

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2648400

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРНЫХ ЧАСТИЦ ЗОЛОТА ИЗ УПОРНЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ РУД

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Афанасова Анастасия Валерьевна (RU),
Александрова Татьяна Николаевна (RU)*

Заявка № 2017109642

Приоритет изобретения 22 марта 2017 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 26 марта 2018 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 22 марта 2037 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.И. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B03D 1/02 (2006.01); B03D 2203/025 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017109642, 22.03.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.03.2017

Дата регистрации:
26.03.2018

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 22.03.2017

(45) Опубликовано: 26.03.2018 Бюл. № 9

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):
Афанасова Анастасия Валерьевна (RU),
Александрова Татьяна Николаевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: МАЗМАНЯН Г. А. и др.,
"Повышение извлечения металла из особо
упорных золотосульфидных руд",
"Инновационные процессы комплексной и
глубокой переработки минерального сырья",
Плаксинские чтения — 2013, материалы
междунар. совещания, Томск, 2013, с. 174-
178. RU 2539448 C1, 20.01.2015. RU 2494160
C1, 27.09.2013. RU 2490070 C1, 20.08.2013. RU
2465962 (см. прод.)

(54) СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРНЫХ ЧАСТИЦ ЗОЛОТА ИЗ УПОРНЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ РУД

(57) Реферат:

Изобретение относится к области обогащения полезных ископаемых и может быть использовано в горно-обогатительной промышленности при обогащении золотосодержащих углеродистых руд. Способ извлечения ультрадисперсных частиц золота из упорных углеродистых руд включает кондиционирование измельченной пульпы в присутствии основного собирателя и комплексообразующего реагента, селективного к благородным металлам, введение вспенивателя и выделение благородных металлов в пенный продукт флотации. В качестве золотосодержащего продукта используют хвосты

сульфидной флотации, которые подвергают флотации в течение от 5 до 7 минут с использованием в качестве собирателя керосин, в качестве депрессора пустой породы жидкое стекло, в качестве вспенивателя селективно действующий метилизобутилкарбинол. Затем высушенные хвосты подвергают обработке СВЧ полем, мощностью от 1,0 до 1,5 кВт в течение от 15 до 25 минут, с получением углеродистого концентрата, содержащего ультрадисперсные индивиды золота. Технический результат - повышение извлечения ультрадисперсного золота из упорных золотосодержащих руд. 3 ил., 2 табл.

(56) (продолжение):
C1, 10.11.2012. RU 2397816 C1, 27.08.2010. RU 2176558 C1, 10.12.2001. CN 103736569 A, 23.04.2014.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B03D 1/02 (2006.01); B03D 2203/025 (2006.01)

(21)(22) Application: **2017109642, 22.03.2017**

(24) Effective date for property rights:
22.03.2017

Registration date:
26.03.2018

Priority:

(22) Date of filing: **22.03.2017**

(45) Date of publication: **26.03.2018 Bull. № 9**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel
intelektualnoj sobstvennosti i transfera tekhnologij
(otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Afanasova Anastasiya Valerevna (RU),
Aleksandrova Tatyana Nikolaevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **EXTRACTING ULTRAFINE GOLD PARTICLES FROM STEERING CARBON ORE METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to the field of mineral processing and can be used in the mining and dressing industry for the enrichment of gold-bearing carbonaceous ores. Method of extracting ultrafine gold particles from persistent carbonaceous ores includes conditioning the pulverized pulp in the presence of a main collector and a complexing agent selective to noble metals, introduction of a blowing agent and the liberation of precious metals into a foam product of flotation. As a gold-containing product, tails of sulfide

flotation are used which are put to flotation for 5 to 7 minutes using kerosene as a collector, as a depressant of an empty rock, liquid glass, as a foaming agent, selectively acting methylisobutylcarbinol. Then, the dried tails are subjected to microwave treatment with a power of 1.0 to 1.5 kW for 15 to 25 minutes to produce a carbonaceous concentrate containing ultrafine gold individuals.

EFFECT: increasing extraction of ultrafine gold from persistent gold-bearing ores.

1 cl, 3 dwg, 2 tbl

**1 C
0 0
2 6 4 8 4 0 0
R U**

**R U
2 6 4 8 4 0 0
C 1**

Изобретение относится к области обогащения полезных ископаемых и может быть использовано в горно-обогатительной промышленности при обогащении золотосодержащих углеродистых руд.

5 Известен способ обогащения золотосодержащих руд (заявка на изобретение RU №93040299, опубл. 20.11.1996 г.), включающий обработку диспергированного каменного материала при нагревании от 50 до 100°C в 30-50%-ном водном растворе гидрооксидов или карбонатов щелочных металлов в течение 2-24 ч. По окончании процесса обогащения осадок промывают водой, в результате получают золотосодержащий концентрат.

10 Основным недостатком способа является высокая токсичность флотореагентов и невозможность обогащения ультрачастиц благородных металлов.

Известен способ обогащения руд редких и благородных металлов (патент RU №2201289, опубл. 10.08.2002 г.), включающий многостадийные дезинтеграцию, классификацию и магнитную сепарацию, осуществляемые на естественно замороженном 15 исходном материале на открытых промплощадках в условиях отрицательных температур, и дополнительную электрическую сепарацию черного концентрата.

Основным недостатком способа является невозможность его применения в более мягких климатических условиях и невозможность обогащения наночастиц благородных металлов.

20 Известен способ переработки материалов, содержащих благородные металлы (патент RU №2176558, опубл. 10.12.2001 г.), содержащих благородные металлы, в частности выщелачивание благородных металлов из упорного золотосодержащего сырья, включающий обработку материала, увлажненного или обезвоженного до заполнения 25 водой пор в частицах материала, электромагнитными импульсами. После обработки материал подвергают выщелачиванию.

Основным недостатком способа является низкая степень извлечения благородных металлов даже при его значительном содержании в исходном материале (степень извлечения золота из материала с исходной концентрацией 80 г/т не превышает 72,5%).

30 Известен способ флотации сульфидных руд, содержащих благородные металлы (патент RU №2490070, опубл. 20.08.2013 г.), принятый за прототип, который включает кондиционирование измельченной пульпы в присутствии основного собирателя и комплексообразующего реагента, селективного к благородным металлам, введение вспенивателя и выделение благородных металлов в пенный продукт флотации. В качестве комплексообразующего реагента, селективного к благородным металлам, 35 используют пергидро-1,3,5-дитиазин-5-ил-метан, способный к образованию прочного соединения с благородными металлами.

Недостатком данного способа являются высокие потери минерала с хвостами и невозможность обогащения ультрадисперсных частиц золота.

40 Техническим результатом является повышение эффективности извлечения золота из золотосодержащих упорных руд путем коалесценции ультрадисперсного «невидимого» золота.

Технический результат достигается тем, что в качестве золотосодержащего продукта используют хвосты сульфидной флотации, которые подвергают флотации в течение от 5 до 7 минут с использованием в качестве собирателя керосин, в качестве депрессора 45 пустой породы - жидкое стекло, в качестве вспенивателя - селективно действующий метилизобутилкарбинол, затем высушенные хвосты подвергают обработке СВЧ полем, мощностью от 1,0 до 1,5 кВт в течение от 15 до 25 минут, с получением углеродистого концентрата, содержащего ультрадисперсные индивиды золота.

Способ извлечения ультрадисперсных частиц золота из упорных углеродистых руд поясняется следующими фигурами:

Фиг. 1 - электронное изображение образца 1 обработанного СВЧ-полем углеродистого флотоконцентрата;

5 Фиг. 2 - электронное изображение образца 2 обработанного СВЧ-полем углеродистого флотоконцентрата.

Фиг. 3 - график исследования влияния времени СВЧ-обработки на процесс коалесценции золота.

Способ осуществляется следующим образом. Проводится измельчение материала до требуемой крупности в присутствии сульфидрильного собирателя. После чего 10 измельченный материал флотируются с выбранным реагентным режимом, с получением концентрата и хвостов сульфидной флотации. Концентрат сульфидной флотации отправляется на дальнейшую металлургическую обработку, а хвосты сульфидной флотации используют в качестве золотосодержащего продукта и флотируют в течение от 5 до 7 минут с использованием в качестве собирателя керосин с расходом 75 г/т, в качестве депрессора пустой породы жидкое стекло с расходом 100 г/т, в качестве 15 вспенивателя селективнодействующий метилизобутилкарбинол (МИБК), после чего высушенные хвосты подвергают обработке СВЧ полем, мощностью от 1,0 до 1,5 кВт в течение от 15 до 25 минут, с получением углеродистого концентрата, содержащего ультрадисперсные индивиды золота, пригодные для дальнейшего извлечения. 20

Способ поясняется следующим примером. В качестве тестовой руды использовали сульфидные углеродистые руды месторождения «Бакырчик». После отбора 25 представительной пробы, проводили измельчение исходной руды до 90% класса - 71 мкм, с использованием лабораторной поворотной шаровой мельницы МШ-7 (Россия), со следующими параметрами измельчения: масса навески 150 грамм, шаровая нагрузка 45%, объем воды равен 100 мл, время измельчения 20 минут 35 секунд. В мельницу перед измельчение также добавляли сульфидрильный собиратель бутиловый ксантогенат калия в количестве 80 г/т.

Измельченный материал загружали в камеру механической флотомашины ФМЛ 0,3 30 объемом 0,5 л. Добавляли воду до соотношения Т:Ж 30%. В качестве вспенивателя использовали Метилизобутилкарбинол (МИБК) в количестве 100 г/т. Время агитации с которым составляет минуту. Далее проводили сульфидную одностадийную флотацию. Время флотации шесть минут.

Полученный сульфидный концентрат отправляется на дальнейшую металлургическую 35 обработку, а хвосты сульфидной флотации флотировали в механической флотомашине ФМЛ 0,3 объемом 0,5 л. При соотношении Т:Ж 35%. В качестве собирателя гидрофобного углерода использовали керосин с расходом 75 г/т. В качестве депрессора пустой породы применяют жидкое стекло с расходом 100 г/т, в роли вспенивателя селективнодействующий метилизобутилкарбинол (МИБК). Время агитации с 40 вспенивателем одна минута, с жидким стеклом три минуты, с керосином две минуты. В процессе флотации контролировали продолжительность съема пены, для одностадийного процесса время флотации составило от 5 до 7 минут.

В полученном углеродистом концентрате общее содержание золота было порядка 67,9 г/т, содержание общей серы 11,6%, содержание общего углерода 4,21%, из которых 45 органический углерод составляет 3,97%.

Золотосодержащие хвосты сульфидной флотации высушивали в сушильной печи при температуре 70-80°C. Высушенные золотосодержащие хвосты сульфидной флотации подвергают обработке СВЧ полем. Мощность СВЧ-обработки находится в интервале

от 1,0 до 1,5 кВт, время обработки от 15 до 25 минут.

Время обработки СВЧ-полем выбрано на основе серии опытов по исследованию влияния времени СВЧ обработки на процесс коалесценции золота. Результаты исследования представлены на фиг. 3. При времени СВЧ обработки менее 15 минут золота не обнаружено. При обработке в течение 15-25 минут наблюдается коалесценция золота, свыше 25 минут содержание золота в спектре не увеличивается.

Результаты элементного анализа образца №1 углистого концентрата, представленного на фиг. 1, приведены в таблице 1.

За счет микроволнового и высокотемпературного воздействия происходит декрепитация минералов и газовой-жидких включений и высвобождение кристаллохимической воды, приводящее к появлению дополнительных дефектов. В результате происходит самоочистка сульфидных минералов от атомов рассеянного золота путем отгона его в периферические части зерен и межзерновое пространство, где формируются ультрадисперсные индивиды.

Таблица 1 – Элементный анализ образца №1 углеродистого концентрата после обработки СВЧ-полем

№	№ спектра	Σ (O, Na, Mg, Al, Si, S, K)	Ca	Ti	Fe	Ni	Cu	Au
		%						
1	спектр 686	90,68	0,38	0,48	8,45			-
2	спектр 687	34,1			63,28	2,61		-
3	спектр 688	38,11			7,94	53,95		-
4	спектр 689	26,44			4,33		1,28	67,96
5	спектр 690	24,93			3,25			71,82
6	спектр 691	76,7			7,11			16,18
7	спектр 692	34,82			63,1	2,07		-
8	спектр 693	34,28			2,79			62,94
9	спектр 694	47,15			50,01		2,84	-
10	спектр 695	28,68			71,32			-

Результаты элементного анализа образца №2 углистого концентрата, представленного на фиг. 2, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Элементный анализ образца №2 углеродистого концентрата после обработки СВЧ-полем

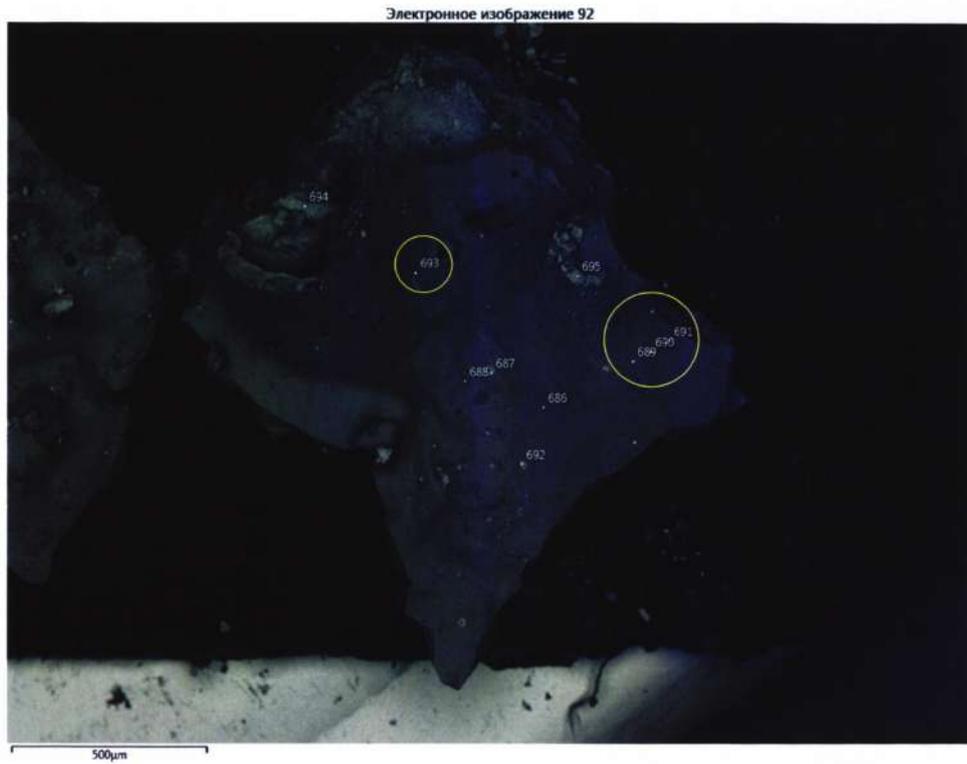
№	№ спектра	Σ (O, Mg, Al, Si, K)	Ca	Ti	Fe	Ni	Cu	Au
		%						
1	спектр 793	35,69		1,71	62,6			-
2	спектр 794	39,52		0,73	59,77			-
3	спектр 795	36,18			63,82			-
4	спектр 796	22,25			14,88	3,8	2,63	56,45

Разработанный способ позволяет повысить эффективность извлечения золота из упорных золотосодержащих руд за счет укрупнения ультрачастиц золота, дающего возможность для дальнейшего извлечения ультрадисперсных индивидов флотационными или гравитационными методами.

(57) Формула изобретения

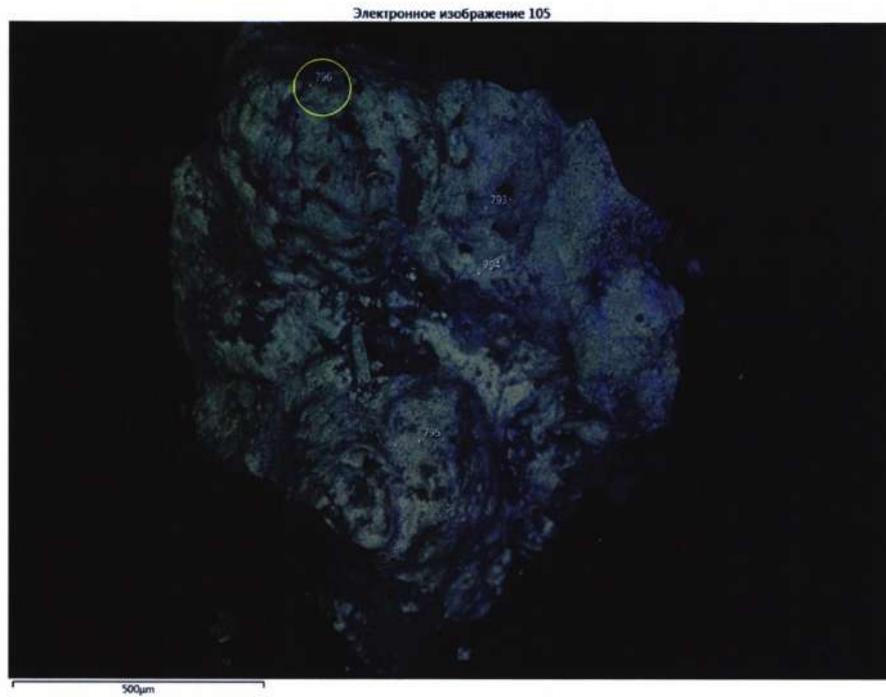
Способ извлечения ультрадисперсных частиц золота из упорных углеродистых руд, включающий кондиционирование измельченной пульпы в присутствии основного собирателя и комплексообразующего реагента, селективного к благородным металлам, введение вспенивателя и выделение благородных металлов в пенный продукт флотации, отличающийся тем, что в качестве золотосодержащего продукта используют хвосты сульфидной флотации, которые подвергают флотации в течение от 5 до 7 минут с использованием в качестве собирателя керосин, в качестве депрессора пустой породы - жидкое стекло, в качестве вспенивателя - селективно действующий метилизобутилкарбинол, затем высушенные хвосты подвергают обработке СВЧ полем, мощностью от 1,0 до 1,5 кВт в течение от 15 до 25 минут, с получением углеродистого концентрата, содержащего ультрадисперсные индивиды золота.

**СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРНЫХ ЧАСТИЦ
ЗОЛОТА ИЗ УПОРНЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ РУД**

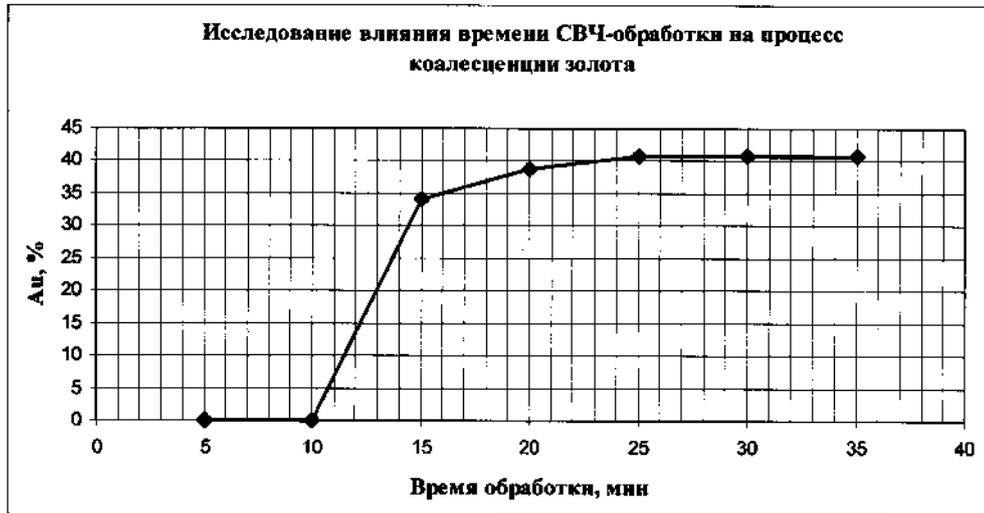


Фиг. 1

**СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРНЫХ ЧАСТИЦ
ЗОЛОТА ИЗ УПОРНЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ РУД**



Фиг. 2

**СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРНЫХ ЧАСТИЦ
ЗОЛОТА ИЗ УПОРНЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ РУД****Фиг. 3**