



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C22B 11/08 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019108158, 21.03.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.03.2019

Дата регистрации:
31.10.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.03.2019

(45) Опубликовано: 31.10.2019 Бюл. № 31

Адрес для переписки:
664025, г. Иркутск, ГСП-158, б. Гагарина, 38,
АО "Иргиредмет", патентно-лицензионный
отдел

(72) Автор(ы):

Бывальцев Александр Владимирович (RU),
Хмельницкая Ольга Давыдовна (RU),
Маринюк Зинаида Андреевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Иркутский
научно-исследовательский институт
благородных и редких металлов и алмазов"
АО "Иргиредмет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2465353 C1, 27.10.2012. RU
2265068 C1, 27.11.2005. WO 9629439 A1,
26.09.1996. US 4752412 A, 21.06.1988. WO
2013163712 A1, 07.11.2013.

(54) СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО СУЛЬФИДНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ ЦИАНИРОВАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии благородных металлов и используется для извлечения золота из медьсодержащего сульфидного сырья методом цианирования при перемешивании. При выщелачивании реагент (NaCN или другой цианид) подают в головные аппараты цианирования, затем проводят кондиционирование путем агитации пульпы в

течение 4-72 ч без подачи реагентов с последующим обезметалливанием жидкой фазы пульпы. Техническим результатом является существенное повышение массовой доли золота в насыщенных сорбентах, продуктивных цементных и катодных осадках, а также снижение расхода реагентов на обезвреживание цианистых отходов. 2 з.п. ф-лы, 2 табл., 2 пр.

RU 2 704 946 C1

RU 2 704 946 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C22B 11/08 (2019.08)

(21)(22) Application: **2019108158, 21.03.2019**

(24) Effective date for property rights:
21.03.2019

Registration date:
31.10.2019

Priority:

(22) Date of filing: **21.03.2019**

(45) Date of publication: **31.10.2019 Bull. № 31**

Mail address:

664025, g. Irkutsk, GSP-158, b. Gagarina, 38, AO "Irgiredmet", patentno-litsenzionnyj otdel

(72) Inventor(s):

**Byvaltsev Aleksandr Vladimirovich (RU),
Khmelnitskaya Olga Davydovna (RU),
Marinyuk Zinaida Andreevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo "Irkutskij
nauchno-issledovatel'skij institut blagorodnykh
i redkikh metallov ialmazov" AO "Irgiredmet"
(RU)**

(54) **METHOD OF EXTRACTING GOLD FROM COPPER-CONTAINING SULPHIDE MATERIAL VIA CYANIDATION**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to metallurgy of noble metals and is used for extraction of gold from copper-containing sulphide raw material by cyanidation while stirring. In leaching reagent (NaCN or other cyanide) is fed into head units of cyanidation, then conditioning is carried out by pulp agitation for 4–72

hours without supply of reagents with subsequent scalding of liquid phase of pulp.

EFFECT: considerable increase of weight ratio of gold in saturated sorbents, productive cement and cathode sediments, and also reduction of consumption of reagents for neutralization of cyanide wastes.

3 cl, 2 tbl, 2 ex

RU 2 704 946 C1

RU 2 704 946 C1

Изобретение относится к металлургии благородных металлов и может быть использовано для извлечения золота из медьсодержащего сульфидного сырья методом цианирования при перемешивании.

Известен способ-аналог извлечения золота из медьсодержащих пульп и растворов методом угольной сорбции [1], в соответствии с которым в жидкой фазе пульпы поддерживают концентрацию цианида натрия не менее 0,5 г/л. Способ не может быть применен в случае выщелачивания золота при концентрации цианида натрия в жидкой фазе пульпы менее 0,5 г/л по соображениям экономической целесообразности.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является способ-прототип извлечения золота из медистых руд при пониженной концентрации NaCN на уровне 0,1-0,2 г/л [2]. Недостатком прототипа является сопутствующее извлечение меди в жидкую фазу пульпы, что вызывает затруднения при последующем обеззолачивании пульп (либо растворов) известными методами, такими как угольная и ионообменная сорбция, а также цементационное осаждение. В случае сорбции золота медь попутно извлекается на сорбент, снижая его емкость, что требует повышения общефабричного потока сорбента и как следствие увеличение потерь сорбента на истирание. В случае цементации золота медь попутно осаждается на металл-цементатор, вызывая его повышенный расход. Кроме указанных обстоятельств, в обоих случаях в конечном итоге образуются катодные и цементные осадки плохого качества - с повышенным содержанием меди, что снижает эффективность плавки золотосодержащих полупродуктов на металл Доре.

Основной задачей изобретения является снижение затрат на обеззолачивание продуктивных пульп и растворов, а также повышение качества осадков, направляемых, как правило, на плавку.

Технический результат достигается тем, что NaCN подают только на операцию предварительного цианирования, в результате которой золото и медь оказываются извлечены в жидкую фазу пульпы, затем проводится кондиционирование пульпы путем ее агитации в течение 6-72 ч без подачи реагентов (цианида). При этом остаточный свободный цианид, имеющийся в жидкой фазе пульпы, постепенно и неминуемо расходуется на нецелевые химические реакции, в частности с образованием тиоцианатов (SCN⁻), цианатов (CNO⁻) и др. В результате снижения концентрации свободного цианида цианидные комплексы меди постепенно разрушаются, медь переходит в нерастворимую форму (например, в виде CuCN и CuSCN), и ее концентрация в жидкой фазе пульпы снижается. Золото при этом остается в жидкой фазе пульпы. При снижении концентрации меди в жидкой фазе пульпы снижается и ее извлечение на сорбент, что приводит к повышению качества насыщенного сорбента, катодных и цементных осадков, а в ряде случаев - к повышению извлечения золота.

Дополнительным техническим результатом предлагаемого способа является снижение расхода реагентов на обезвреживание жидкой фазы пульпы хвостов цианирования, за счет осаждения в твердую фазу токсичных примесей при кондиционировании.

Изобретение подтверждается следующими примерами.

ПРИМЕР 1

Пример 1.1 по способу-прототипу проводили непрерывные противоточные динамические испытания процесса гидromеталлургической переработки лежалых хвостов флотационного обогащения медно-цинковой колчеданной руды. Крупность лежалых хвостов составляла минус 0,16 мм, массовая доля меди - 0,13%, сульфидной серы - 28,2%, содержание золота - 1,23 г/т. Испытания проводили по схеме, включающей операции предварительной известково-воздушной обработки, цианирования и

обезвреживания методом хлорирования.

Известково-воздушную обработку проводили в самотечной четырехкамерной установке с пневматическим перемешиванием при отношении Ж:Т=1:1,

продолжительности - 6 ч, рН - 12 и расходе воздуха - $0,1 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{мин}$.

5 Цианирование осуществляли в аналогичной восьмикламерной установке предварительного (2 камеры) и сорбционного выщелачивания (6 камер). В качестве сорбента использовали активный уголь из скорлупы кокосовых орехов, удельный поток сорбента составлял $1,0 \text{ кг/т}$. Выщелачивание вели при отношении Ж:Т=1:1, суммарной продолжительности цианирования - 8 ч (из них: предварительное - 2 ч, сорбционное -
10 6 ч), расходе воздуха - $0,05 \text{ м}^3/\text{м}^3 \text{ мин}$, рН=10,5-11,0 и концентрации NaCN - 100-150 мг/л.

В ходе испытаний получены хвосты цианирования с концентрацией золота в жидкой фазе пульпы $0,02 \text{ мг/л}$, в твердой фазе - $0,78 \text{ г/т}$, что обеспечило извлечение металла 35,0% при расходе NaCN $1,40 \text{ кг/т}$. Концентрация меди в жидкой фазе хвостов цианирования составила 193 мг/л , в насыщенном угле - $20,1 \text{ мг/г}$.

Хвосты цианирования с целью обезвреживания подвергали противоточной декантационной отмывке, полученные хвостовые воды непрерывно хлорировали в цепочке из трех механических агитаторов при рН=11,8 и ОВП на уровне 200-220 мВ, расход «активного хлора» составил $2,7 \text{ кг/т}$.

20 Полученный уголь подвергали автоклавно-щелочной десорбции при температуре 165°C и давлении $0,6 \text{ МПа}$. Элюаты подвергали электролизу при продолжительности 1 ч, плотности тока 25 А/м^2 и напряжении $4,5 \text{ В}$. Массовая доля золота в катодном осадке составила 1,8% при операционном извлечении металла 99%.

25 Пример 1.2 по предлагаемому способу. Перерабатывали те же лежалые хвосты, операцию известково-воздушной обработки проводили в идентичных условиях. Переработку проводили в аналогичных условиях при суммарной продолжительности - 14 ч (из них: цианирование - 2 ч, кондиционирование - 4 ч, сорбционное обезметалливание - 6 ч).

30 В ходе испытаний получены хвосты цианирования с концентрацией золота в жидкой фазе пульпы $0,02 \text{ мг/л}$, в твердой фазе - $0,78 \text{ г/т}$, что обеспечило извлечение металла 35,0%. Концентрация меди в жидкой фазе хвостов цианирования составила 130 мг/л , в насыщенном угле - $14,2 \text{ мг/г}$.

35 Обезвреживание хвостов цианирования проводили в идентичных условиях, расход «активного хлора» составил $2,5 \text{ кг/т}$.

Десорбцию и электролиз проводили в аналогичных условиях. Массовая доля золота в катодном осадке составила 2,6%.

40 Пример 1.3 по предлагаемому способу. Перерабатывали те же лежалые хвосты, операцию известково-воздушной обработки проводили в идентичных условиях. Гидрометаллургическую переработку проводили в аналогичных условиях при суммарной продолжительности - 32 ч (из них: цианирование - 2 ч, кондиционирование - 24 ч, сорбционное обезметалливание - 6 ч). Удельный поток сорбента составлял $0,8 \text{ кг/т}$.

45 В ходе испытаний получены хвосты цианирования с концентрацией золота в жидкой фазе пульпы $0,01 \text{ мг/л}$, в твердой фазе - $0,78 \text{ г/т}$, что обеспечило извлечение металла 35,8%. Концентрация меди в жидкой фазе хвостов цианирования составила 58 мг/л , в насыщенном угле - $5,4 \text{ мг/г}$.

Обезвреживание хвостов цианирования проводили в идентичных условиях, расход

«активного хлора» составил 2,4 кг/т.

Десорбцию и электролиз проводили в аналогичных условиях. Массовая доля золота в катодном осадке составила 8,3%.

Пример 1.4 по предлагаемому способу. Перерабатывали те же лежалые хвосты, операцию известково-воздушной обработки проводили в идентичных условиях. Переработку проводили в аналогичных условиях при суммарной продолжительности - 80 ч (из них: цианирование - 2 ч, кондиционирование - 72 ч, сорбционное обезметалливание - 6 ч). Удельный поток сорбента составлял 0,8 кг/т.

В ходе испытаний получены хвосты цианирования с концентрацией золота в жидкой фазе пульпы 0,01 мг/л, в твердой фазе - 0,78 г/т, что обеспечило извлечение металла 35,8%. Концентрация меди в жидкой фазе хвостов цианирования составила 4,1 мг/л, в насыщенном угле - 0,46 мг/г.

Обезвреживание хвостов цианирования проводили в идентичных условиях, расход «активного хлора» составил 2,1 кг/т.

Десорбцию и электролиз проводили в аналогичных условиях. Массовая доля золота в катодном осадке составила 65,8%.

Таблица 1-Пример №1 применения предлагаемого способа

Параметры и показатели		Пример 1.1 по прототипу	Пример 1.2 по предл. способу	Пример 1.3 по предл. способу	Пример 1.4 по предл. способу
Наименование продукта		Отвальные хвосты флотационного обогащения медно-цинковой колчеданной руды			
Содержание компонентов в исходном продукте	Золото, г/т	1,23			
	Медь, %	0,13			
	Сульфидная сера, %	28,2			
Расход NaCN на цианирование, кг/т		1,40			
Концентрация NaCN при цианировании, мг/л		100-150			
Продолжительность операций, ч	Цианирование	2			
	Промежуточное кондиционирование	Нет операции	4	24	72
	Сорбционное обезметалливание	6			
Концентрация компонентов в жидкой фазе хвостов цианирования, мг/л	Золото	0,02	0,02	0,01	0,01
	Медь	193	130	58	4,1
	Тиоцианаты (CNS ⁻)	530	495	481	415
Удельный поток сорбента, кг на 1 т питания цианирования		1,0	1,0	0,8	0,8
Содержание компонентов в насыщенном угле, мг/г	Золото	0,46	0,46	0,58	0,58
	Медь	20,1	14,2	5,4	0,46
Содержание золота в катодном осадке, получаемом при десорбции золота и электролизе элюатов, масс. %		1,8	2,6	8,3	65,8
Расход "активного хлора" на обезвреживание жидкой фазы хвостов цианирования, кг/т		2,7	2,5	2,4	2,1
Содержание золота в твердой фазе хвостов цианирования, г/т		0,78			
Извлечение золота, %		35,0	35,0	35,8	35,8

ПРИМЕР 2

По способу-прототипу проводили прямое цианирование медьсодержащего

концентрата флотационного обогащения первичной малосульфидной золото-кварцевой руды. Крупность концентрата составляла минус 0,16 мм, массовая доля меди - 0,97%, сульфидной серы - 16,3%, золота - 28,8 г/т.

5 Выщелачивание осуществляли в реакторе с механическим перемешиванием при отношении Ж:Т=2:1, продолжительности цианирования - 16 ч, расходе воздуха - 0,05 м³/м³ мин, рН=11,0-11,5 и концентрации Са(CN)₂ - 0,5-1,0 г/л.

10 Концентрация золота в жидкой фазе пульпы хвостов цианирования составила 13,4 мг/л, в твердой фазе - 2,48 г/т, что обеспечило извлечение металла в жидкую фазу пульпы 91,4% при расходе Са(CN)₂ 5,3 кг/т. Концентрация меди в жидкой фазе хвостовой пульпы составила - 3200 мг/л, тиоцианатов - 3370 мг/л.

15 Полученную пульпу фильтровали на вакуумном фильтре, кек на фильтре промывали водой при ее расходе 1 м³/т. Основной и промывной фильтраты объединяли, объединенный раствор делили на 3 равные порции и каждую порцию направляли на обеззолачивание в статических условиях по трем параллельным вариантам: цементация на цинк (загрузка цинковой стружки 3 кг на 1 м³ раствора), сорбция на уголь Norit RO 3515 и сорбция на смолу АМ-2Б (загрузка сорбентов по 2 об. %). Получен цементный осадок с массовым содержанием золота - 5,1%, меди - 28,0%, насыщенный уголь с содержанием золота - 2,2 мг/г, меди - 3,6 мг/г, насыщенная смола с содержанием золота - 2,8 мг/г, меди - 1,9 мг/г.

20 Обеззолоченный раствор хлорировали при рН=12,0 и ОВП на уровне 200-220 мВ, расход «активного хлора» составил 18,9 кг/т.

25 По предлагаемому способу тот же концентрат планировали в идентичных условиях, а затем проводили агитацию (кондиционирование) пульпы в течение 32 ч без добавления реагентов.

30 Концентрация золота в жидкой фазе пульпы хвостов цианирования составила 13,4 мг/л, в твердой фазе - 2,48 г/т, что обеспечило извлечение металла в жидкую фазу пульпы 91,4% при расходе Са(CN)₂ 5,3 кг/т. Концентрация меди в жидкой фазе хвостовой пульпы составила - 520 мг/л, тиоцианатов - 1850 мг/л.

Пульпу обезвоживали, а полученный раствор обеззолачивали в идентичных условиях. Получен цементный осадок с массовым содержанием золота - 13,4%, меди - 22,7%, насыщенный уголь с содержанием золота - 2,5 мг/г, меди - 0,7 мг/г, насыщенная смола с содержанием золота - 3,9 мг/г, меди - 1,8 мг/г.

35

40

45

Таблица 2-Пример №2 применения предлагаемого способа

Параметры и показатели		Пример 2.1 по прототипу	Пример 2.2 по предл. способу	
5	Наименование продукта	Медьсодержащий концентрат флотационного обогащения первичной малосульфидной золото-кварцевой руды		
10	Содержание компонентов в исходном продукте	Золото, г/т	28,8	
		Медь, %	0,97	
		Сульфидная сера, %	16,3	
Расход $\text{Ca}(\text{CN})_2$ на цианирование, кг/т		5,3		
Концентрация $\text{Ca}(\text{CN})_2$ при цианировании, г/л		0,5-1,0		
15	Продолжительность операций, ч	Цианирование	16	
		Кондиционирование	Нет операции	32
15	Концентрация компонентов в жидкой фазе хвостов цианирования, мг/л	Золото	13,4	
		Медь	1190	520
		Тиоцианаты (CNS^-)	2370	1350
15	Содержание компонентов в цементном осадке, масс. %	Золото	5,1	13,4
		Медь	28,0	22,7
20	Содержание компонентов в насыщенном угле Norit, мг/г	Золото	2,2	2,5
		Медь	3,6	1,8
20	Содержание компонентов в насыщенной ионообменной смоле АМ-2Б, мг/г	Золото	2,8	3,9
		Медь	1,9	0,7
25	Расход "активного хлора" на обезвреживание жидкой фазы хвостов цианирования, кг/т		18,9	13,4
	Содержание золота в твердой фазе хвостов цианирования, г/т		2,48	
Извлечение золота, %		91,4		

Рассмотренные примеры показывают, что в сравнении с известными способами предлагаемое изобретение позволило повысить массовую долю золота в насыщенных сорбентах и продуктивных цементных и катодных осадках в 1,1-36,4 раза, а также снизить расход «активного хлора» (гипохлорита кальция) на обезвреживание цианистых отходов в 1,1-1,4 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ №2223060, МПК С22В 11/00, з.97116590, заявл. 02.10.97, опубл. 10.12.98, бюл. №34
2. Металлургия благородных металлов / Под ред. Л.В. Чугаева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Metallurgia, 1987. 432 с.

(57) Формула изобретения

1. Способ извлечения золота из медьсодержащего сульфидного сырья, включающий цианирование при перемешивании и последующее обезметалливание жидкой фазы пульпы, отличающийся тем, что после операции цианирования проводят кондиционирование пульпы путем ее агитации в течение 4-72 ч без подачи реагентов с кратным снижением концентрации свободного цианида и меди в жидкой фазе пульпы.
2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что после кондиционирования пульпу направляют на сорбционное обезметалливание с применением активного угля или ионообменной смолы без добавок свободного цианида.
3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что после кондиционирования пульпу разделяют

на выщелоченную твердую фазу и золотосодержащий раствор, который подвергают обеззолачиванию сорбционным или цементационным методом.

5

10

15

20

25

30

35

40

45