

п. 2790.
х/у 14/86, 48/87.



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

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1669270

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее свидетельство на изобретение:
"Способ рентгенорадиометрического опробования руды и устройство для его осуществления"

Заявитель: ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. Г. В. ПЛЕХАНОВА

Автор (авторы): Арцыбашев Владимир Александрович, Табитов Ринат Махмудович, Багрянский Андрей Александрович и Бондарев Александр Геннадьевич

Заявка № 4431361 Приоритет изобретения 30 мая 1988г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Союза ССР

8 апреля 1991г.

Председатель Комитета

Начальник отдела

Ю. В. Селев
Зинчук



Вх 27/414
21.10.91.



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ. №

006208

(19) **SU** (11) **1669270** **A1**

(51)5 G 01 N 23/223

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1
(21) 4431361/25
(22) 30.05.88
(71) Ленинградский горный институт
им. Г.В. Плеханова
(72) В.А.Аршыбашев, Р.М.Габитов,
А.А.Багрянский и А.Г.Бондарев
(53) 539.1.06(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1100546, кл. G 01 N 23/223, 1983.
Авторское свидетельство СССР
№ 1018510, кл. G 01 T 1/17, 1981.

(54) СПОСОБ РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОГО
ОПРОБОВАНИЯ РУДЫ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к ядер-
ной геофизике. Цель изобретения -
повышение точности опробования руды
с низким содержанием определяемого
элемента в условиях изменения рассто-
яния от поверхности опробования до
детектора. Опробуемую руду облучают
рентгеновским или гамма-излучением,
регистрируют характеристическое
рентгеновское излучение определяемо-
го элемента в двух смежных энергетиче-
ских интервалах, регистрируют рас-
сеянное рудой первичное излучение,
а также определяют интегральную ско-

2
рость счета вторичного излучения. При
опробовании проводят периодические изме-
рения на стандартной пробе, содержащей
определяемый элемент, во время которых
регулируют коэффициент передачи спек-
трометрического тракта одновременно
по соотношению скоростей счета ха-
рактеристического рентгеновского излу-
чения в смежных энергетических интер-
валах и в соответствии с зависимостью
изменения коэффициента передачи спек-
трометрического тракта от интегральной
скорости счета вторичного излучения,
а во время измерения на руде регули-
руют коэффициент передачи спектромет-
рического тракта только в соответст-
вии с зависимостью его изменения от
интегральной скорости счета. Устрой-
ство для осуществления способа содер-
жит блок детектирования, амплитудный
анализатор импульсов, два тракта на
основе дифференциальных дискримinato-
ров и один на основе интегрального
дискриминатора, блоки для определе-
ния отношения сигналов в двух первых
трактах. Это отношение и сигнал с
третьего тракта поступают на регуля-
тор коэффициента усиления, а оттуда
на усилитель. 2 с.п.ф-лы, 3 ил.

Изобретение относится к ядерной
геофизике, в частности к рентгено-
радиометрическим методам опробования.

Цель изобретения - повышение точнос-
ти опробования руды с низким содержа-
нием определяемого элемента в услови-
ях изменения расстояния от поверхнос-
ти опробования до детектора.

29-91

На фиг. 1 приведена структурная
схема устройства; на фиг. 2 приведены
спектры $N(E)$ вторичного излучения
от касситеритовой руды с различным со-
держанием олова (кривая а - 0,3% олова,
кривая б - 3% олова), полученные
с использованием источника $Sm - 145$;
на фиг. 3 показана зависимость изме-

(19) **SU** (11) **1669270** **A1**

нения коэффициента передачи спектрометрического тракта от интегральной скорости счета.

Одновременно с изменением интегральной скорости счета регистрируемого излучения изменяется и коэффициент передачи спектрометрического тракта. Это изменение различно для различных типов аппаратуры и обусловлено рядом причин. В частности, для аппаратуры с использованием пропорциональных счетчиков изменение коэффициента передачи спектрометрического тракта вызвано образованием пространственного заряда вокруг анода счетчика, а при использовании сцинтилляционных детекторов имеет место зависимость усиления фотоумножителя от частоты следования сигналов. Поскольку при опробовании руды в условиях естественного залегания и в отбитой горной породе расстояния до поверхности опробования изменяется, то изменяются и интегральная скорость счета регистрируемого излучения и коэффициент передачи спектрометрического тракта. Чтобы учесть это изменение, осуществляют следующие операции.

Поверхность опробования облучают рентгеновским или гамма-излучением, регистрируют характеристическое рентгеновское излучение N_r определяемого элемента (фиг. 2) в двух смежных энергетических интервалах приборного спектра (N_1 , N_2), рассеянное излучение N_s и интегральную скорость счета вторичного излучения во всем диапазоне энергий приборного спектра. При этом коэффициент передачи спектрометрического тракта регулируют в соответствии с установленной предвительно на моделях зависимостью изменения коэффициента передачи спектрометрического тракта $\Delta K/K$ от интегральной скорости счета I вторичного излучения (фиг. 3) и по отношению скоростей счета характеристического рентгеновского излучения N_r (фиг. 2) и рассеянного излучения N_s судят о содержании определяемого элемента. Для устранения влияния на коэффициент передачи спектрометрического тракта долго изменяющихся дестабилизирующих факторов, таких, например, как температура, периодически проводят измерения на эталонной пробе с высоким содержанием определяемого элемента (спектр эталонной пробы с содержа-

ем олова 3% показан на фиг. 2, кривая б). При этом коэффициент передачи спектрометрического тракта регулируют одновременно по соотношению скоростей счета характеристического рентгеновского излучения и по интегральной скорости счета.

Поскольку при измерениях на эталонной пробе геометрические условия не изменяются, то не изменяется и интегральная скорость счета и регулировка коэффициента передачи спектрометрического тракта практически обуславливается только регулировкой по соотношению скоростей счета характеристического рентгеновского излучения в смежных энергетических интервалах. Периодичность измерений на эталонной пробе зависит от скорости дрейфа коэффициента передачи спектрометрического тракта, на которую влияют тип используемой аппаратуры и условия ее применения. Например, при опробовании вагонеток в шахтных условиях с аппаратурой РРК-103 и БВД-П необходимо проводить измерения на эталонной пробе не реже, чем через 15 мин, при этом погрешность измерений за счет дрейфа коэффициента передачи спектрометрического тракта не превышает 0,5%.

Таким образом, при измерениях на руде регулирование коэффициента передачи спектрометрического тракта осуществляется только по интегральной скорости счета.

Предлагаемые способ и устройство для рентгенорадиометрического опробования руды были осуществлены при опробовании руды в вагонетках в подземных условиях на одном из оловодобывающих комбинатов.

Устройство для рентгенорадиометрического опробования руды (фиг. 1) содержит последовательно соединенные блок 1 детектирования, усилитель 2, амплитудный анализатор 3, соединенные с выходом усилителя дифференциальные дискриминаторы 4, 1 и 4, 2, схемы И 5.1 и 5.2, подключенные первыми входами к выходам дифференциальных дискриминаторов, а выходами к разностному накопителю 6, соединенному с первым входом регулятора 7 коэффициента усиления через первый цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) 8, интегральный дискриминатор 9, вход которого подключен к выходу усилителя 2, а выход через последовательно

соединенные цифровой измеритель средней частоты (ИСЧ) 10, второй ЦАП 11 и функциональный преобразователь 12 к второму входу регулятора 7 коэффициента усиления, выход которого соединен с вторым входом усилителя 2, а также переключатель 13, подключенный выходом к вторым входам схем И 5.1 и 5.2.

Поскольку зависимость изменения коэффициента передачи спектрометрического тракта для прибора оказалась линейной (фиг. 3), то роль функционального преобразователя играл делитель напряжения, а регулятора коэффициента усиления — лампа накаливания.

Устройство работает следующим образом.

Блок 1 детектирования регистрирует гамма-кванты вторичного излучения и преобразует их энергию в электрические импульсы, которые усиливаются усилителем 2 и поступают на амплитудный анализатор 3. Амплитудный анализатор выделяет из всего спектра вторичного излучения интервалы, соответствующие импульсам характеристического рентгеновского излучения N_r (фиг. 2) и рассеянного излучения N_s , определяет скорость счета в этих интервалах и отношение скоростей счета характеристического рентгеновского излучения определяемого элемента и рассеянного излучения, по которому судят о содержании определяемого элемента. Одновременно с выхода усилителя 2 импульсы поступают на входы дифференциальных дискриминаторов 4.1, 4.2 и интегрального дискриминатора 9. Интервалы пропускания дискриминаторов 4.1 и 4.2 выбраны таким образом, что на их выходы проходят только импульсы, соответствующие двум смежным энергетическим интервалам N_1 и N_2 (фиг. 2) в пике характеристического рентгеновского излучения определяемого элемента. Через схемы И 5.1 и 5.2 импульсы с дифференциальных дискриминаторов 4.1 и 4.2 поступают на разностный накопитель 6, на выходе которого сигнал, пропорциональный разности частот следования импульсов с дискриминаторов, представлен в цифровом виде. Преобразование цифрового сигнала в аналоговый осуществляет первый ЦАП 8, с выхода которого аналоговый сигнал подается на первый вход регулятора

7 коэффициента усиления. При равенстве частот следования на выходе разностного накопителя 6 импульсов сигнал отсутствует. В случае изменения коэффициента передачи спектрометрического тракта изменяется частота следования импульсов с дискриминаторов, на выходе разностного накопителя 6 появляется сигнал рассогласования, который через первый ЦАП 8 и регулятор 7 коэффициента усиления возвращает коэффициент передачи спектрометрического тракта в первоначальное состояние.

Интегральный дискриминатор 9 пропускает все импульсы, большие некоторого порогового значения, выбираемого таким образом, чтобы отсеять собственные шумы схемы, на вход цифрового ИСЧ 10. Цифровая информация с выхода ИСЧ преобразуется в аналоговую вторым ЦАП 11. Функциональный преобразователь 12 вырабатывает сигнал регулирования в соответствии с экспериментально установленной зависимостью (фиг. 3) изменения коэффициента передачи спектрометрического тракта от интегральной скорости счета вторичного излучения и подает его на второй вход регулятора 7 коэффициента усиления. Регулятор коэффициента усиления вырабатывает сигнал регулирования коэффициента усиления, пропорциональный одновременно сигналам на двух его входах.

При выключенном переключателе 13 (измерение на эталонной пробе) регулирование коэффициента передачи спектрометрического тракта осуществляется одновременно по соотношению скоростей счета характеристического рентгеновского излучения в смежных энергетических интервалах и по интегральной скорости счета. При измерениях на руде переключатель 13 включается, на вторые входы схем И подается сигнал, запрещающий прохождение через них импульсов от дифференциальных дискриминаторов, а на выходе разностного накопителя 6 и первого ЦАП 8 сохраняется сигнал, который был там перед включением выключателя при измерениях на эталонной пробе.

При реализации предлагаемого способа и устройства регистрировали K_{α} -линию характеристического излучения олова в интервале энергий E 24,2–26,1 кэВ и рассеянное излучение источ-

ника Sm-145 в интервале 32,6-37,8 кэВ. Дифференциальные дискриминаторы каналов были настроены на энергетические интервалы 23,3-25,1 и 25,1-26,9 кэВ. Энергетический порог интегрального дискриминатора составлял 2 кэВ, что позволило отсеять собственные шумы схемы.

Опробование руды в вагонетках происходило следующим образом. В отсуствии состава с рудой датчик был установлен на эталонную пробу с содержанием олова 3%. В этом положении концевой переключатель включен и коэффициент передачи спектрометрического тракта регулировался одновременно по соотношению скоростей счета характеристического рентгеновского излучения олова в дифференциальных каналах и по интегральной скорости счета. При подходе состава с вагонетками датчик снимался с эталонной пробы, одновременно выключался концевой переключатель и начиналось измерение руды в вагонетках. Количество точек измерения на одну вагонетку было равно 10, время измерения в одной точке 5 с, общее время измерения на один состав 10-15 мин. После измерения рудной массы во всех вагонетках датчик снова помещался на эталонную пробу, одновременно включался переключатель.

Во время измерений при выключенном переключателе регулирование коэффициента передачи спектрометрического тракта осуществлялось только по интегральной скорости счета, а о содержании олова в руде судили по отношению скоростей счета характеристического рентгеновского излучения N_r и рассеянного излучения N_s . При этом время между измерениями на эталонной пробе в среднем составляло 11 мин.

Погрешность измерений составила 30%, а предел обнаружения, равный удвоенной среднеквадратичной погрешности на горной породе, не содержащей олова, составил 0,06%. При измерениях согласно способу-прототипу с помощью устройства-прототипа погрешность измерений была оценена в 40%, а предел обнаружения - 0,08%.

Использование способа рентгенометрического опробования и устройства для его осуществления позволяет по сравнению с существующими повысить точность опробования руды.

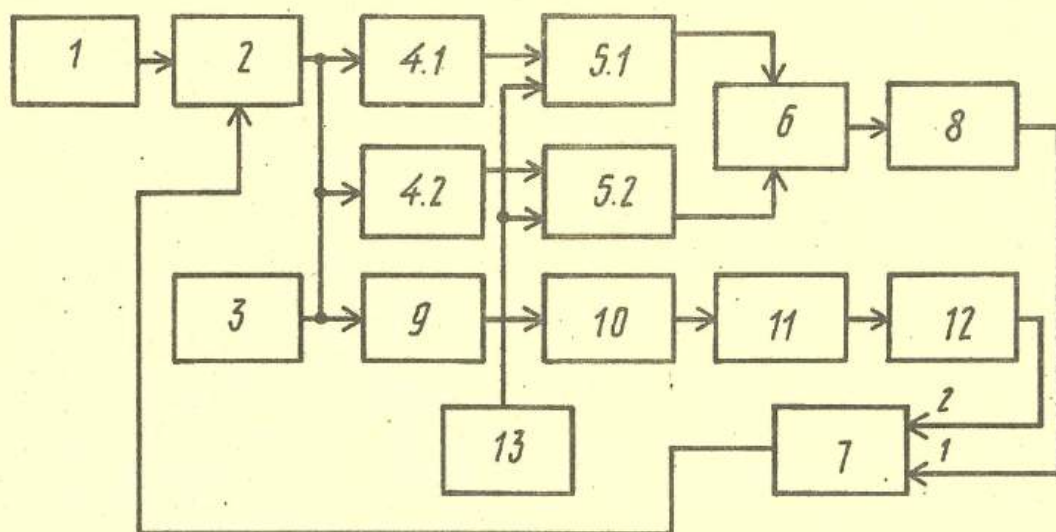
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ рентгенометрического опробования руды, включающий облучение опробуемой и модельных руд рентгеновским или гамма-излучением, регистрацию характеристического рентгеновского излучения определяемого элемента в двух смежных энергетических интервалах, соответствующих левой и правой половинам фотопика этого элемента в аппаратурном спектре, регистрацию рассеянного рудой первичного излучения и определение содержания определяемого элемента по полученным данным, отличающийся тем, что, с целью повышения точности опробования руды с низким содержанием определяемого элемента в условиях изменения расстояния от поверхности опробования до детектора, дополнительно регистрируют интегральную скорость счета вторичного излучения руды, предварительно определяют зависимость изменения коэффициента передачи спектрометрического тракта от скорости счета детектора, а во время опробования регулируют этот коэффициент в соответствии с полученной зависимостью и величиной интегральной скорости счета вторичного излучения руды, причем периодически проводят измерения на пробе, содержащей определяемый элемент, в процессе которых регулируют коэффициент передачи спектрометрического тракта одновременно по указанным зависимостям и величине интегральной скорости счета, а также по соотношению скоростей счета характеристического рентгеновского излучения определяемого элемента в двух смежных интервалах.

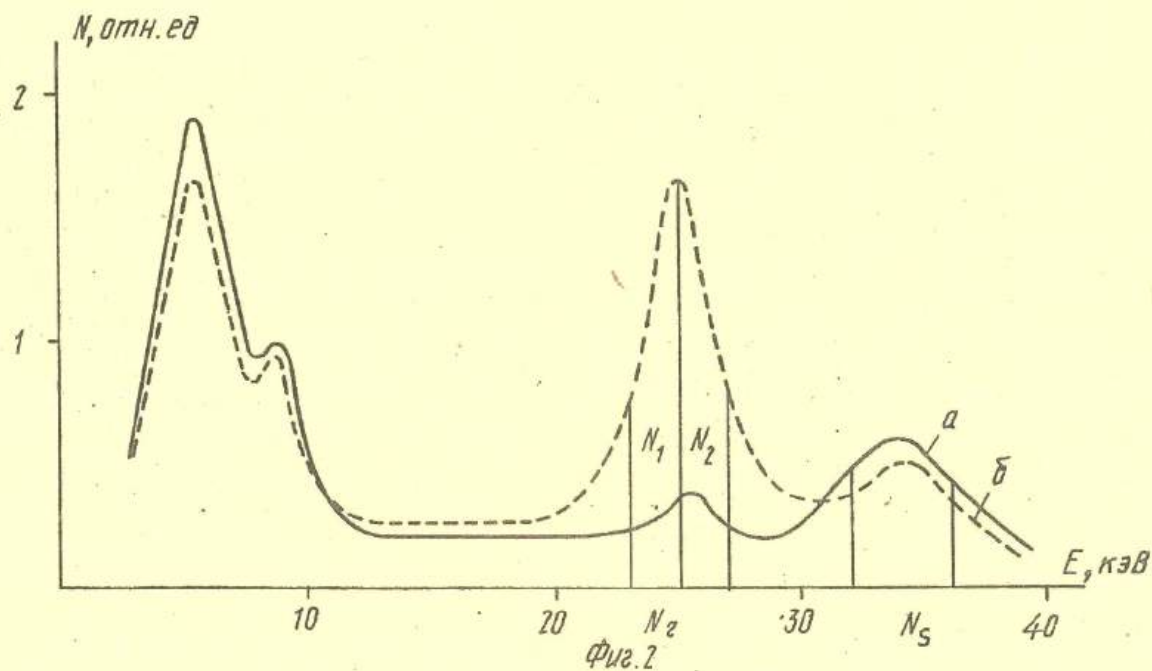
2. Устройство для рентгенометрического опробования руды, содержащее блок детектирования, усилитель и амплитудный анализатор, соединенные последовательно, два дифференциальных дискриминатора, входы которых соединены с выходом усилителя, две схемы И, входы которых соединены с выходами соответствующих дискриминаторов, разностный накопитель, входы которого соединены с выходами схем И, и регулятор коэффициента усиления, выход которого соединен с вторым входом усилителя, отличающееся тем, что, с целью повышения точности опробования, оно дополнительно снаб-

жено первым цифроаналоговым преобразователем, вход которого соединен с выходом разностного накопителя, а выход - с первым входом регулятора коэффициента усиления, интегральным дискриминатором, цифровым измерителем средней частоты, вторым цифроаналоговым преобразователем и функциональным преобразователем, последовательно

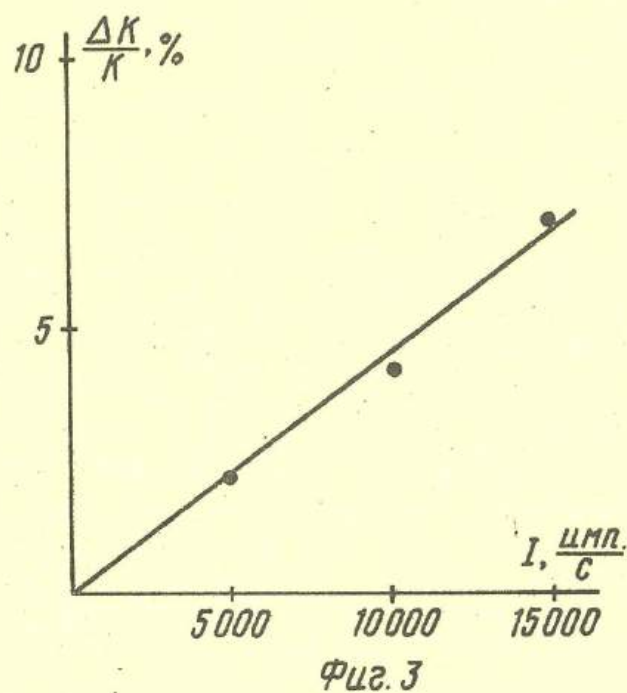
соединенными между собой, и переключателем, последовательно соединенными между собой, и переключателем, выход которого соединен с вторыми входами схем И, причем вход интегрального дискриминатора соединен с выходом усилителя, а выход функционального преобразователя соединен с вторым входом регулятора коэффициента усиления.



Фиг. 1



Фиг. 2



Редактор Т. Юрчикова

Составитель А. Колесников
Техред М. Моргентал

Корректор Л. Пилипенко

Заказ 3140/ДСП

Тираж 274

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