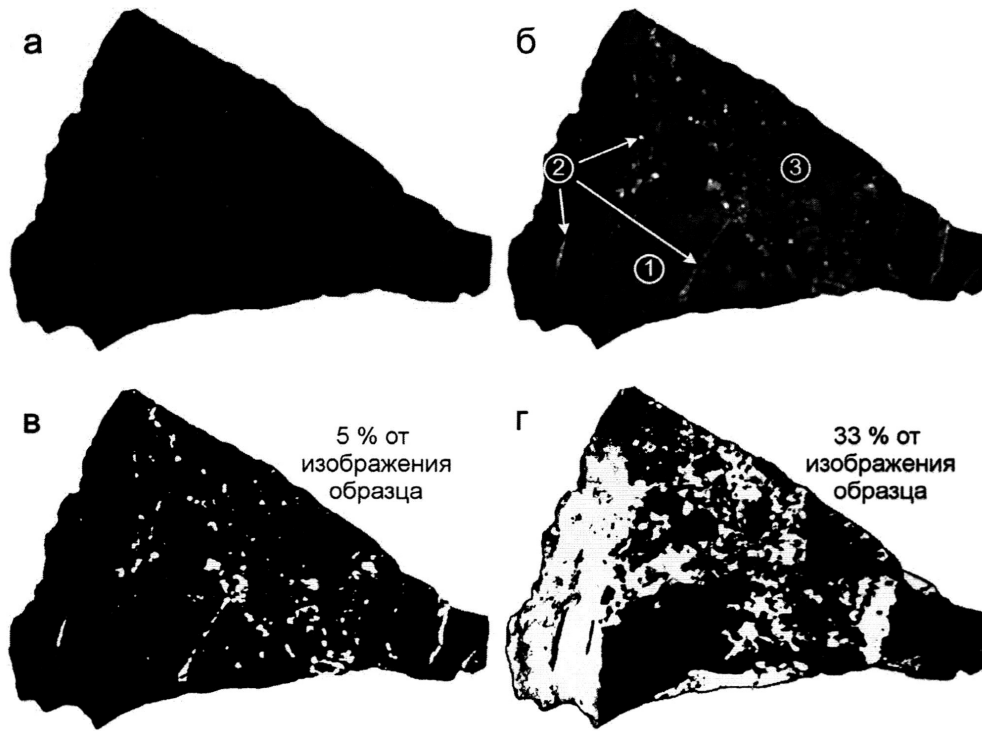
Способ оценки качества шунгитового сырья



Фиг. 2

3/4

Способ оценки качества шунгитового сырья



Фиг. 3

4/4

Способ оценки качества шунгитового сырья

Крупность, мм	№ образца	Показат. $\kappa_s, \%$	Показат. K_s	Показат. $\kappa_b, \%$	Показат. $K_{q,z}$	Показат. $\kappa_{q,z}, \%$
-10+5	2	92,3	2	0	0	7,7
	7	31,4	3	0	0	68,6
	9	22,8	3	0	0	77,2
-20+10	3	91	3	0	0	9
	9	67,2	3	0	0	32,8
	10	46,2	3	0	0	53,8
-40+20	1	96,6	3	0	0	3,4
	7	64,7	2	0	2	35,3
	10	65,2	2	0	0	34,8
+40	1	88,7	0	9	0	2,3
	2	94,5	3	0,57	0	4,9
	3	95,6	1	0,3	0	4,1

Фиг. 4