



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК  
*B03B 1/00* (2006.01)  
*B03D 1/00* (2006.01)

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: 2009100583/03, 11.01.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.01.2009

(45) Опубликовано: 20.05.2010 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2254170 C2, 20.06.2005. SU 269859 A, 08.05.1970. SU 1159637 A, 07.06.1985. SU 1414880 A1, 07.08.1988. RU 2038863 C1, 09.07.1999. RU 2349389 C1, 20.03.2009. RU 2158713 C1, 10.11.2000. US 4904358 A, 27.02.1990.

Адрес для переписки:  
630091, г.Новосибирск-91, Красный пр-кт, 54,  
ИГД СО РАН

(72) Автор(ы):

**Секисов Артур Геннадиевич (RU),  
Тапсиев Александр Петрович (RU),  
Кондратьев Сергей Александрович (RU),  
Лавров Александр Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Учреждение Российской академии наук  
Институт горного дела Сибирского  
отделения Российской академии наук (RU)**

**(54) СПОСОБ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ РУД, СОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДНЫЕ МИНЕРАЛЫ И ЗОЛОТО**

(57) Реферат:

Изобретение относится к горнорудной промышленности, а именно к обогащению полезных ископаемых методом флотации, и может быть использовано при глубокой переработке рудного и нерудного минерального сырья. Способ флотационного обогащения руд, содержащих сульфидные минералы и золото, включает приготовление газовой эмульсии, насыщение минеральной суспензии пузырьками газа путем смешивания с приготовленной газовой эмульсией, минерализацию пузырьков газа и отделение минерализованных пузырьков в виде флотоконцентрата. Газовую эмульсию «кислород-вода» готовят электрохимическим методом, пропуская воду через анодную камеру проточного мембранного

электролизера. При этом одновременно минеральную суспензию насыщают пузырьками водорода, преимущественно размером 50 мкм и менее, пропуская ее через катодную камеру проточного мембранного электролизера. После смешивания минеральной суспензии с газовой эмульсией «кислород-вода» образовавшуюся смесь направляют в камеру флотационной машины, где ее перемешивают и насыщают пузырьками воздуха обычной флотационной крупности. Технический результат - повышение эффективности флотационного обогащения указанных руд за счет снижения потерь ценных минералов, а также повышение удельной производительности флотационной машины за счет увеличения скорости транспортировки минеральной нагрузки.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**B03B 1/00** (2006.01)  
**B03D 1/00** (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2009100583/03, 11.01.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**11.01.2009**

(45) Date of publication: **20.05.2010 Bull. 14**

Mail address:  
**630091, g.Novosibirsk-91, Krasnyj pr-kt, 54, IGD  
SO RAN**

(72) Inventor(s):  
**Sekisov Artur Gennadievich (RU),  
Tapsiev Aleksandr Petrovich (RU),  
Kondrat'ev Sergej Aleksandrovich (RU),  
Lavrov Aleksandr Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**Uchrezhdenie Rossijskoj akademii nauk Institut  
gornogo dela Sibirskogo otdelenija Rossijskoj  
akademii nauk (RU)**

**(54) METHOD OF FLOTATION CONCENTRATION OF ORE CONTAINING SULPHIDE MINERALS AND GOLD**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to mining, namely to ore concentration by flotation and can be used to deep flotation of ore and non-ore mineral stock. Method of flotation concentration of ore containing sulphide minerals and gold comprises preparing gas-water suspension, saturating mineral suspension with gas bubbles via mixing with prepared gas-water emulsion, mineralising gas bubbles and separating mineralised bubbles in the form of flotation-concentrate. Gas-water emulsion, "oxygen-water", is prepared electrochemically by forcing

water through anode chamber of membrane-type flow electrolyser. Note that said mineral suspension is simultaneously saturated by hydrogen bubbles, their diametre making, preferably, 50 mcm and less, forcing it through anode chamber of membrane-type flow electrolyser. After mixing mineral suspension with "oxygen-water" emulsion, formed mix is directed into flotation machine chamber to get mixed and saturated by air bubbles of common flotation sizes.

EFFECT: higher flotation efficiency and specific efficiency.

RU 2 389 557 C1

RU 2 389 557 C1

Техническое решение относится к горнорудной промышленности, а именно к обогащению полезных ископаемых методом флотации, и может быть использовано при глубокой переработке рудного и нерудного минерального сырья.

Известен способ флотационного извлечения из воды тонкодисперсных примесей методом электрофлотации (Яковлев С.В., Краснобородько И.Г., Рогов В.М. Технология электрохимической очистки воды. Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1987, С.165-175, 261-264). Электрофлотацию осуществляют путем пропускания мелких пузырьков газа сквозь обрабатываемый объем суспензии в случае флотации твердых включений или эмульсии в случае извлечения капель масла. Мелкие пузырьки газа, в основном водорода и кислорода, получают электролитическим разложением воды. Определяющую роль в процессе электрофлотации выполняют пузырьки водорода, выделяющиеся на катоде. Их размер и интенсивность образования зависят в основном от состава электролита, поверхностного натяжения на границе раздела «электрод-раствор», материала и формы электродов, плотности тока.

Электрофлотационный метод извлечения минеральных частиц имеет ряд недостатков, связанных с малой подъемной силой тонких пузырьков и малой скоростью всплытия минерализованных пузырьков, снижающих удельную производительность электрофлотационного аппарата. Повышение производительности электрофлотационного аппарата особенно важно при флотационном выделении минералов, содержащих цветные и благородные металлы. Указанные минералы, обладающие высокой плотностью, в большей мере уменьшают скорость подъема флотационных комплексов «пузырек-минеральные частицы» во флотоконцентрат.

Наиболее близким по технической сущности и совокупности существенных признаков является способ флотационной сепарации тонкодисперсных минералов по патенту РФ №2254170, В03D 1/02, 1/24, опубл. в БИПМ №17, 2005 г., включающий насыщение минеральной суспензии пузырьками газа путем смешивания ее с предварительно приготовленной механическим диспергированием газовой эмульсией, минерализацию пузырьков газа и отделение минерализованных пузырьков в виде флотоконцентрата. Минеральную суспензию смешивают с газо-водяной эмульсией, содержащей от 66 до 70% газа в виде пузырьков с размерами менее 50 мкм. Процесс минерализации пузырьков газа производят при одновременном перемешивании и движении суспензии в восходящих и нисходящих потоках.

К недостаткам указанного способа следует отнести невысокое извлечение полезного компонента в пенный продукт, обусловленное малой вероятностью закрепления извлекаемых тонких частиц полезного компонента на поверхности пузырька. Малая вероятность закрепления связана со значительным понижением поверхностного натяжения на границе «газ-вода». Механическое диспергирование газовой фазы связано с обратным процессом - коалесценцией, то есть слиянием мелких пузырьков и образованием крупных. Для смещения равновесия в сторону мелких пузырьков и фиксации их размера в диапазоне преимущественно меньше 50 мкм необходима подача в диспергируемый объем поверхностно-активных веществ (ПАВ). Без внесения ПАВ происходит коалесценция мелких пузырьков, и получить тонкую газо-водяную эмульсию не представляется возможным. Применение ПАВ при высокой их концентрации позволяет достигнуть указанной цели и повысить вероятность встречи пузырьков и тонких частиц полезного компонента, получаемых при глубокой переработке руд. Но высокая концентрация ПАВ приводит к снижению

поверхностного натяжения суспензии, что препятствует положительному эффекту от применения реагентов-собирателей и образованию флотационных комплексов «частица-пузырек». В результате положительный эффект от применения мелких пузырьков, полученных при механическом дроблении газовой фазы, пропадает, извлечение ценных минералов во флотоконцентрат практически не возрастает.

Технической задачей предлагаемого способа является повышение эффективности флотационного обогащения руд, содержащих сульфидные минералы и золото, за счет снижения потерь ценных минералов в виде тонких частиц полезного компонента и повышение удельной производительности флотационной машины за счет увеличения скорости транспортировки минеральной нагрузки.

Поставленная задача достигается тем, что в способе флотационного обогащения руд, содержащих сульфидные минералы и золото, включающем приготовление газовой эмульсии, насыщение минеральной суспензии пузырьками газа путем смешивания ее с приготовленной газовой эмульсией, минерализацию пузырьков газа и отделение минерализованных пузырьков в виде флотоконцентрата, согласно техническому решению газовой эмульсию «кислород-вода» готовят электрохимическим методом, пропуская воду через анодную камеру проточного мембранного электролизера. Одновременно минеральную суспензию насыщают пузырьками водорода, преимущественно размером 50 мкм и менее, пропуская ее через катодную камеру проточного мембранного электролизера. После смешивания минеральной суспензии с газовой эмульсией «кислород-вода» образовавшуюся смесь направляют в камеру флотационной машины, где ее перемешивают и насыщают пузырьками воздуха обычной флотационной крупности.

Электрохимический метод позволяет получить мелкие пузырьки кислорода без использования ПАВ, то есть сохранив высокое поверхностное натяжение воды. Высокое поверхностное натяжение воды является одним из необходимых условий формирования флотационных комплексов «частица-пузырек».

Смешивание минеральной суспензии с предварительно приготовленной электрохимическим методом газовой эмульсией «кислород-вода», которую получают, пропуская воду через анодную камеру проточного мембранного электролизера, позволяет насытить минеральную суспензию мелкими пузырьками кислорода. Растворение кислорода в воде повысит окислительно-восстановительный потенциал минеральной суспензии. Кислород в начальный период воздействия способствует сорбции на частицах сульфидов минеральной суспензии анионов и молекул флотационного реагента-собирателя и дегидратации их поверхности. Селективное закрепление реагента-собирателя гидрофобизирует поверхность извлекаемых минералов, увеличивает потенциальную способность их к образованию флотационных комплексов.

Пропускание минеральной суспензии через катодную камеру проточного мембранного электролизера позволяет насытить ее мелкими пузырьками водорода, преимущественно размером менее 50 мкм. Мелкие пузырьки водорода образуются в результате электрохимических реакций без использования ПАВ. При таком способе генерации пузырьков водорода сохраняется высокое поверхностное натяжение воды в суспензии. Использование мелких пузырьков водорода указанного размера повышает вероятность встречи объектов - пузырьков и тонких частиц полезного компонента. Отсутствие ПАВ, требуемых для получения мелких пузырьков при механическом дроблении газовой фазы, и высокое поверхностное натяжение минеральной суспензии способствуют закреплению тонких частиц сульфидов и золота на пузырьках и

образованию флотационных комплексов. Таким образом, возрастает вероятность встречи и закрепления тонких частиц полезного компонента на мелких пузырьках газа, полученных электрохимическим методом, повышается вероятность выноса тонких частиц полезного компонента во флотоконцентрат.

5 Пропускание минеральной суспензии через катодную камеру проточного мембранного электролизера одновременно с образованием газовой эмульсии «кислород-вода» в анодной его камере позволяет вести процесс непрерывно. Одновременность подачи обеспечивает частичное окисление поверхности сульфидов  
10 после смешивания минеральной суспензии с газовой эмульсией «кислород-вода». Поверхность в частично окисленном состоянии является наиболее сорбционно активной по отношению к флотационным реагентам и, следовательно, подготовленной для образования флотационных комплексов. Селективное закрепление реагента-собирателя способствует повышению термодинамической  
15 вероятности образования флотационных комплексов с частицами сульфидов и золота. Высокая вероятность встречи тонких частиц с мелкими пузырьками и высокая подготовленность поверхности сульфидов, гидрофобизированной селективно закрепившимся флотационным реагентом, позволяют сформировать флотационные  
20 комплексы с тонкими частицами сульфидов и золота.

Подача воздуха в виде пузырьков флотационной крупности в насыщенную мелкими пузырьками водорода и кислорода минеральную суспензию позволяет сформировать при объединении мелких минерализованных и флотационной  
25 крупности пузырьков флотационные комплексы, обладающие достаточной подъемной силой и способные быстро вынести минеральную нагрузку полезного компонента на поверхность. В результате увеличивается скорость транспортировки минеральной нагрузки во флотоконцентрат, возрастает удельная производительность флотационной машины. В целом возрастает извлечение тонких частиц сульфидов и  
30 золота, соответственно снижаются потери ценных компонентов, повышается эффективность флотационного обогащения руд.

Способ реализуют следующим образом. Предварительно готовят газо-водную эмульсию «кислород-вода» путем пропускания воды через анодную камеру проточного мембранного электролизера. Пузырьки кислорода образуются на анодах  
35 в результате электролитического разложения воды.

Одновременно насыщают минеральную суспензию, содержащую измельченную руду, в том числе сульфидные минералы и золото, пузырьками водорода, преимущественно размером 50 мкм и менее. Насыщение осуществляют, пропуская  
40 минеральную суспензию через катодную камеру проточного мембранного электролизера. Указанного размера пузырьки водорода достигают изменением скорости пропускания минеральной суспензии через катодную камеру проточного мембранного электролизера путем гидроабразивного их срыва с поверхности электродов. В катодной камере проточного мембранного электролизера за счет  
45 высокой вероятности встречи мелких пузырьков водорода и наиболее тонких и гидрофобных частиц сульфидов и золота формируют флотационные комплексы. Затем смешивают газодную эмульсию «кислород-вода» с минеральной суспензией, насыщенной пузырьками водорода, и полученную смесь направляют в камеру  
50 флотационной машины, где ее перемешивают для предотвращения оседания минеральных частиц. При перемешивании смеси происходит процесс частичного окисления и селективной сорбции реагентов на менее гидрофобной поверхности сульфидов, минерализация пузырьков водорода и кислорода более крупными

частицами полезного компонента. Флотацию осуществляют пропусканием через нее пузырьков воздуха обычной флотационной крупности 0,6÷1,2 мм. Пузырьки воздуха обычной флотационной крупности получают известными методами: пропусканием через перфорированные устройства или дроблением воздуха механическими устройствами. В результате коалесценции мелких минерализованных пузырьков кислорода и водорода и пузырьков обычной флотационной крупности получают флотационные комплексы, обладающие высокой скоростью всплытия, что повышает удельную производительность флотационной машины. Высокая вероятность образования флотационных комплексов из тонких гидрофобизированных частиц сульфидов и золота, высокая скорость их транспортировки во флотационный концентрат повышают эффективность обогащения полезного компонента. Отделение минерализованных полезным компонентом пузырьков осуществляют путем их всплытия на поверхность. Образовавшаяся на поверхности пена является флотоконцентратом. Оставшуюся в объеме измельченную руду отводят на дополнительную переработку или в хвостохранилище.

#### Формула изобретения

Способ флотационного обогащения руд, содержащих сульфидные минералы и золото, включающий приготовление газовой эмульсии, насыщение минеральной суспензии пузырьками газа путем смешивания ее с приготовленной газовой эмульсией, минерализацию пузырьков газа и отделение минерализованных пузырьков в виде флотоконцентрата, отличающийся тем, что газовую эмульсию «кислород-вода» готовят электрохимическим методом, пропуская воду через анодную камеру проточного мембранного электролизера, при этом одновременно минеральную суспензию насыщают пузырьками водорода, преимущественно размером 50 мкм и менее, пропуская ее через катодную камеру проточного мембранного электролизера, а после смешивания минеральной суспензии с газовой эмульсией «кислород-вода» образовавшуюся смесь направляют в камеру флотационной машины, где ее перемешивают и насыщают пузырьками воздуха обычной флотационной крупности.