

IXTIROGA
PATENT
ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI HUZURIDAGI
INTELLEKTUAL MULK AGENTLIGI
АГЕНТСТВО ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРИ МИНИСТЕРСТВЕ ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

№ IAP 06729

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining
"Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari
to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi ixtiroga
berildi:

Настоящий патент выдан на основании Закона
Республики Узбекистан «Об изобретениях,
полезных моделях и промышленных образцах»,
на следующее изобретение:

Ishlanishi qiyin bo'lgan uglerod - sulfid tarkibli oltin rudalarni qayta ishlash usuli
Способ переработки упорной углесто-сульфидной золотосодержащей руды

Talabnoma kelib tushgan sana: **10.02.2021**
Дата поступления заявки:

Talabnoma raqami: **IAP 2021 0068**
Номер заявки:

Ustuvorlik sanasi: **10.02.2021**
Дата приоритета:

Patent egasi (egalari): **«Navoiykon - metallurgiya kombinati» aksiyadorlik jamiyati, UZ**
Патентообладатель(и): **Акционерное общество «Навоийский горно - металлургический комбинат», UZ**

Ixtiro muallif(lar)i: **Sanakulov Kuvandik, Chuliyev Farxad Gafurovich, Berdiyev Jasur Ikromovich, Ergashev Ulugbek Abdurasulovich, Sanayev Ruslan Safarovich, Raxmonov Nurali Maxmudjonovich, Djulibekov Nurmat Karshibekovich, Usmanov Rustamjon, UZ**
Автор(ы) изобретения: **Санакулов Кувандик, Чулиев Фархад Гафурович, Бердиев Жасур Икромович, Эргашев Улугбек Абдурасулович, Санаев Руслан Сафарович, Рахмонов Нурали Махмуджонович, Джулибеков Нурмат Каршибекович, Усманов Рустамжон, UZ**

Patent O'zbekiston Respublikasining barcha hududida 10.02.2021 yildan patentni kuchda saqlab turish uchun boj o'z vaqtida to'langandagina 20 yil mobaynida amal qiladi.
O'zbekiston Respublikasi ixtirolar davlat reestrda 10.01.2022 yilda Toshkent shahrida ro'yxatdan o'tkazilgan.

Патент действует на всей территории Республики Узбекистан в течение 20 лет с 10.02.2021 года при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание в действии.
Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан, в г. Ташкент 10.01.2022 г.

Direktor
Директор



Т. Абдусаттаров



INTELLEKTUAL
MULK AGENTLIGI

(19)

O'ZBEKISTON
RESPUBLIKASIINTELLEKTUAL
MULK
AGENTLIGI

(12)

Ixtiro patentiga tavsif

(11)

UZ IAP 06729

(13)

C

(21)

IAP 2021 0068

(22)

10.02.2021

(51) XPK⁸

C22B 11/08 (2006.01),

B03D 1/00 (2006.01)

UZ IAP 06729

(46) 28.02.2022. Бюл. № 2

(56) 1. RU 2291909

2. RU 2624497

3. RU 2136644

4. RU 4755373

5. EP 1050583

6. GB 2180829

(72) Sanakulov Kuvandik, Chuliyev Farxad Gafurovich, Berdiyev Jasur Ikromovich, Ergashev Ulugbek Abdurasulovich, Sanayev Ruslan Safarovich, Raxmonov Nurali Maxmudjonovich, Djulibekov Nurmat Karshibekovich, Usmanov Rustamjon, UZ

Санакулов Кувандик, Чулиев Фархад Гафурович, Бердиев Жасур Икромович, Эргашев Улугбек Абдурасулович, Санаев Руслан Сафарович, Рахмонов Нурали Махмуджонович, Джулибеков Нурмат Каршибекович, Усманов Рустамжон, UZ

(71) "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" aksiyadorlik jamiyati, UZ

Акционерное общество "Навоийский горно-металлургический комбинат", UZ

(73) "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" aksiyadorlik jamiyati, UZ

Акционерное общество "Навоийский горно-металлургический комбинат", UZ

(54) ISHLANISHI QIYIN BO'LGAN UGLEROD-SULFID TARKIBLI OLTIN RUDALARNI QAYTA ISHLASH USULI

(57) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ УПОРНОЙ УГЛИСТО-СУЛЬФИДНОЙ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ

Foydalanish sohasi: gidrometallurgiyada qo'llanadi. **Vazifasi:** ishlanihi qiyin bo'lgan uglerod-sulfid tarkibli oltin rudalari va ularning konsentratlaridan oltinni ajratib olish darajasini oshirish. **Ixtiro mohiyati:** qayta ishlash usuli rudani namlik bilan ikki bosqichli maydalashni, asosiy, nazorat, qo'shimcha boyitish flotatsiyasini, nazorat va qo'shimcha boyitish flotatsiyasining etaklarini G-Cell turidagi pnevmatik flotatsiyasini, flotatsiya konsentrati va flotatsiya etaklarini ajratilgan holda jadal-sorbsion sianlashni, qayta ishlashning birlashtirilgan etaklarini zararsizlantirishni ichiga oladi.

Formulaning 1 ta m.b., 3 b.b., 1 ta jadv.

Использование: гидрометаллургия. **Задача:** повышение степени извлечения золота упорных углесто-сульфидных золотосодержащих руд и их концентратов, упрощение схемы переработки таких руд. **Сущность изобретения:** способ переработки включает двухстадийное мокрое измельчение руды, основное, контрольное, перечистная, пневматическая флотация типа G-Cell хвостов контрольной и перечистой флотации, раздельное интенсивно-сорбционное цианирование флотоконцентрата и хвостов флотации, обезвреживание объединённых хвостов переработки.

1 н.з., 3 з.пп.фор-лы, 1 табл.

UZ IAP 06729

Изобретение относится к области гидрометаллургии золота и может быть найти применение при извлечении благородных металлов из упорных углисто-сульфидных золотосодержащих руд. В таких рудах мелкие частицы золота обладают двойной технологической упорностью: тонкой вкраплённостью золота в сульфидных минералах и сорбционной активностью из-за наличия органического углерода.

Наиболее распространённой причиной упорности золотосодержащих руд является диспергация золота в сульфидных минералах, обычно в пирите, арсенопирите и пирротине, неизвлекаемое прямым цианированием. В некоторых упорных золотосодержащих рудах содержится также органическое углистое вещество, обладающее сорбционной активностью по отношению к цианистым комплексам золота и серебра, что придаёт сырью дополнительную упорность.

К таким рудам относятся руды месторождения «Каракутан», расположенного в Самаркандской области Республики Узбекистан. Они представляют собой глинистые, углисто-глинистые сланцы, известняки и вулканогенные породы. Имеют сложный минеральный состав: содержат до 50-60% кварца; 20-25% каолинита; 4-5% карбонатов; 1-2% углистых веществ; 5-6% слюды; 5-6% гидрослюда; 2-3% хлорита; 2% лимонита; 1,5% гематита; 2-4% сульфидов (в основном пирит, арсенопирит, галенит, марказит, пирротин, антимонит).

Золото и серебро прямым цианированием извлекается лишь на 10-35%, причём извлечение достигается только в части окисленных форм. Тонкодисперсное золото, не извлекаемое прямым цианированием, практически полностью вкраплено в пирите и арсенопирите, что является основной причиной упорности руд. Наличие в рудах сорбционно-активных углеродистых веществ также является дополнительной причиной упорности руд.

Для вскрытия упорного золота из сульфидных минералов в промышленности применяются окислительный обжиг, бактериальное выщелачивание, автоклавное окисление. Известен способ извлечения благородных металлов из упорных золотомышьяковых руд, включающий стадию бактериального окисления и последующее растворение золота при помощи хлора, гипохлоритов или тиомочевины [GB 2180829].

Известен также способ извлечения золота из упорных сульфидных золотомышьяковых руд, содержащих углистые вещества, включающий дробление, измельчение, флотационное обогащение исходного сырья, бактериальное выщелачивание флотоконцентрата, противоточную декантационную промывку продукта бактериального выщелачивания водой, его нейтрализацию известью и цианидное сорбционное выщелачивание золота из отмытого продукта бактериального выщелачивания, хвосты цианидного сорбционного выщелачивания продукта биоокисления подвергают окислительному обжигу, и огарок направляют на цианидное сорбционное выщелачивание [UZ IAP 05134].

Основным недостатком этих технологий является сложность схемы переработки руд при недостаточно высоком извлечении золота.

Наиболее близким к заявленному решению (НБА) по технической сущности, количеству общих существенных признаков и достигаемому положительному эффекту является способ переработки упорных углисто-сульфидных золотосодержащих руд и концентратов, включающий, дробление, измельчение, флотационное обогащение по органическому углероду, сульфидной и элементной сере и золоту с направлением флотоконцентрата на пирометаллургическую или пиро - гидрометаллургическую переработку, а камерного продукта флотации на цианирование. Переработку флотоконцентрата, получаемого в цикле флотационного обогащения, осуществляют по пирометаллургической технологии (обжиг и плавка) на пирометаллургическом (медеплавильном) заводе либо по пиро - гидрометаллургической технологии, включающей пирометаллургический окислительный обжиг при 600-800°C и сорбционное цианирование огарка. Вскрытие сульфидов по гидрометаллургической технологии осуществляют путём бактериального, либо автоклавного, либо кислотно-кислородного вскрытия [RU 2291909]. Извлечение золота из руды с содержанием 18,4 г/т золота по этой технологии составляет 87,9%.

Недостатком является сложность схемы переработки руд при недостаточно высоком извлечении золота, связанного с потерей золота с хвостами цианирования при наличии в исходном концентрате органического углерода.

Задачей изобретения является повышение степени извлечения золота из углисто-сульфидных золотосодержащих руд.

Технический результат предлагаемого способа заключается в упрощении схемы переработки упорных углисто-сульфидных золотосодержащих руд (в частности руд месторождения Каракутан) и повышении степени извлечения золота из данных типов руд.

Поставленная задача решается тем, что в способе переработки упорной углисто-сульфидной золотосодержащей руды, включающем дробление и измельчение руды, основное, контрольное и перечистное флотационное обогащение по золоту, органическому углероду и сере, сгущение продуктов флотации и их двух стадийное сорбционное цианирование, хвосты контрольной и перечистой флотации подвергают пневматической флотации типа G-Cell, течение 5 мин, при этом хвосты флотации предварительно агитируют керосином.

При этом, интенсивному сорбционному цианированию подвергают предварительно агитированные керосином (10-12 г/т) хвосты флотации (концентрация NaCN 1000 мг/л) в течение - 20 часов,

на первой стадии проводят интенсивно-сорбционное цианирование флотоконцентрата (концентрация NaCN 2500 мг/л) в течение 26-36 часов, на второй стадии хвосты сорбции сгущают и направляют на сорбционное цианирование (NaCN~1000 мг/л) при механическом перемешивании пульпы в течение 10-15

часов с подогревом до 60°C,

объединённые хвосты сорбционного цианирования с содержанием 0,3-0,5 g/t золота обезвреживаются раствором сульфата железа с содержанием FeSO_4 не менее 80-100 g/l и направляются на спецхвостохранилище.

Способ позволяет посредством флотационного обогащения выделить богатую по золоту, но упорную для обычного цианирования фракцию, состоящую из органического углерода, и направить ее в цикл эффективной гидрометаллургической переработки, а также снизить сорбционную активность при гидрометаллургической переработке хвостов флотации.

Предлагаемый способ включает следующие основные технологические операции:

- двух-стадийное мокрое измельчение руды до крупности не менее 80% класса - 0,074 mm с применением на первой стадии измельчения шаровой мельницы МШЦ 32х31, на второй стадии измельчения шаровой мельницы МШР 21х15.

- Классификация гидроциклонированием, пески направляют обратно на вторую стадию измельчения, слив гидроциклона направляют на основную флотацию.

- флотационное обогащение включает основную, контрольную и перечистную флотацию, с последующей пневматической флотацией типа G-Cell хвостов контрольной и перечистой флотации. Хвосты основной флотации направляются на контрольную флотацию. Флотоконцентрат контрольной флотации направляется на перечистную флотацию. Хвосты контрольной и перечистой флотации подвергаются пневматической флотации типа G-Cell, в которой за счет действия центробежной силы, с одновременным самовсасыванием, происходит разделение фаз и генерация мелких пузырьков - эффективное извлечение тонких классов полезных минералов во флотоконцентрат за кратковременный период времени ~5 мин.

Флотоконцентрат пневматической флотации направляют обратно в перечистную флотацию. Флотоконцентраты основной и перечистой флотации направляют на сгущение в радиальный сгуститель.

- Хвосты пневматической флотации подвергается интенсивному сорбционному выщелачиванию золота с предварительной агитацией керосином с расходом 10 g/t руды.

- Флотоконцентрат направляется на двух-стадийное интенсивное сорбционное выщелачивание золота. На первой стадии флотоконцентрат подвергается интенсивно-сорбционному цианированию. На второй стадии сгущённые хвосты сорбции направляют на сорбционное цианирование с механическим перемешиванием пульпы и подогревом.

Способ извлечения золота из упорных углисто-сульфидных золотосодержащих руд осуществляют следующим образом:

Пример. Берут 2784 кг упорной углисто-сульфидной золотосодержащей руды из месторождения "Каракутан" состава, %: SiO_2 - 54,9; Al_2O_3 -7,9; TiO_2 -0,77; CaO -5,9; MgO - 3,4; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ -4,2; FeO -3,2; Fe_2O_3 -1,1; Na_2O -1,6; K_2O -1,4; P_2O_5 -0,38; MnO -0,13; $\text{S}_{\text{общ}}$ - 1,5; S_s - 1,1; As-0,25; Sb -0,02; $\text{C}_{\text{общ}}$ -1,54; $\text{C}_{\text{орг}}$ -0,54; CO_2 - 4,0; Au - 5,27 g/t.

Флотационное обогащение ведут в режиме: pH=8-9,2. В качестве собирателя используется бутиловый ксантогенат калия (БКК) - 190 g/t, вспенивателя Т-92 - 175 g/t;

Время основной флотации 15 min, контрольной флотации 15 min, перечистой флотации 10 min, пневматической флотации типа G-Cell 5 min. В результате флотационного обогащения получают флотоконцентрат с общим выходом 3.5% с содержанием золота 125 g/t (извлечение 83%), серы сульфидной Ss- 18,9%; мышьяка - 0,96%; углерода органического- 3,74%. В результате флотации получают также хвосты флотации (выход 96.5%) с содержанием золота 0,9 g/t, серы сульфидной 1,05%, мышьяка 0,24%; углерода органического - 0,52%, которые сгущают в колонном сгустителе. Сгущённый продукт плотностью 1280-1350 g/l, с целью пассивации природных углеродистых веществ, предварительно подвергают агитации керосином (расход керосина - 10-12 g/t), и направляют на сорбционное выщелачивание.

Интенсивное сорбционное цианирование хвостов флотации ведут в режиме: Ж:Т = 1,5:1; pH 10,5-11,2; концентрация NaCN 1000 mg/l; продолжительность 20 часов. В результате интенсивного сорбционного цианирования получают насыщенную смолу с содержанием золота - 2-3 g/kg. Содержание золота в хвостах сорбции - 0,42 g/t. Извлечение золота от процесса составляет 53%.

Флотоконцентрат сгущают в радиальном сгустителе.

В целях интенсификации сгущения применяются известковое молоко, а также 0,04-0,05%-ный раствор флокулянта «Praestol-2500». Полученный сгущённый флотоконцентрат, плотностью не менее 1400 g/l, направляется на двух-стадийное интенсивное сорбционное цианирование.

На первой стадии интенсивно-сорбционное цианирование сгущённого флотоконцентрата (содержание золота - 125 g/t) ведут в режиме: pH 10,5-11,2; концентрация NaCN 2500 mg/l; продолжительность 26-36 часов. В результате интенсивно-сорбционного цианирования получают насыщенную смолу с содержанием золота - 4-8 g/kg (извлечение 96%).

На второй стадии хвосты сорбции (содержание золота ~ 5 g/t) сгущают и направляют на сорбционное цианирование (NaCN ~1000 mg/l) при механическом перемешивании пульпы в течение 10-15 часов с подогревом до 60°C. Извлечение золота на данном этапе составит 26-28%

Объединённые хвосты, полученные при переработке руды месторождения Каракутан по флотационно-сорбционной технологии с содержанием <0,54 g/t золота обезвреживаются раствором сульфата железа с содержанием FeSO_4 80-100 g/l и направляются на хвостохранилище. Для получения раствора сульфата железа (железного купороса) используются отходы гидрометаллургического производства - обеззолоченная

магнитная фракция, получаемая в процессе измельчения руды за счет истирания металлических шаров и мельничной футеровки.

Таким образом, по предлагаемому способу сквозное извлечение золота из упорных углисто-сульфидных золотосодержащих руд составляет не менее 90% (по НБА 87,9%) при содержании золота в хвостах 0,54 g/t (по НБА 2,8 g/t), что позволило снизить потери золота с отвальными хвостами на 2,1% (табл.1). Кроме того, предлагаемый способ позволяет сократить расход цианида натрия по сравнению с НБА, расход NaCN на 1 t исходного концентрата составил 0,92 kg (по НБА 4,8 kg/t). Извлечение золота в не менее 90% на 2,1% выше, чем по способу (НБА).

Результаты извлечения золота и по стадиям приведены в таблице 1

Таблица 1.

№	наименование	Ss	As	Собщ	Сорг	CO ₂	Au,g/t
1	исх. руда, в %	0.86	0.25	1.49	0.15	4,0	5.27
2	флотоконцентрат в %	18.90	0.96	4.10	3.70	3.30	124.97
3	хвосты сорбции I-стадии	0.61	0.70	1.60	0.21	5.10	5.00
4	хвосты сорбции II-стадии	13.50	3.70	3.50	3.74	4.50	3.68
5	Хвосты флотации	1.05	0.24	1.52	0.52	3.90	0.90
6	хвосты сорбции хвостов флотации	1.02	0.25	1.27	0.54	3.70	0.42
7	объединённые хвосты	1.04	0.22	1.32	0.49	3.80	0.54
8	Извлечение, %						90

Экономический эффект изобретения в сравнении с НБА состоит в упрощении схемы переработки руд за счет исключения дорогостоящих процессов предварительного вскрытия сульфидов (бактериальное, автоклавное, кислотно-кислородное и обжиг) и повышении извлечения золота за счёт интенсификации процесса переработки и сокращения его потерь с хвостами сорбционного цианирования.

Также предлагаемый способ позволяет сократить расход цианида натрия при цианировании хвостов флотации за счет снижения массовой доли серы и других компонентов, вызывающих повышенный расход NaCN.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ переработки упорной углисто-сульфидной золотосодержащей руды, включающий дробление и измельчение руды, основное, контрольное и перечистное флотационное обогащение по золоту, органическому углероду и серы, сгущение продуктов флотации и их двух стадийное сорбционное цианирование, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что хвосты контрольной и перечистой флотации подвергают пневматической флотации типа G-Cell, течение 5 мин, при этом хвосты флотации предварительно агитируют керосином.

2. Способ по п.1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что интенсивному сорбционному цианированию подвергают предварительно агитированные керосином (10-12 g/t) хвосты флотации (концентрация NaCN 1000 mg/l) в течение - 20 часов.

3. Способ по п.1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что на первой стадии проводят интенсивно-сорбционное цианирование флотоконцентрата (концентрация NaCN 2500 mg/l) в течение 26-36 часов, на второй стадии хвосты сорбции сгущают и направляют на сорбционное цианирование (NaCN~1000 mg/l) при механическом перемешивании пульпы в течение 10-15 часов с подогревом до 60⁰C.

4. Способ по п.2 и п.3, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что объединённые хвосты сорбционного цианирования с содержанием 0,3-0,5 g/t золота обезвреживаются раствором сульфата железа с содержанием FeSO₄ не менее 80-100 g/l и направляются на спецхвостохранилище.

(56) 1. RU 2291909

2. RU 2624497

3. RU 2136644

4. RU 4755373

5. EP 1050583

6. GB 2180829

Агентство по интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан
100011, Ташкент, массив Хадра, 33