



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008120058/02, 20.05.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.05.2008

(45) Опубликовано: 10.12.2009 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2006130022 A, 27.02.2008. RU 2224033
C1, 20.02.2004. RU 2247165 C2, 27.02.2005. RU
2239665 C1, 10.11.2004. US 4342592 A,
03.08.1982. WO 97/30786 A1, 28.08.1997. US
5057470 A, 15.10.1991.

Адрес для переписки:

127562, Москва, ул. Каргопольская, 12, кв.60,
Е.В.Корниенко

(72) Автор(ы):

**Сычев Александр Иванович (RU),
Обысов Анатолий Васильевич (RU),
Дульнев Алексей Викторович (RU),
Царев Владимир Викторович (RU),
Тертышный Игорь Григорьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной ответственностью
Геологическое предприятие "Недра" (RU)**

**(54) СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ УПОРНЫХ И БЕДНЫХ РУД И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ НИХ
БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу обогащения упорных и бедных руд и извлечения из них благородных металлов, в частности золота, платины, палладия. Способ включает облучение руды СВЧ-полем, магнитную сепарацию с образованием немагнитного остатка и магнитной и слабомагнитной фракций. Магнитную и/или слабомагнитную фракции обрабатывают раствором кислоты и/или окислителя при облучении СВЧ-полем с получением суспензии и переводом благородных металлов в раствор. При этом исходную руду перед облучением

СВЧ-полем подвергают механоактивации с использованием поверхностно-активных веществ с получением измельченной руды с размером частиц 50-500 мкм. Полученную после обработки раствором кислоты и/или окислителя при облучении СВЧ-полем суспензию фильтруют с получением фильтрата, являющегося концентратом благородных металлов. Техническим результатом является существенное уменьшение массы перерабатываемой руды и повышение извлечения благородных металлов. 3 з.п. ф-лы, 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

C22B 11/00 (2006.01)**C22B 3/06** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2008120058/02, 20.05.2008**(24) Effective date for property rights:
20.05.2008(45) Date of publication: **10.12.2009 Bull. 34**

Mail address:

**127562, Moskva, ul. Kargopol'skaja, 12, kv.60,
E.V.Kornienko**

(72) Inventor(s):

**Sychev Aleksandr Ivanovich (RU),
Obysov Anatolij Vasil'evich (RU),
Dul'nev Aleksej Viktorovich (RU),
Tsarev Vladimir Viktorovich (RU),
Tertyshnyj Igor' Grigor'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
Geologicheskoe predpriyatje "Nedra" (RU)****(54) METHOD OF ENRICHMENT OF PERSISTENT BASE ORES AND EXTRACTION FROM IT OF
PRECIOUS METALS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to method of enrichment of persistent and base ores and extraction from its of noble metals, particularly gold, platinum, palladium. Method includes irradiation of ore by microwave frequency field, magnetic separation with formation of non-magnetic residue and magnetic and weak-magnetic fractions. Magnetic and/or weak-magnetic fractions are treated by solution of acid and/or oxidant at irradiation by microwave frequency field with receiving of

suspension and passing of noble metals into solution. Additionally initial ore before irradiation by microwave frequency field subject to mechanical activation with usage of surface active agents with receiving of grinded ore with grain size 50-500 mcm. Received after treatment by solution of acid and/or oxidant at irradiation by microwave frequency field suspension is filtered with receiving of filtrate which is a concentrate of noble metals.

EFFECT: reduction of mass of processed ore and increasing of noble metals extraction.

4 cl, 1 tbl, 6 ex

Изобретение относится к процессам обогащения руд и извлечения благородных металлов, в частности золота, платины, палладия, из упорных и бедных руд.

Известен способ обогащения руд редких и благородных металлов (RU 2201289, 2000), включающий многостадийные дезинтеграцию, классификацию и магнитную сепарацию, осуществляемые на естественно замороженном 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.

Известен способ обогащения золотосодержащих руд (RU 93040299, 1993), 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.

Основным недостатком способа является большая продолжительность процесса и невозможность обогащения наночастиц благородных металлов.

Известен способ лазерного формирования и обогащения благородными металлами минеральных ассоциаций (RU 2255995, 2003), включающий облучение частиц минеральных ассоциаций с возможностью управления режимами скоростного нагрева и охлаждения путем изменения параметров лазерного излучения. Обрабатываемые минеральные ассоциаты размещают слоем до 1-3 мм, облучение осуществляют прямым падающим расфокусированным излучением с диаметром лазерного луча 2-5 мм.

Недостатком способа является низкая производительность и большое потребление электроэнергии.

Известен способ переработки материалов, содержащих благородные металлы, в частности выщелачивание благородных металлов из упорного золотосодержащего сырья (RU 2176558, 2001), включающий обработку материала, увлажненного или обезвоженного до заполнения 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%).

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ извлечения благородных металлов из содержащего их материала, включающий обработку исходного материала раствором кислоты и/или окислителя при облучении СВЧ-полем с переводом благородных металлов в раствор и суспензию (RU 2224033, 2004).

Недостатком данного способа является повышенная масса перерабатываемого исходного материала и пониженные массы извлекаемых благородных металлов (см. примеры).

Достижимым техническим результатом или целью предлагаемого изобретения является существенное уменьшение массы перерабатываемого исходного материала и повышение масс извлекаемых благородных металлов.

Указанный результат достигается реализацией способа обогащения упорных и бедных руд и извлечения из них благородных металлов, включающего обработку раствором кислоты и/или окислителя при облучении СВЧ-полем с переводом

благородных металлов в раствор и суспензию с последующей их фильтрацией, в результате которой получают раствор (концентрат) благородных металлов. Руду предварительно подвергают механоактивации, затем облучают СВЧ-полем и разделяют ее на немагнитный остаток, магнитную, и слабомагнитную фракции, магнитную и/или слабомагнитную фракцию подвергают обработке раствором кислоты и/или окислителя при облучении СВЧ-полем. Механоактивацию проводят во вращающейся или вибрационной мельницах с добавкой поверхностно-активных веществ до получения измельченной руды с размером частиц 50-500 мкм. Магнитную фракцию отделяют от руды при действии на нее магнитным полем напряженностью 50-500 мТл, а слабомагнитную фракцию отделяют от оставшейся части руды при воздействии на нее магнитным полем напряженностью 0,5-1,7 Тл. В качестве поверхностно-активных веществ при механоактивации используют спирты, производные карбоновых кислот, оксиэтилированные алкиламины, первичные и вторичные алкилсульфаты, алкиларилэтилсульфаты, алкилциклогексилэтилсульфаты, алкил - и алкилбензолсульфонаты, сульфонаты сложных эфиров моно- и дикарбоновых кислот, сульфо - и карбокси-этоксилаты спиртов, сульфоэтоксилаты карбоновых кислот, сульфоэтоксилаты алкилфенилэтиловых спиртов, соли сульфатов непредельных кислот, амидосульфонаты, амиды сульфокарбоновых кислот, амидосульфаты, амидокарбоксилаты. В качестве кислоты при обработке используют HCl, смесь HCl и HF, смесь HCl и HBr, смесь HCl и HI, а в качестве окислителя используют H₂O₂, Cl₂, Br₂, NaClO₃, HNO₃, H₂SO₄, смесь NaClO₃ и I₂ или смесь Cl₂ и Br₂. Полученный концентрат содержит золото, платину, палладий. Отличительные признаки способа по настоящему изобретению состоят в том, что руду предварительно подвергают механоактивации, облучению СВЧ-полем и разделяют ее на немагнитный остаток, магнитную и слабомагнитную фракции, магнитную и/или слабомагнитную фракцию подвергают обработке раствором кислоты и/или окислителя при облучении СВЧ-полем с получением раствора и суспензии с последующей их фильтрацией, в результате которой получают концентрат благородных металлов. Магнитная сепарация позволяет уменьшить объем перерабатываемого материала путем отделения пустой породы (немагнитный остаток), которая не участвует в дальнейшей переработке.

Механоактивацию руды проводят во вращающейся или вибрационной мельницах с добавкой поверхностно-активных веществ до получения измельченной руды с размером частиц 50-500 мкм. Магнитную фракцию отделяют от руды при действии на нее магнитным полем напряженностью 50-500 мТл, а слабомагнитную фракцию отделяют от оставшейся части руды при воздействии на нее магнитным полем напряженностью 0,5-1,7 Тл. Механоактивация, способствующая созданию дефектных структур в руде, позволяет улучшить полноту разделения при магнитной сепарации и увеличить массу извлекаемых благородных металлов. В качестве поверхностно-активных веществ при механоактивации используют спирты, производные карбоновых кислот, оксиэтилированные алкиламины, первичные и вторичные алкилсульфаты, алкиларилэтилсульфаты, алкилциклогексилэтилсульфаты, алкил - и алкилбензолсульфонаты, сульфонаты сложных эфиров моно- и дикарбоновых кислот, сульфо - и карбокси-этоксилаты спиртов, сульфоэтоксилаты карбоновых кислот, сульфоэтоксилаты алкилфенилэтиловых спиртов, соли сульфатов непредельных кислот, амидосульфонаты, амиды сульфокарбоновых кислот, амидосульфаты, амидокарбоксилаты. В качестве кислоты при обработке используют HCl, смесь HCl и HF, смесь HCl и HBr, смесь HCl и HI, а в качестве окислителя

используют H_2O_3 , Cl_3 , Br_2 , NaCl_3 , HNO_3 , H_2SO_4 , смесь NaClO_3 и I_2 или смесь Cl_2 и Br_2 . Концентрат содержит золото, платину, палладий.

Пример 1 (по прототипу). Фосфоритную руду из Кимовского месторождения фосфоритов (залеж № 8) Тульской области массой 5 кг кипятят в течение 2 часов в водном растворе объемом 20 л, который находится в СВЧ-реакторе, имеющем цилиндрический корпус из нержавеющей стали 12X18H10T и крышку из титана ВТО-1, внутри корпуса помещен фторопластовый реактор объемом 30 л. Источником СВЧ-излучения является охлаждаемый водой магнетрон (мощность 5 кВт, частота 2450 МГц) с блоком питания, управления и контроля. СВЧ-излучение передается в СВЧ-реактор через волновод прямоугольного сечения 90×45 мм. Проводят две серии опытов. В первой серии используют водный раствор, содержащий 35% HCl и 57% HNO_3 , во второй серии водный раствор 57%

HNO_3 , которая выступает в качестве окислителя. В результате благородные металлы переводятся в раствор и суспензию, которые подают на фильтрацию. Полученный фильтрат представляет собой концентрат благородных металлов.

Пример 2 (по прототипу). Способ осуществляется по примеру 1, но в качестве руды берут руду месторождения «Кедр» Алтайского края.

Пример 3 (по прототипу). Способ осуществляется по примеру 1, но в качестве руды берут руду месторождения «Маломыр» Амурской области.

Пример 4. (по предлагаемому способу). Фосфоритную руду из Кимовского месторождения фосфоритов (залежь № 8) Тульской области массой 5 кг предварительно подвергают механоактивации в шаровой вращающейся мельнице объемом 10 л при соотношении масс шаров и обрабатываемой руды 1:1 с добавкой в качестве поверхностно-активного вещества полиакриламида в количестве 1,0% массы обрабатываемой руды до размеров частиц 50-500 мкм и предварительно облучают СВЧ - полем с сухом реакторе. Облученную руду подвергают магнитной сепарации с использованием высокоэнергетических магнитов из сплава Fe-B-Nd, в результате чего разделяют ее на немагнитный остаток, магнитную и слабomagнитную фракции. Проводят также две серии опытов. В первой серии магнитную и/или слабomagнитную фракции кипятят при облучении СВЧ-полем в течение 2 часов в водном растворе 35% HCl и 57% HNO_3 . Во второй серии немагнитный остаток кипятят в течение того же периода времени в водном растворе 57% HNO_3 , которая выступает в качестве окислителя также при облучении СВЧ-полем. В результате благородные металлы переводятся в раствор и суспензию, которые подают на фильтрацию. Полученный фильтрат представляет собой концентрат благородных металлов.

При реализации предлагаемого способа в качестве кислоты и/или окислителя используют также HCl и/или H_2O_2 , HCl и/или Cl_2 , HCl и/или Br_2 , HCl и/или NaClO_3 , смеси HCl и HF и/или HNO_3 , смеси HCl и H_2SO_4 и/или H_2O_2 , смеси HCl и HBr и/или H_2O 2 смеси CH_3I и HI и/или NaClO_3 и I_2 , HCl и/или Cl_2 и Br_2 .

Пример 5 (по предлагаемому способу). Способ осуществляется по примеру 4, но в качестве руды берут руду месторождения «Кедр» Алтайского края.

Пример 6 (по предлагаемому способу). Способ осуществляется по примеру 4, но в качестве руды берут руду месторождения «Маломыр» Амурской области.

Анализ концентраций БМ в концентрате осуществляют методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре ELAN-6100 фирмы Perkin-Elmer, США.

Усредненные результаты испытаний по всем опытам сведены в таблицу.

Из сравнения результатов масс извлеченных благородных металлов, представленных в таблице, видно, что массы данных металлов, полученные по предлагаемому способу из двух фракций руды, превышают массы этих металлов, полученные по способу-прототипу для платины до 125,1-131,0%, для палладия до 126,0-137,4%, для золота до 134,5-145,0%. При этом масса перерабатываемого исходного материала по предлагаемому способу в зависимости от типа руды составляет от 50,2 до 77,2 от массы руды, перерабатываемой по способу-прототипу, т.е. уменьшилась на 22,8-49,8%.

Наименование руд	Массовая доля фракций, %			Наименование благородных металлов	Масса извлеченных БМ в расчете на 1 т исходной руды, г/т			
	Магнитная	Слабомагнитная	Итого по двум фракциям		По предлагаемому способу			По способу прототипу
					Магнитная	Слабомагнитная	Итого по двум фракциям	
Фосфоритная руда Кимовского месторождения фосфоритов (залежь №8) Тульской области	5,8	65,4	71,2	Платина	4,250	29,805	34,055	27,230
				Палладий	4,300	30,101	34,401	27,005
				Золото	1,001	6,488	7,489	5,165
Руда месторождения «Кедр», Алтайский край	3,0	74,2	77,2	Платина	1,216	15,137	16,353	12,804
				Палладий	0,266	5,788	6,054	4,805
				Золото	0,343	2,894	3,237	2,402
Руда месторождения «Маломир», Амурская область	4,1	50,9	55,0	Платина	1,922	7,279	9,201	7,023
				Палладий	0,815	2,494	3,309	2,408
				Золото	0,569	1,527	2,096	1,558
Руда месторождения «Покровка» Амурская область	3,2	47,0	50,2	Платина	1,652	6,862	8,514	6,652
				Палладий	0,750	2,068	2,818	2,072
				Золото	0,620	1,504	2,124	1,517

Формула изобретения

1. Способ обогащения упорных и бедных руд и извлечения из них благородных металлов, включающий облучение руды СВЧ-полем, магнитную сепарацию с образованием немагнитного остатка и магнитной и слабомагнитной фракций, обработку магнитной и/или слабомагнитной фракций раствором кислоты и/или окислителя при облучении СВЧ-полем с получением суспензии и переводом благородных металлов в раствор, отличающийся тем, что руду перед облучением СВЧ-полем подвергают механоактивации с использованием поверхностно-активных веществ с получением измельченной руды с размером частиц 50-500 мкм, полученную суспензию фильтруют с получением фильтрата, являющегося концентратом благородных металлов.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве поверхностно-активных веществ при механоактивации используют спирты, производные карбоновых кислот, оксиэтилированные алкиламины, первичные и вторичные алкилсульфаты, алкиларилэтилсульфаты, алкилциклогексилэтилсульфаты, алкил- и алкилбензолсульфонаты, сульфонаты сложных эфиров моно- и дикарбоновых кислот, сульфо- и карбоксиэтоксилаты спиртов, сульфоэтоксилаты карбоновых кислот, сульфоэтоксилаты алкилфенилэтиловых спиртов, соли сульфатов непредельных кислот, амидосульфонаты, амиды сульфокарбоновых кислот, амидосульфаты, амидокарбоксилаты.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что полученный концентрат благородных

металлов содержит золото, платину, палладий.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве кислоты при обработке используют HCl, смесь HCl и HF, смесь HCl и HBr, смесь HCl и HI, а в качестве окислителя используют H₂O₂, Cl₂, Br₂, NaClO₃, HNO₃, H₂SO₄, смесь NaClO₃ и I₂ или смесь Cl₂ и Br₂.

10

15

20

25

30

35

40

45

50