

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2716345

### СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ

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

Авторы: *Александрова Татьяна Николаевна (RU), Николаева Надежда Валерьевна (RU), Кузнецов Валентин Вадимович (RU), Савельева Яна Сергеевна (RU)*

Заявка № 2019135924

Приоритет изобретения 07 ноября 2019 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 12 марта 2020 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 07 ноября 2039 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

 Г.П. Ивлиев



# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ИЗМЕНЕНИЕ

В ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2716345

### *Государственная регистрация предоставления права использования по договору*

Вид договора: *лицензионный*

Дата и номер государственной регистрации предоставления права использования по договору: *28.06.2021 № РД0367631*

Лицо(а), предоставляющее(ие) право использования: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Лицо(а), которому(ым) предоставлено право использования: *Совместное предприятие в форме закрытого акционерного общества "Изготовление, внедрение, сервис" (RU)*

продолжение см. на обороте

Запись внесена в Государственный реестр изобретений Российской Федерации  
*28 июня 2021 г.*

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*Г.П. Ивлиев*



Условия договора: *неисключительная лицензия сроком на 1 год на территории РФ.*



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C22B 3/04 (2020.01); C22B 7/00 (2020.01)

(21)(22) Заявка: 2019135924, 07.11.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.11.2019

Дата регистрации:  
12.03.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.11.2019

(45) Опубликовано: 12.03.2020 Бюл. № 8

Адрес для переписки:  
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Александрова Татьяна Николаевна (RU),  
Николаева Надежда Валерьевна (RU),  
Кузнецов Валентин Вадимович (RU),  
Савельева Яна Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2635582 C1, 14.11.2017. EA 26961  
B1, 30.06.2017. RU 2461637 C1, 20.09.2012. RU  
2502869 C2, 27.12.2013. RU 2571676 C1,  
20.12.2015. WO 2019203778 A1, 24.10.2019.

## (54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности, в частности для извлечения меди и молибдена при обогащении и переработке низкокачественных руд и техногенного сырья различного происхождения. Техногенное сырье измельчают в мельнице, затем агломерируют с добавкой раствора пероксида водорода и формируют штабель с использованием закладок из сорбционно-активного адсорбента - шунгита, вспученного с помощью СВЧ-обработки. Штабель орошают раствором серной кислоты. После чего на шунгите сорбируют железо, медь, молибден и ассоциированный с ним рений. Сорбцию проводят в течение не менее 72 часов, после чего закладки достают, а обогащенный шунгит направляют сначала на доизмельчение,

а затем на магнитную сепарацию с получением железосодержащего концентрата, который отправляют на металлургический передел, и немагнитной фракции, которую отправляют на флотацию с получением пенного продукта, содержащего медь, молибден и ассоциированный с ним рений, которые отправляют на металлургический передел, и хвосты, которые отправляют в отвал. Способ позволяет повысить эффективность извлечения железа, меди, молибдена и ассоциированного с ним рения из техногенного полиметаллического сырья при сокращении потерь ценных компонентов, а также повысить экологическую безопасность переработки техногенного сырья. 2 ил., 2 табл.



**Фиг.2**

RU 2716345 C1

RU 2716345 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C22B 3/04* (2006.01)  
*C22B 7/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C22B 3/04 (2020.01); C22B 7/00 (2020.01)*

(21)(22) Application: **2019135924, 07.11.2019**

(24) Effective date for property rights:  
**07.11.2019**

Registration date:  
**12.03.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **07.11.2019**

(45) Date of publication: **12.03.2020 Bull. № 8**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,  
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet", Patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Aleksandrova Tatyana Nikolaevna (RU),  
Nikolaeva Nadezhda Valerevna (RU),  
Kuznetsov Valentin Vadimovich (RU),  
Saveleva Yana Sergeevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD OF PROCESSING TECHNOGENIC POLYMETALLIC RAW MATERIAL FOR EXTRACTION OF STRATEGIC METALS**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to the mining industry, in particular, for extraction of copper and molybdenum at enrichment and processing of low-grade ores and technogenic raw materials of various origin. Technogenic raw material is milled in a mill, then agglomerated with the addition of hydrogen peroxide solution and a pile is formed with the use of tabs from a sorbent-active adsorbent – schungite, which is expanded by microwave treatment. Stack is sprayed with sulfuric acid solution. After that on the schungite are sorbed iron, copper, molybdenum and rhenium associated with it. Sorption is carried out for at least 72 hours, after which the tabs are removed, and the enriched schungite is first fed for additional milling and

then for magnetic separation to obtain an iron-containing concentrate which is fed for metallurgical processing, and non-magnetic fraction, which is sent to flotation to produce foam product containing copper, molybdenum and rhenium associated with it, which are sent for metallurgical processing, and tails, which are sent to dump.

EFFECT: method increases efficiency of extraction of iron, copper, molybdenum and rhenium associated with it from technogenic polymetallic raw material at reduction of losses of valuable components, and also increases ecological safety of processing of technogenic raw material.

1 cl, 2 dwg, 2 tbl

C 1  
2 7 1 6 3 4 5  
R U

R U  
2 7 1 6 3 4 5  
C 1



Фиг.2

RU 2716345 C1

RU 2716345 C1

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности и может быть использовано для извлечения цветных металлов из полиметаллического сырья, в частности для извлечения меди и молибдена, и может быть использовано при обогащении и переработке низкокачественных руд и техногенного сырья различного происхождения.

Известен способ утилизации слабокарбонатных отходов флотационного обогащения вольфрамо-молибденовых руд (патент RU №2627656 опубл. 09.08.2017 г.), который включает стадии декарбонатизации, выщелачивания элементов и обработки осадка, в котором декарбонатизацию проводят путем контактирования сырья, имеющего содержание карбонатов 6-8 мас. %, с 1N раствором серной кислоты при соотношении Т:Ж=1:2 в течение 1,5-2 часов с получением пульпы, выщелачивание пульпы проводят при температуре 60-70°C в течение 2-3 час в агитационном режиме 1N раствором серной кислоты при соотношении Т:Ж=1:1 с добавлением 37% раствора перекиси водорода в количестве 0,05 л/кг пульпы, далее проводят декантацию или фильтрацию этой пульпы с получением осадка и маточного раствора, осадок промывают технической водой с Т:Ж=1:(2-3) в течение не менее 0,5 час, отделяют песковую фракцию, а полученную взвесь отстаивают с получением раствора отстаивания, раствор, полученный после сорбционного извлечения элементов, объединяют с раствором отстаивания и подают в голову процесса на стадию декарбонатизации. Сорбционное извлечение можно проводить из пульпы или маточного раствора.

Недостатком данного способа является достаточно низкие показатели содержания цветных металлов в продуктах переработки.

Известен способ переработки сульфидных минеральных продуктов с применением бактерий для извлечения металлов (патент RU №2418870 опубл. 20.05.2011 г.), включающий чановое выщелачивание измельченных сульфидных минеральных продуктов не менее чем в двух последовательно соединенных чанах с перемешиванием раствором серной кислоты при значении рН ниже 1,8, содержании твердой фазы 10-60%, концентрации ионов трехвалентного железа более 3 г/л, температуре 50-99°C, вывод из последнего чана пульпы и разделение ее на твердую и жидкую фазы, возврат твердой фазы на выщелачивание в первый чан, бактериальное окисление железа в жидкой фазе в отдельном реакторе при значении рН 1,4-2,2, температуре до 90°C с аэрацией воздухом с добавлением элементов питания бактерий, возврат жидкой фазы после окисления железа в чаны выщелачивания, извлечение металлов из фаз выщелачивания.

Недостатками являются повышенные энергозатраты из-за того, что процессы переработки протекают при повышенных температурах, а также сложный состав извлекаемых комплексов и недостаточно полное извлечение металлов.

Известен обогатительный модуль для комбинированной переработки многолетнемерзлых хвостов от обогащения вкрапленных медно-никелевых руд норильских месторождений (патент RU №2504437 опубл. 20.01.2014 г.), который включает карьерное поле, два или три земснаряда, береговую насосную станцию, состоящую из неподвижного и вибрационного грохотов, зумпф с переливным карманом, сообщенным самотечным гидротранспортом с карьерным полем. Два насоса, напорные пятиструйные пульподелители, сообщенные с вибрационными грохотами, зумпфы и насосы, сообщенные с батареями обесшламливающих гидроциклонов, выходы песков которых через зумпфы и насосы с регулируемой производительностью сообщены с дополнительными напорными пятиструйными пульподелителями, и далее с центробежными сепараторами, выходы хвостов которых самотечным гидротранспортом

через соответствующие зумпф и насос с регулируемой производительностью, сообщены с механической камерной флотомашинной. Переливной карман зумпфа береговой насосной станции дополнительно сообщен посредством самотечного гидротранспорта с двумя или тремя точками рабочего борта карьера для возврата избыточного количества пульпы в майну, а также для ускорения оттайки и размыва хвостов.

Недостатком способа является высокая сложность аппаратурного оформления технологической линии для его осуществления. Так же недостатком является низкое извлечение никеля, меди и других ценных металлов.

Известен способ извлечения молибдена из техногенных минеральных образований (патент RU №2529142 опубл. 27.09.2014 г.), включающий дробление, измельчение и выщелачивание молибдена выщелачивающим раствором, полученным электрохимическим синтезом, содержащим окислители, отличающийся тем, что выщелачивание молибдена из минеральной массы производят в два этапа, при этом на первом этапе - полученным при электрохимическом синтезе из раствора соды в анодной камере электролизера анолитом, представляющим собой облученную УФ-светом водно-газовую суспензию, содержащую в жидкой фазе серную и угольную кислоты, пероксид водорода, гидроксил-радикал, а в газовой фазе - углекислый газ, атомарный и двухатомарный кислород, озон, димерные карбоксильные катионы ( $C^2O^{4+}$ ), а на втором этапе - католизом, представляющим собой полученный в катодной камере электролизера содово-щелочной раствор, содержащий карбонат, гидрокарбонат и гидроксид натрия. Перед выщелачиванием католизом его насыщают кислородом и подвергают УФ-облучению.

Недостатками данного способа неполное извлечение ценных компонентов, высокий расход реагентов и негативное экологическое воздействие в связи с использованием химических веществ в большом количестве.

Известен способ выщелачивания металлов из упорных углистых руд (варианты) (патент RU №2635582 опубл. 14.11.2017 г.), принятый за прототип, который включает формирование штабеля из упорной углистой руды и извлечение металлов путем подачи в штабель раствора выщелачивающего реагента, рециркуляцию рабочих растворов, сбор продуктивных растворов с последующим выделением из них металлов. Перед формированием штабеля упорную углистую руду разделяют на три порции и подвергают агломерации путем обработки каждой порции активным концентрированным раствором, причем первую - серноокислотно-озонидно-перекисным раствором, вторую - азотнокисло-перекисным раствором и третью - пероксидно-карбонатным раствором, причем упомянутые растворы готовят путем фотохимической и электрохимической обработки исходных водных растворов, соответственно, серноокислотно-перекисного, азотнокислого и исходного раствора карбоната или гидрокарбоната щелочных металлов, после агломерации все порции полученного материала смешивают, формируют штабель и выдерживают в течение 5 суток для осуществления процессов окисления в диффузионном режиме углистого вещества и сульфидных минералов и начального выщелачивания цветных металлов, затем орошают полученный материал сначала фотоэлектроактивированным пероксидно-карбонатным раствором с концентрацией 10 г/л, а затем фотоэлектроактивированным раствором, содержащим комплексобразователь для благородных металлов и вольфрама, подготовленным на основе активированной воды и/или обеззолоченного маточного раствора, прошедших электрохимическую и/или фотоэлектрохимическую обработку

Недостатками способа являются необходимость обработки материала концентрированными растворами реагентов при высоком расходе, которые готовятся

путем высоко энергозатратных фотохимической и электрохимической обработки исходных водных растворов.

Техническим результатом является повышение эффективности извлечения железа, меди, молибдена и ассоциированного с ним рения из техногенного полиметаллического сырья, сокращения потерь ценных компонентов, а также повышение экологической безопасности переработки техногенного сырья. Дополнительным результатом является снижение продолжительности извлечения ценных компонентов и упрощение технологии.

Технический результат достигается тем, исходный материал измельчают в мельнице, затем агломерируют с добавкой раствора пероксида водорода и формируют штабель с использованием закладок из сорбционно-активного адсорбента, в качестве адсорбента используют шунгит, вспученный с помощью СВЧ-обработки, штабель орошают раствором серной кислоты, далее на шунгите сорбируют железо, медь, молибден и ассоциированный с ним рений, сорбирование проводят в течении не менее 72 часов, после чего закладки достают, и обогащенный шунгит направляют сначала на доизмельчение, а затем на магнитную сепарацию, с получением железосодержащего концентрата, который отправляют на металлургический передел и немагнитной фракции, которую отправляют на флотацию с получением пенного продукта, содержащего медь, молибден и ассоциированный с ним рений, которые отправляют на металлургический передел и камерный продукт - хвосты, который отправляют в отвал.

Способ переработки техногенного полиметаллического сырья для извлечения стратегических металлов поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - технологическая схема способа;

фиг. 2 - схема формирования штабеля.

Реализация способа осуществляется следующим образом (фиг. 1). Исходное техногенное полиметаллическое сырье, дробленая руда или отходы поступает на измельчение. Измельченный продукт идет на агломерацию с добавкой раствора пероксида водорода, агломерированный продукт укладывают в штабель, при формировании штабеля (фиг. 2) вставляют закладки с сорбционно-активным адсорбентом. В качестве адсорбента применяется шунгит после предварительной активации. Активация осуществляется при помощи СВЧ обработки (табл. 1). В результате обработки увеличивается удельная поверхность внутренних и внешних пор углисто-го вещества, что позволяет его использовать в процессе выщелачивания. Закладки представляют собой сетки прямоугольного сечения из тефлона, которые заполняются шунгитом. Штабель выдерживают в течение не менее 5 суток для осуществления процессов окисления в диффузионном режиме сульфидных минералов и начального выщелачивания металлов. После этого штабель орошают раствором серной кислоты, в результате растворенное железо, медь, молибден и ассоциированный с ним рений сорбируются на активированном шунгите, образуя комплекс «металл-углерод». Выщелачивающий раствор просачивается через слой руды и собирается в сборнике раствора. Накопленный раствор доукрепляют и возвращают на выщелачивание. Сорбирование проводят в течении не менее 72 часов, затем закладки достают и полученный обогащенный шунгит отправляют на доизмельчение, а затем на магнитную сепарацию, где получают два продукта: магнитную фракцию, содержащую железо, и не магнитную фракцию, содержащую медь, молибден и ассоциированный с ним рений. Магнитную фракцию, железосодержащий концентрат, отправляют на металлургический передел, а немагнитную фракцию, содержащую медь, молибден и ассоциированный с ним рений, отправляют на флотацию для извлечения этих металлов. Флотацию ведут с добавкой щелочного вспенивателя и катионного собирателя. Пенный

продукт флотации, который содержит медь, молибден и ассоциированный с ним рений отправляют на металлургический передел и камерный продукт - хвосты которые отправляют в отвал.

**Таблица 1 – Значение удельной поверхности шунгита от условий активации**

№ п/п	Условия активации	Удельная поверхность, мм <sup>2</sup> /г
1	Исходный (необработанный шунгит)	0,917
2	Время обработки 2 мин., мощность – 120 Вт	1,08
3	Время обработки 4 мин., мощность – 120 Вт	1,12
4	Время обработки 2 мин., мощность – 231 Вт, температура - 400 °С	1,39
5	Время обработки 2 мин., мощность – 231 Вт, температура - 460 °С	1,12
6	Время обработки 2 мин., мощность – 231 Вт, температура - 1000 °С	0,941

Способ поясняется следующим примером. Исходное техногенного полиметаллическое сырье измельчают и агломерируют. На стадии агломерации для интенсификации процесса выщелачивания комплексных сульфидных продуктов в сернокислой среде применяют пероксид водорода. Агломерированный продукт укладывают в штабель, при формировании штабеля вставляют закладки с сорбционно-активным адсорбентом. В качестве адсорбента применяется шунгит после предварительной активации. Активация шунгита достигается СВЧ обработкой (мощность 231 Вт при температуре 400°С в течение 2, минут). Обработанный шунгит имеет развитую пористую структуру, состоящую из микро -, мезо - и макропор, а чем свидетельствует увеличенная (в 1,5 раза) удельная поверхность. Ряд активности металлов для сорбента (активированного шунгита): Fe(III)>Cu(II)>Fe(II)>Mo(VI). При формировании штабеля вставляют закладки с сорбционно-активным шунгитом. Закладки представляют собой сетки прямоугольного сечения из тефлона, которые заполняются шунгитом. Штабель выдерживают в течение не менее 5 суток для осуществления процессов окисления в диффузионном режиме сульфидных минералов и начального выщелачивания металлов. После этого штабель орошают раствором серной кислоты с концентрацией 20 г/л. Растворенные металлы (железо, медь, молибден и ассоциированный с ним рений) сорбируются на активированном шунгите. Выщелачивающий раствор просачивается через слой руды и собирается в сборнике продуктивного раствора, после чего он отправляется на регенерацию и возвращается в процесс. По истечении 72 часов закладки достают, и полученный обогащенный шунгит отправляют сначала на доизмельчение, а затем на высоко градиентную магнитную сепарацию. В результате разделения получают магнитный продукт, который содержит железо. Общая степень извлечения по железу составляет 98%. Железосодержащий концентрат отправляют на металлургический передел. Немагнитная фракция, содержащая медь, молибден и ассоциированный с ним рений направляется на флотацию, которую ведут с добавкой щелочного вспенивателя от 110 до 1130 г/т и катионного собирателя 100 г/т. Щелочной всениватель для активного углерода является и собирателем. Пенный продукт углеродистой флотации содержит шунгит с сорбированными металлами, который отправляют на дальнейшую металлургическую переработку, а камерный продукт является отвальным продуктом. Общая степень извлечения по молибдену равна 80%, а по меди - 95%. Отвальным

продуктом являются хвосты углеродной флотации. В таблицах 2 представлены результаты выщелачивания.

**Таблица 2 – Результаты опытов по кучному выщелачиванию при разном времени выщелачивания**

Время выщелачивания	Содержание, %			Извлечение, %		
	Cu	Mo	Fe	Cu	Mo	Fe
1 час	5,67	0,013	7,23	25	32,5	54
24 часа	9,76	0,019	14,83	50	43	69
<b>72 часа</b>	<b>15,29</b>	<b>0,488</b>	<b>39,75</b>	<b>95</b>	<b>85</b>	<b>98</b>
96 часов	14,24	0,400	37,89	81	72	81

Разработанный способ позволяет повысить комплексность техногенного сырья за счет извлечения металлов в концентрат при снижении расхода реагентов, является экологически безопасным и экономически выгодным.

(57) Формула изобретения

Способ переработки техногенного полиметаллического сырья для извлечения цветных металлов, включающий формирование штабеля из руды и извлечение металлов путем подачи в штабель раствора выщелачивающего реагента, рециркуляцию рабочих растворов, при этом после обработки штабель выдерживают в течение 5 суток для осуществления процессов окисления в диффузионном режиме сульфидных минералов и начального выщелачивания цветных металлов, отличающийся тем, что исходное сырье измельчают в мельнице, затем агломерируют с добавкой раствора пероксида водорода и формируют штабель с использованием закладок из сорбционно-активного адсорбента, в качестве которого используют шунгит, вспученный с помощью СВЧ-обработки, при этом штабель орошают раствором серной кислоты, после чего на шунгите сорбируют железо, медь, молибден и ассоциированный с ним рений, сорбирование проводят в течение не менее 72 часов, после чего закладки достают и обогащенный шунгит направляют сначала на доизмельчение, а затем на магнитную сепарацию с получением железосодержащего концентрата, который отправляют на металлургический передел, и немагнитной фракции, которую отправляют на флотацию с получением пенного продукта, содержащего медь, молибден и ассоциированный с ним рений, которые отправляют на металлургический передел, и хвосты, которые отправляют в отвал.