

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2542072

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КОНТРАСТНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013143133

Приоритет изобретения **23 сентября 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **19 января 2015 г.**

Срок действия патента истекает **23 сентября 2033 г.**

*Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Л.Л. Кирий

A handwritten signature in black ink, appearing to read "L.L. Kiriy", is written over the printed name.





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013143133/03, 23.09.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.09.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.09.2013

(45) Опубликовано: 20.02.2015 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2397025 C1, 20.08.2010 . SU 1076146 A1, 28.02.1984. SU 1830738 A1, 10.06.1996. SU 1461512 A1, 28.02.1989. RU 2339455 C1, 27.11.2008 . RU 2096090 C1, 20.11.1997. RU 2052518 C1, 20.01.1996. US 5171428 A 15.12.1992

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВПО "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный", отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Александрова Татьяна Николаевна (RU),
Николаева Надежда Валерьевна (RU),
Ромашев Артем Олегович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (RU)

(54) СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КОНТРАСТНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

(57) Реферат:

Изобретение относится к области обогащения руд флотацией, в частности к флотации золотосодержащих руд, и может быть использовано в горно-обогатительной промышленности. Способ повышения контрастности поверхностных свойств сульфидных минералов золотосодержащих руд включает предварительное измельчение с введением окислителя и последующую флотацию. Предварительную подготовку пульпы проводят посредством измельчения материала с добавлением перманганата калия и последующего

выделения класса крупности - 0,074+0 мм, кондиционирование пульпы с добавлением бутилового ксантогената калия и в качестве окислителя перманганата калия осуществляют в ультразвуковой ванне с частотой 20-60 кГц. Процесс флотации проводят в две стадии - основной и перечистой с использованием бутилового ксантогената калия БКК + вспенивателя ПМ2. Технический результат - повышение извлечения золота из труднообогатимого минерального сырья. 2 ил., 1 табл., 3 пр.

RU 2 542 072 C1

RU 2 542 072 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 542 072** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
B03D 1/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013143133/03, 23.09.2013

(24) Effective date for property rights:
23.09.2013

Priority:

(22) Date of filing: 23.09.2013

(45) Date of publication: 20.02.2015 Bull. № 5

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2, FGBOU
VPO "Natsional'nyj mineral'no-syr'evoj universitet
"Gornyj", otdel intellektual'noj sobstvennosti i
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

Aleksandrova Tat'jana Nikolaevna (RU),
Nikolaeva Nadezhda Valer'evna (RU),
Romashev Artem Olegovich (RU)

(73) Proprietor(s):

federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj
mineral'no-syr'evoj universitet "Gornyj" (RU)

(54) **METHOD FOR IMPROVEMENT OF SURFACE BEHAVIOUR CONTRAST FOR GOLD ORE SULPHIDE MINERALS**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: method for improvement of surface behaviour contrast for gold ore sulphide minerals includes preliminary grinding with introduction of oxidiser and further flotation. Pulp is pretreated by grinding with addition of potassium permanganate and further extraction of size grade of 0.074+0 mm, pulp conditioning with addition of potassium butyl

xanthogenate and potassium permanganate as oxidiser is carried out in ultrasonic bath with frequency of 20-60 kHz. Flotation process is carried out in two stages - the main and cleaning one - using potassium butyl xanthogenate (PBX) + foaming agent PM2.

EFFECT: improved gold extraction from refractory ore.

2 dwg, 1 tbl, 3 ex

RU
2 542 072
C 1

RU
2 542 072
C 1

Изобретение относится к области обогащения руд флотацией, в частности к флотации золотосодержащих руд, и может быть использовано в горно-обогатительной промышленности.

Известен способ коллективной флотации для первичной концентрации золота в концентрат (Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. Учебник для вузов. М.: Недра, 1984, 383 с. (стр.249)), в котором извлечение золота в концентрат достигает 90-93% за счет первичной концентрации золота методом флотации. В этом способе флотация измельченной руды до 65-85% класса - 0,074 мм осуществляется с применением смеси ксантогената и дитиофосфата или смеси ксантогенатов с различной длиной углеводородной цепи при общем расходе 100-200 г/т.

Недостатками данного способа являются одновременное наличие пирита и арсенопирита во флотационном концентрате и отсутствие методов их селекции, что сдерживает возможность применения такой флотационной схемы из-за жестких требований к флотационному концентрату по содержанию мышьяка и практически исключает пирометаллургию пиритных концентратов. Так же не обеспечивается кондиционное (<2%) содержание As в золотоносном пиритном концентрате.

Известен способ извлечения золота из сульфидных руд и концентратов (патент RU №2307181, опубл. 27.09.2007), который включает смешивание руд и концентратов с карбонатом кальция при расходе CaCO_3 100-120% от стехиометрически необходимого для полного связывания серы в гипс, нагревание до температуры 550-650°C и последующее извлечение золота из огарка. Для извлечения золота из огарка в него добавляют исходный концентрат в количестве 1-5% от массы огарка и подвергают флотации.

Недостатком этого способа является недостаточно высокое извлечение золота, а также наличие в огарке мелкодисперсного сульфата кальция (гипса), что обуславливает уплотнение структуры осадков при фильтровании. Плохая фильтруемость кеков приводит, в свою очередь, к потерям неотмытого при фильтровании золота.

Также известен способ обогащения сульфидных полиметаллических золотосодержащих руд и продуктов извлечения ценных компонентов из золотосодержащих сульфидных руд (патент RU №2314165, опубл. 10.01.2008), который включает коллективную сульфидную флотацию в щелочной среде в присутствии ксантогената и вспенивателя с получением коллективного концентрата и хвостов, последующую селективную флотацию коллективного концентрата с получением товарных концентратов и пиритного продукта. Хвосты коллективной сульфидной флотации и/или пиритный продукт селективной флотации классифицируют в трехпродуктовом гидроциклоне с доизмельчением песков гидроциклона и осуществляют в присутствии ксантогената при pH 5,4-5,6 флотацию доизмельченных песков и среднего слива гидроциклона при концентрации ксантогената до 6 мг/л, при этом полученный в результате флотации пенный продукт направляют на переработку для извлечения из него золота.

Недостатком этого способа являются большие потери золота с отвальными хвостами, содержащими пирит с повышенным содержанием золота. Также не обеспечивается кондиционное (<2%) содержание As в золотоносном пиритном концентрате.

Также известен способ извлечения ценных компонентов из золотосодержащих сульфидных руд (патент RU №2339455, опубл. 27.11.2008), который включает предварительное мокрое измельчение и последующую флотацию с введением бутилового ксантогената калия и вспенивателя Т-80. После введения бутилового ксантогената калия добавляется в качестве активатора процесса гидрофобизации ценного компонента

3,4дигидро, 2,5,7,8тетрамитил-2[4,8,12триметил тридецил]2Н-1бензопиран-6-ола-ацетат с добавками фосфолипидов в соотношении 3,3:1, затем подается вспениватель Т-80.

Недостатком этого способа является низкая селективность процесса, при котором происходит гидрофобизация и пирита и арсенопирита.

5 Известен способ разделения пирита и арсенопирита (патент RU №2397025, опубл. 20.08.2010), принятый за прототип. Этот способ включает кондиционирование измельченной пульпы с сульфгидрильным собирателем, введение модификатора поверхности, депрессора и вспенивателя и выделение пиритного концентрата в пенный продукт флотации. В качестве модификатора поверхности используют 2-
10 оксипропиловый эфир диэтилдитиокарбаминовой кислоты, а в качестве депрессора используют экстракт коры дуба.

Недостатком прототипа является применение нестойкого органического депрессора, который подвергается гидролитической деструкции. Применение 2-оксипропилового эфира диэтилдитиокарбаминовой кислоты модифицирует поверхность арсенопирита
15 в недостаточной степени, что не позволяет достичь требуемое содержание мышьяка в пиритном концентрате.

Техническим результатом изобретения является повышение извлечения золота из труднообогатимого минерального сырья.

Технический результат достигается тем, что предварительную подготовку пульпы
20 проводят посредством измельчения материала с добавлением перманганата калия и последующего выделения класса крупности - 0,074+0 мм, кондиционирование пульпы с добавлением бутилового ксантогената калия и в качестве окислителя перманганата калия осуществляют в ультразвуковой ванне с частотой от 20 до 60 кГц и процесс флотации проводят в две стадии, основной и перечистой с использованием бутилового
25 ксантогената калия ББК и вспенивателя ПМ2.

На основе оценки кристаллической структуры, строения молекулярных орбиталей и ионности связи пирита и арсенопирита установлено, что более высокая способность пирита к окислению кислородом в условиях флотации обусловлена расположением атомов серы на гранях и ребрах ячеек кристаллической решетки, в арсенопирите атомы
30 серы экранированы атомами железа и мышьяка. С точки зрения заполнения электронных подуровней октаэдрических комплексов атомов железа, в отличие от арсенопирита, молекулярные орбитали железа в пирите характеризуются незавершенным 3dz подуровнем. Полярность двухэлектронной связи Fe-S в пирите выше, чем в арсенопирите, т.е. характеризуется большим смещением электронов к анионному
35 остову.

Электрофизические свойства пирита изменяются в большем интервале значений, чем у арсенопирита и существенно зависят от нестехиометричности состава и изоморфных примесей. Донорные примеси в пирите представлены Co, Ni, Cu, в то время как As является наиболее частой акцепторной примесью. В арсенопирите дефицит
40 мышьяка обуславливает проводимость n-типа, а для образцов, обогащенных As, наблюдается переход к р-типу. Подвижность носителей в пирите в 3-5 раза превышает значения для арсенопирита.

В оценке свойств пирита существенную роль играет фактор нестехиометричности (S/Fe 1,94-2,01). Степень отклонения от кратности связи железо-сера оказывает влияние
45 на тип проводимости и величину электрохимического потенциала: пириты с недостатком серы (анионной части), как правило, имеют электронную проводимость и проявляют более основные свойства, чем образцы с дефицитом катионной части.

Реализация способа осуществляется следующим образом (фиг. 1) и рассмотрена в

следующих примерах.

Предварительное измельчение материала в течение 10 минут с добавлением перманганата калия 100 г/т с последующим выделением класса крупности - 0,074+0 мм. Кондиционирование пульпы с добавлением бутилового ксантогената калия (БКК) 100 г/т и 50 г/т перманганата калия в качестве окислителя осуществляют в ультразвуковой ванне с частотой в диапазоне 20-60 КГц в течение 15 минут. Процесс флотации проводят с в две стадии (основная и перечистная) с использованием на основной флотации 100 г/т БКК + 40 г/т вспенивателя ГГМ2 (ПМ2 - смесь алифатических спиртов нормального и изостроения, по своим флотационным свойствам близок к метилизобутилкарбинолу) (Рябой В.И. Разработка новых флотореагентов в России: // "Горное дело", 2009, №4 URL: pdf. (Дата обращения: 13.10.2014)), и на перечистой флотации 50 г/т БКК + 20 г/т ПМ2.

Пример 1. Золотосодержащую руду измельчают в шаровой мельнице в течении 10 минут с добавлением перманганата калия 100 г/т. Продукт разгрузки мельницы подвергают классификации в гидроциклоне, пески возвращаются на доизмельчение в мельницу, а слив поступает на кондиционирование. Кондиционирование пульпы осуществляют с добавлением бутилового ксантогената калия 100 г/т и в качестве окислителя перманганата калия 50 г/т в ультразвуковой ванне при частоте 20 кГц в течение 15 минут. И затем проводят флотацию в две стадии, основную и перечистную, с использованием на основной флотации 100 г/т БКК + 40 г/т вспенивателя ПМ2, и на перечистой флотации 50 г/т БКК + 20 г/т ПМ2. Извлечение золота в концентрат перечистой флотации равно 18,5%, при содержании - 59,3%.

Пример 2. Отличается тем, что при извлечении золота в концентрат по предлагаемому способу варьировали частотой ультразвуковой обработки, которая равна 40 кГц. Извлечение золота в концентрат перечистой флотации равно 11,86%, при содержании - 51,4%.

Пример 3. Отличается тем, что при извлечении золота в концентрат по предлагаемому способу варьировали частотой ультразвуковой обработки, которая равна 60 кГц. Извлечение золота в концентрат перечистой флотации равно 9,5%, при содержании - 49,4%.

В таблице приведены усредненные данные серии проведенных экспериментов (фиг. 2).

По совокупности указанных различий можно заключить, что в процессах измельчения и флотации пирит более активно вступает в реакции окисления и взаимодействия с флотационными реагентами, чем арсенопирит, и его реакционная способность в большей степени, чем у арсенопирита зависит от изоморфных примесей.

Разработанный способ позволяет повысить эффективность извлечения золота в концентрат, при одновременном снижении мышьяка. Экономический эффект от внедрения предлагаемого способа за счет более полного и селективного выделения ценных компонентов составит 5-7% в год.

Формула изобретения

Способ повышения контрастности поверхностных свойств сульфидных минералов золотосодержащих руд, включающий предварительное измельчение с введением окислителя и последующую флотацию, отличающийся тем, что предварительную подготовку пульпы проводят посредством измельчения материала с добавлением перманганата калия и последующего выделения класса крупности - 0,074+0 мм, кондиционирование пульпы с добавлением бутилового ксантогената калия и в качестве

окислителя перманганата калия осуществляют в ультразвуковой ванне с частотой 20-60 кГц и процесс флотации проводят в две стадии - основной и перечистой с использованием бутилового ксантогената калия БКК + вспенивателя ПМ2.

5

10

15

20

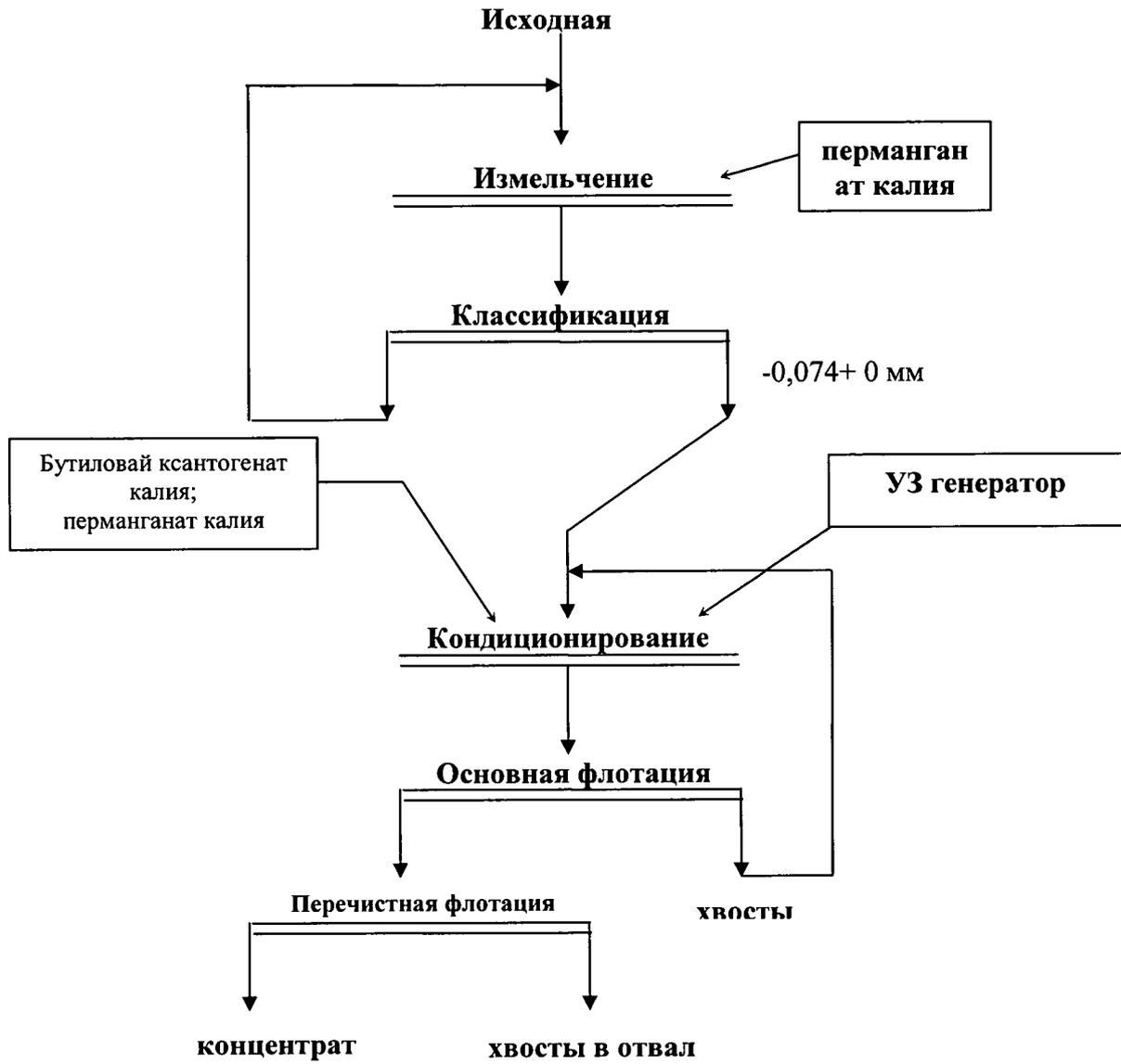
25

30

35

40

45



Фиг.1

№ опыта	Продукт	Выход, %	Содержание, г/т			Извлечение, %			Условия
			Au	As	Ss	Au	As	Ss	
Частота ультразвуковой обработки 20 КГц									
№1	К-т 1	39,96	51,7	4,43	17,5	58,99	53,44	72,32	KMnO4-0г/т
	К-т 2	14,72	58,8	5,43	10,7	24,71	24,12	16,29	БКК-100+100+50 г/т; ПМ2-40+20 г/т
	Хв	45,32	12,6	1,64	2,43	16,31	22,44	11,39	
	Исх	100	35,02	3,31	9,67	100	100	100	
№2	К-т 1	23,78	55,0	1,89	4,42	36,61	15,56	10,71	KMnO4-100+50 г/т БКК-100+100+50 г/т ПМ2-40+20 г/т
	К-т 2	11,16	59,3	1,54	17,9	18,52	9,83	20,35	
	Хв	65,06	24,64	3,31	10,4	44,87	74,61	68,94	
	Исх	100	35,73	2,89	9,81	100	100	100	
Частота ультразвуковой обработки 40 КГц									
№3	К-т 1	23,79	40,9	1,76	4,17	27,67	14,29	10,83	KMnO4-100+50 г/т БКК-100+100+50 г/т; ПМ2-40+20 г/т
	К-т 2	12,58	54,5	2,42	14,8	19,33	10,41	20,33	
	Хв	63,62	29,55	3,47	9,91	53,00	75,3	68,84	
	Исх	100	35,47	2,93	9,16	100	100	100	
№4	К-т 1	24,84	43,8	1,78	3,93	30,94	15,41	10,36	KMnO4-100+50 г/т БКК-100+100+50 г/т; ПМ2-40+20 г/т
	К-т 2	14,19	51,40	2,41	15,7	20,74	11,86	23,64	
	Хв	60,97	27,88	3,43	10,2	48,33	72,73	66	
	Исх	100	35,17	2,88	9,42	100	100	100	
Частота ультразвуковой обработки 60 КГц									
№5	К-т 1	24,53	33,8	1,77	4,2	28,31	14,95	10,53	KMnO4-100+50 г/т БКК-100+100+50 г/т; ПМ2-40+20 г/т
	К-т 2	11,62	49,4	2,37	13,8	19,60	9,5	16,39	
	Хв	63,84	23,90	3,43	11,2	52,09	75,54	73,08	
	Исх	100	29,29	2,9	9,78	100	100	100	

Фиг.2