

х/г 14/86
17.2909.



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1584592

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее свидетельство на изобретение:
"Модель горной породы для рентгенорадиометрического опробования"

Заявитель: ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. Г. В. ПЛЕХАНОВА
И ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ
ИНСТИТУТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ "МЕХАНОБР"

Автор (авторы): Арцыбашев Владимир Александрович,
Багрянский Андрей Александрович, Волков Александр
Александрович и Крапивский Евгений Исаакович

Заявка № 4633260 Приоритет изобретения 9 января 1989г.

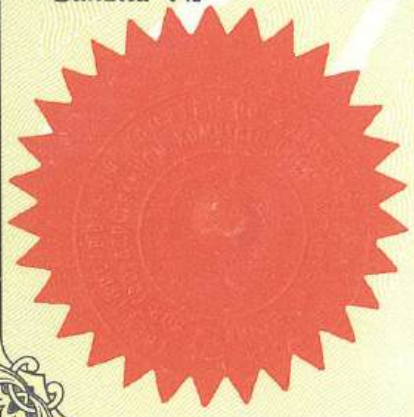
Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Союза ССР

8 апреля 1990г.

Председатель Комитета

Начальник отдела

Ю. В. Семен
Земля



6127/604
11.10.90.



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4633260/23-25

(22) 09.01.89

(71) Ленинградский горный институт
им. Г.В. Плеханова и Всесоюзный
научно-исследовательский и проектный
институт механической обработки по-
лезных ископаемых "Механобр"

(72) В.А. Арцыбашев, А.А. Багрянский
А.А. Волков и Е.И. Крапивский

(53) 550.835 (088.8)

(56) Леман Е.П. Рентгенорадиометри-
ческий метод опробования месторожде-
ний цветных и редких металлов. Л.:
Недра, 1978, с. 143.

Авторское свидетельство СССР
№ 673012, кл. G 01 V 5/00, 1977.

(54) МОДЕЛЬ ГОРНОЙ ПОРОДЫ ДЛЯ РЕНТ-
ГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ

(57) Изобретение относится к ядерной
геофизике. Цель изобретения - обеспе-

чение возможности моделирования руд с
различной крупностью минеральных зе-
рен. Модель содержит расположенные
друг над другом три пластины, две
из которых имитируют вмещающую поро-
ду, а третья, расположенная между
ними, рудный минерал. Пластина, ими-
тирующая рудный минерал, содержит
несколько равных по площади участков,
на каждом из которых закреплены зер-
на рудного минерала, расположенные
по прямоугольной сетке с определенны-
ми расстояниями между центрами зерен.
Толщина пластины, расположенной со
стороны зерен рудного минерала, за-
висит от линейных коэффициентов ос-
лабления первичного и вторичного рент-
геновских излучений, а также от уг-
лов падения первичного и отбора
вторичного излучений. 3 ил.

Изобретение относится к ядерной
геофизике и может быть использовано
для излучения влияния распределения
и размеров минеральных зерен, входя-
щих в состав горных пород и руд, на
результаты рентгенорадиометрического
опробования.

Цель изобретения - обеспечение
возможности моделирования руд с раз-
личной крупностью минеральных зерен.

На фиг. 1 показана предлагаемая
модель, вид сбоку; на фиг. 2 - план
пластины, имитирующей рудный минерал;
на фиг. 3 - график экспериментальной
зависимости интенсивности рентгеновс-
29-90

кого излучения N_p олова от размера
 D зерна касситерита.

Модель горной породы для рентге-
норадиометрического опробования
(фиг. 1) содержит пластину 1, ими-
тирующую вмещающую горную породу,
над которой расположена пластина 2
из прозрачного для рентгеновского
излучения материала, состоящая из
 n равных по площади частей. На каж-
дом из n равных по площади участков
пластины 2 закреплены зерна 3 руд-
ного минерала (фиг. 2) размером D_1 ,
которые расположены по прямоугольной
сетке с расстоянием между центрами

$$\text{зерен } 1_i = \sqrt{\frac{[(\mu_0/\sin \alpha) + (\mu_r/\sin \beta)] \rho_b^3}{4,61 \rho C}}$$

где ρ_b - плотность рудного минерала, ρ - плотность горной породы, C - содержание рудного минерала в горной породе, μ_0 и μ_r - линейные коэффициенты ослабления первичного и вторичного рентгеновских излучений во вмещающей горной породе, α - угол падения первичного, а β - угол отбора вторичного излучений.

Число n равно числу моделируемых классов крупности зерен рудного минерала, а D_i равно среднему размеру зерен рудного минерала в i -ом классе крупности. Над пластиной 2 расположена пластина 4, имитирующая вмещающую горную породу. Толщина пластины 4 равна

$$d = \frac{1,54}{\frac{\mu_0^n}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r^n}{\sin \beta}},$$

где μ_0^n и μ_r^n - линейные коэффициенты ослабления первичного и рентгеновского излучений в материале пластины. Пластины 1, 2 и 4 располагаются вплотную друг к другу.

Изобретение позволяет моделировать руду с различной крупностью минеральных зерен, равномерно распределенных по всему объему вмещающей горной породы.

Глубинность рентгенорадиометрического опробования h во вмещающей горной породе, т.е. слой, из которого поступает 99% вторичного излучения, выражается через μ_0 , μ_r , α и β следующим образом

$$h = \frac{4,61}{\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}} \quad (1)$$

Рентгеновское излучение от минеральных зерен, содержащихся во вмещающей горной породе, регистрируется только в том случае, когда минеральные зерна расположены от поверхности руды на расстоянии, не превышающем глубинность рентгенорадиометрического опробования h во вмещающей горной породе. Поскольку величина h обычно составляет величину порядка 0,5-5 мм (в зависимости от энергии первичного и вторичного рентгеновских излучений), то при равномерном распределении минераль-

ных зерен по объему вмещающей горной породы и невысоких содержаниях рудного минерала в горной породе (до 3-5%) можно считать, что в слое горной породы толщиной h минеральные зерна не перекрывают друг друга на пути распространения первичного и вторичного рентгеновских излучений и все минеральные зерна, находящиеся в горной породе на глубине от 0 до h , участвуют в образовании рентгеновского излучения.

В предлагаемой модели минеральные зерна 3 размером D_i расположены на пластине 2, выполненной из прозрачного для рентгеновского излучения материала, по прямоугольной сетке с расстоянием между зернами 1_i . Связь между размером минеральных зерен D_i и расстоянием между ними 1_i выводится из следующих соображений.

Объем горной породы V , из которого может поступать рентгеновское излучение, равен $V = Sh$, где S - площадь опробования. Количество минеральных зерен в объеме моделируемой

горной породы V равно $n_v = \frac{C_v Sh}{D_i^3}$,

где C_v - объемное содержание рудного минерала в горной породе.

Поскольку $C_v = C \frac{\rho}{\rho_b}$, где ρ - плотность горной породы, ρ_b - плотность рудного минерала, а C - содержание рудного минерала, можно записать

$$n_v = \frac{4,61 \rho S C}{\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}\right) \rho_b D_i^3} \quad (2)$$

С другой стороны, количество минеральных зерен, закрепленных на i -ой части второй пластины, $n_s = \frac{S}{1_i^2}$ выбирается равным количеству минеральных зерен в объеме V моделируемой горной породы n_v , т.е. $n_s = n_v$. Из этого равенства, учитывая ранее приведенные соотношения находим

$$1_i = \sqrt{\frac{\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}\right) \rho_b D_i^3}{4,61 \rho C}} \quad (3)$$

Условие $n_v = n_s$ выполняется в случае $1_i \approx D_i$. Согласно формуле (3) получаем условие выполнения равенства $n_v = n_s$, т.е. условие использования предлагаемого изобретения

$$\frac{D_i \rho_0}{h \rho C} \geq 1. \quad (4)$$

Поскольку минеральные зерна в моделируемой горной породе, участвующие в образовании рентгеновского излучения, расположены на равном расстоянии от ее поверхности, необходимо учесть ослабление излучения слоем вмещающей горной породы, находящейся между минеральным зерном и поверхностью руды.

Для учета ослабления излучения слоем вмещающей горной породы, находящейся между минеральными зернами, участвующими в образовании рентгеновского излучения, и поверхностью руды в предлагаемом изобретении над пластиной 2, имитирующей рудный минерал, расположена пластина 4, имитирующая вмещающую горную породу. Толщина пластины 4 выбирается из условия равенства потоков характеристического рентгеновского излучения определяемого элемента в моделируемой горной породе и предлагаемой модели.

Поток характеристического рентгеновского излучения от одного зерна размером D_i , находящегося на глубине x от поверхности, можно представить в виде

$$N = n_0 D_i^2 K e^{-\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}\right)x}, \quad (5)$$

где n_0 — плотность потока первичного излучения;

K — коэффициент преобразования первичного излучения в характеристическое рентгеновское излучение в зерне размером D_i , не зависящий от глубины его нахождения x .

Поток характеристического рентгеновского излучения из объема $V = Sh$ моделируемой горной породы равен сумме потоков N_i от всех зерен n_v , содержащихся в этом объеме

$$N_1 = \sum_{i=1}^{n_v} N_i = n_0 D_i^2 K \sum_{i=1}^{n_v} e^{-\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}\right)x} \quad (6)$$

Считая распределение зерен внутри объема V равномерным, количество зерен, находящихся на расстоянии от x до $x + dx$, будет равно

$$n_x = \frac{n_v dx}{h}$$

Учитывая последнее равенство, можно записать

$$\sum_{i=1}^{n_v} e^{-\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}\right)x} = \frac{n_v}{h} \int_0^h e^{-\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}\right)x} dx, \quad (7)$$

$$\text{где } l = \frac{h}{dx}$$

Сумма, стоящая в правой части выражения (7), является интегральной суммой и при $dx \rightarrow 0$ имеем выражение

$$\frac{n_v}{h} \int_0^h e^{-\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}\right)x} dx = \frac{n_v}{h_0} \int_0^h e^{-\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}\right)x} dx = 0,215 n_v \quad (8)$$

Таким образом, поток характеристического рентгеновского излучения от моделируемой горной породы будет записан следующим образом

$$N_1 = n_0 D_i^2 K n_v \cdot 0,215 \quad (9)$$

Поток характеристического рентгеновского излучения от предлагаемой модели с учетом ослабления в пластине 4 имеет вид

$$N_2 = n_0 D_i^2 K n_s e^{-\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta}\right)d}$$

Приравнявая N_1 и N_2 , получаем выражение для толщины пластины 4

$$d = \frac{1,254}{\frac{\mu_0^n}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r^n}{\sin \beta}}, \quad (10)$$

где μ_0^n и μ_r^n — линейные коэффициенты ослабления первичного и вторичного рентгеновских излучений в материале пластины 4.

Работа с моделью горной породы согласно предлагаемому изобретению осуществляется следующим образом.

Рентгенорадиометрический датчик 5 (фиг.1) устанавливают поочередно на различные участки модели, в пределах которых размер минеральных зерен D_i не меняется.

Измерения выполняются на n участках, соответствующих количеству различных моделируемых классов крупности зерен рудного минерала. Поскольку

ку участки модели отличаются друг от друга только размером минеральных зерен, измеряемый сигнал зависит только от размера минеральных зерен.

Модель горной породы для рентгенорадиометрического опробования изготавливают следующим образом.

В качестве пластины 1, имитирующей вмещающую горную породу, используют дробленую пустую породу - брекчию, обычно содержащую касситеритовое оруденение, помещают в кювету размером 30×6×2 см. Пластина 2, имитирующая рудный материал, выполнена из лавсановой пленки толщиной 0,01 см, на которой с помощью клея закрепляют на пяти участках размером 6×6 см зерна касситерита одинаковой крупности.

Размер закрепленных на пяти участках зерен касситерита составляет 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 мм, а расстояние между зернами соответственно 1,0; 3,0; 5,5; 8,4; 11,7 мм, что соответствует содержанию рудного минерала в горной породе $C = 0,1\%$, среднему углу падения излучения $\alpha = 30^\circ$ и среднему углу отбора $\beta = 60^\circ$.

Третья пластина представляет собой пластину из алюминия размером 30×6×0,17 см.

Изготовленная согласно предлагаемому изобретению модель горной породы имеет следующие значения: $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$; $\rho_B = 4,6 \text{ г/см}^3$; $h = 0,73 \text{ см}$; $S = 36 \text{ см}^2$; $C_V = 0,06\%$. Для указанных значений и содержаний рудного минерала в горной породе $C = 0,1\%$ минимальный размер зерен, для которых выполняется равенство $n_V = n_S$, рассчитанный по формуле (4), составляет $D_i = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ см}$, что существенно меньше реального размера зерен касситерита в моделируемой горной породе.

Измерения на изготовленной модели проводят с помощью датчика с источником радиоактивного излучения $S_m = 145$ и пропорциональным счетчиком, для которого средние углы падения и отбора излучения составляют соответственно 30 и 60° .

Экспериментальная зависимость интенсивности K_α - линия характеристического рентгеновского излучения олова от размера зерен касситерита показана на фиг. 3.

При измерении размера минеральных зерен касситерита от 0,2 до 1 мм интенсивность характеристического рентгеновского излучения олова уменьшается в 4,4 раза.

Изобретение позволяет моделировать горные породы с одинаковым содержанием рудного минерала, но различным размером минеральных зерен, что обеспечивает возможность исследования влияния размера минеральных зерен на результаты рентгенорадиометрического опробования.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Модель горной породы для рентгенорадиометрического опробования, содержащая расположенные друг над другом две пластины, одна из которых имитирует рудный минерал, отличающаяся тем, что, с целью обеспечения возможности моделирования руд с различной крупностью минеральных зерен, модель снабжена дополнительной пластиной, пластина, имитирующая рудный минерал, расположена между двумя другими пластинами, имитирующими вмещающую горную породу, и содержит n равных по площади участков, на каждом из которых закреплены зерна рудного минерала одинакового размера D_i , расположенные по прямоугольной сетке с расстоянием между центрами зерен

$$l_i = \sqrt{\left(\frac{\mu_0}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r}{\sin \beta} \right) \rho_B} D_i^3, \quad (4)$$

где ρ_B - плотность рудного минерала;
 ρ - плотность горной породы;
 C - содержание рудного минерала в горной породе;

μ_0 и μ_r - линейные коэффициенты ослабления первичного и вторичного рентгеновских излучений во вмещающей горной породе;

α - угол падения первичного и β - угол отбора вторичного рентгеновских излучений,

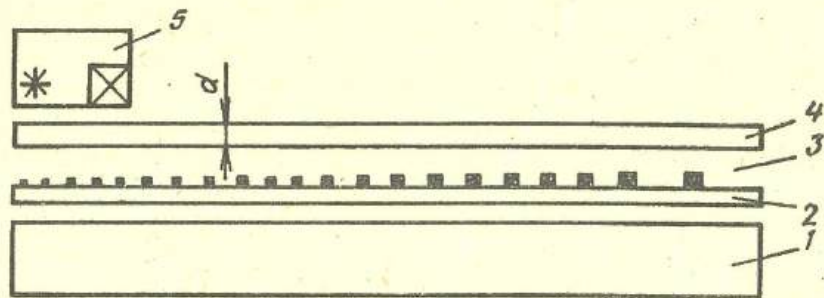
при этом n равно числу i моделируемых классов крупности зерен рудного минерала, D_i равно среднему размеру зерен рудного минерала в i -ом классе крупности, а толщина d пластины, имитирующей вмещающую горную породу,

расположенной со стороны зерен рудного минерала, равна

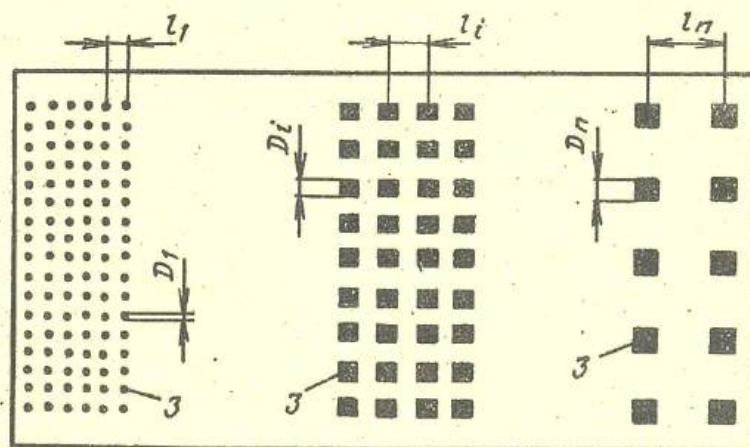
$$d = \frac{1,54}{\frac{\mu_0^n}{\sin \alpha} + \frac{\mu_r^n}{\sin \beta}}$$

5

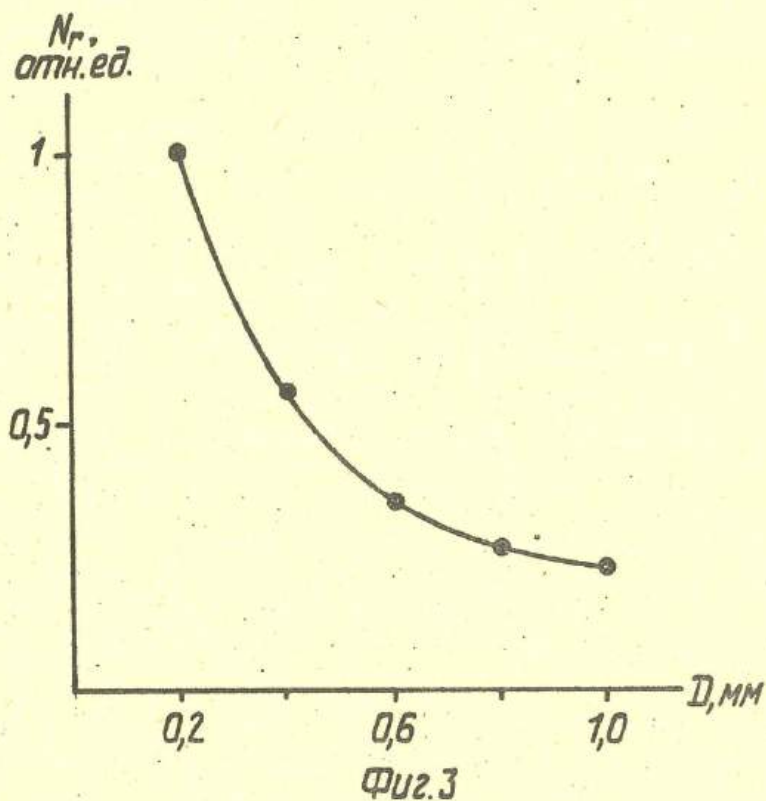
где μ_0^n и μ_r^n - линейные коэффициенты ослабления первичного и вторичного рентгеновских излучений в материале пластины.



фиг. 1



фиг. 2



Редактор Л. Курасова Составитель А. Колесников Корректор М. Максимишинец
 Техред М. Ходанич

Заказ 2579/ДСП Тираж 271 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101