



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*B02C 23/06 (2020.02)*

(21)(22) Заявка: 2019112643, 25.04.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.04.2019

Дата регистрации:  
09.09.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.04.2019

(45) Опубликовано: 09.09.2020 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

620002, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул.  
Мира, 19, Центр интеллектуальной  
собственности, Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Колмачихина Эльвира Барыевна (RU),  
Свиридов Владислав Владимирович (RU),  
Лобанов Владимир Геннадьевич (RU),  
Набойченко Станислав Степанович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2347620 C1, 27.02.2009. RU  
2009145945 A, 20.06.2011. SU 1618445 A1,  
07.01.1991. RU 2641527 C1, 18.01.2018. CN  
101304810 A, 12.11.2008. GB 1413395 A,  
12.11.1975.

## (54) СПОСОБ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЦИНКСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горнорудной промышленности, в частности к гидрометаллургии цветных металлов, и может быть использовано при измельчении минерального сырья перед обогащением и гидрометаллургическими процессами, например при измельчении сульфидной цинковой руды. Способ заключается в измельчении исходного сырья в мельнице с подачей в нее поверхностно-активных веществ. В качестве поверхностно-

активных веществ используют реагенты с гидрофильно-олеофильным соотношением выше 1. При этом содержание поверхностно-активного вещества в растворе 0,1-0,3%. Способ обеспечивает повышение эффективности измельчения, а также последующих процессов обогащения и гидрометаллургической обработки за счет увеличения удельной поверхности минерального сырья, вскрытия зерен минералов. 1 ил.

RU 2 731 977 C1

RU 2 731 977 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*B02C 23/06 (2020.02)*

(21)(22) Application: **2019112643, 25.04.2019**

(24) Effective date for property rights:  
**25.04.2019**

Registration date:  
**09.09.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **25.04.2019**

(45) Date of publication: **09.09.2020 Bull. № 25**

Mail address:

**620002, Sverdlovskaya obl., g. Ekaterinburg, ul.  
Mira, 19, Tsentr intellektualnoj sobstvennosti,  
Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Kolmachikhina Elvira Baryevna (RU),  
Sviridov Vladislav Vladimirovich (RU),  
Lobanov Vladimir Gennadevich (RU),  
Nabojchenko Stanislav Stepanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal State Autonomous Educational  
Institution of Higher Education Ural Federal  
University named after the first President of  
Russia B.N.Yeltsin (RU)**

(54) **METHOD OF ZINC-CONTAINING ORE MINCING**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to mining industry, in particular, to non-ferrous metals hydrometallurgy, and can be used at grinding of mineral raw material before enrichment and hydrometallurgical processes, for example, at grinding of sulphide zinc ore. Method consists in grinding the initial raw material in a mill with supply of surfactants into it. Surfactants used are

hydrophilic-oleophilic ratio higher than 1. Content of the surfactant in solution is 0.1–0.3 %.

EFFECT: method provides higher efficiency of grinding, as well as subsequent processes of dressing and hydrometallurgical treatment due to increasing specific surface area of mineral raw material, opening of grains of minerals.

1 cl, 1 dwg

RU 2 731 977 C1

RU 2 731 977 C1

Изобретение относится к гидрометаллургии цветных металлов и горнорудной промышленности, может быть использовано при измельчении минерального сырья перед обогащением и гидрометаллургическими процессами, в частности при измельчении сульфидной цинковой руды. Способ заключается в измельчении исходного сырья в мельнице с подачей в нее поверхностно-активных веществ. В качестве поверхностно-активных веществ используют реагенты с гидрофильно-олеофильным соотношением (ГОС) выше 1. Технический результат заключается в повышении эффективности измельчения, а также последующих процессов обогащения и гидрометаллургической обработки, достигаемое за счет увеличения удельной поверхности минерального сырья, вскрытия зерен минералов.

Изобретение относится к горнорудной промышленности, а именно к измельчению минерального и техногенного сульфидного сырья, и может быть использовано при подготовке полезных ископаемых для обогащения или гидрометаллургической переработки, в частности, при подготовке руды, концентрата или другого сырья для выщелачивания цветных металлов.

Широкое применение сверхтонкого измельчения (до крупности -20 мкм и менее) перед обогатительными и гидрометаллургическими процессами обусловлено необходимостью вскрытия ценных минералов из руд, характеризующихся тесной ассоциацией тонкодисперсных ценных минералов с плотной вмещающей породой. С целью повышения эффективности процессов дезинтеграции используют многостадийные схемы измельчения в шаровых мельницах, применяют также планетарные, струйные, бисерные мельницы. Однако мельницы сверхтонкого измельчения малопроизводительны и их работа характеризуется высокими энергозатратами [Гидрометаллургия. Ч. I. Рудоподготовка и выщелачивание / С.Б. Леонов, Г.Г. Минеев, И.А. Жучков. Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 1998.].

Одним из перспективных направлений совершенствования процессов диспергирования является измельчение в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ). Введение ПАВ в измельчающую среду способствуют снижению прочности твердых тел, за счет чего интенсифицируется дезинтеграция, снижаются удельные затраты энергии и увеличивается производительность мельниц. Механизм явления адсорбционного понижения прочности (эффект Ребиндера) заключается в снижении поверхностной энергии и энергии образования микротрещин, из которых развиваются трещины разрушения. ПАВ препятствуют слипанию трещин, распределяясь по их поверхности [Юсупов Т.С., Кириллова Е.А. О технологических возможностях поверхностно-активных веществ при тонком измельчении руд // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. № 5. 2010.].

Известны способы измельчения минерального сырья, заключающиеся в предварительной обработке руды в водном растворе ПАВ с дополнительным воздействием на нее импульсными электрическими разрядами [Авторское свидетельство SU 1618445, приор. 27.01.1989, опубл. 07.01.1991, МПК<sup>5</sup> B02C 19/18, B02C 23/06] и ультразвуком [Патент RU 2641527 на изобретение; приор. 20.03.2017; опубл. 18.01.2018. МПК B02C 19/18 (2006.01)]. Существенным недостатком способа [Авторское свидетельство SU 1618445, приор. 27.01.1989, опубл. 07.01.1991, МПК<sup>5</sup> B02C 19/18, B02C 23/06] является применение неионогенного ПАВ ОП-10, который не в полной мере реализует эффект Ребиндера. Кроме того, высоковольтные импульсы негативно воздействуют на ПАВ, приводят к его окислению и перерасходу. Использование ультразвуковых источников требует ограничения неблагоприятного влияния ультразвука на персонал.

Наиболее близким к предлагаемому является способ измельчения минерального сырья в водных растворах, содержащих ПАВ, отличающийся тем, что в качестве ПАВ используют фторированные одноатомные спирты предельного ряда с общей формулой  $H-(CF_2CF_2)_n-CH_2-OH$ , где  $n=1-5$  [Патент RU 2347620 на изобретение, приор. 29.10.2007; опубл. 27.02.2009. МПК В02С 23/06 (2006.01)]. ПАВ подобного типа характеризуются химической устойчивостью, селективностью, молекулы фторированных спиртов имеют меньшие размеры, что позволяет им легко проникать в поры и трещины. Однако наличие фторсодержащих ПАВ недопустимо во многих гидрометаллургических процессах, в частности введение фтора на стадии рудоподготовки цинкового сырья крайне негативно влияет на последующие технологические операции. При электроэкстракции цинка из технологических растворов малейшие содержания фтора резко осложняют сдирку катодного осадка. Фторсодержащие ПАВ являются токсичными реагентами. Кроме того, стоимость фторсодержащих ПАВ в несколько раз выше стоимости углеродных ПАВ.

Технической проблемой, на решение которой направлен предлагаемый способ, является низкая эффективность измельчения, в частности, высокий удельный расход энергии на измельчение, негативное влияние ПАВ на последующие операции переработки сырья. Технический результат заключается в снижении удельного расхода энергии при измельчении, повышении эффективности раскрытия минералов и снижении негативного влияния ПАВ на последующие стадии технологии за счет использования оригинального ПАВ и оптимизации его расхода.

Технический результат достигается в способе измельчения минерального сырья в присутствии ПАВ. В отличие от прототипа измельчение минерального сырья проводят с добавлением в измельчающую среду водного раствора дезинтегратора с гидрофильно-олеофильным соотношением (ГОС) выше 1, при этом концентрация ПАВ в водном растворе составляет 0,1-0,3%.

В соответствии с теорией физической и коллоидной химии, гидрофильно-олеофильное соотношение определяется, как отношение энергий мицеллообразования в углеводородной и водной фазах и представляет собой баланс сольвофильных и сольвофобных взаимодействий ПАВ с резко различающимися друг от друга по полярности и сольватирующей способности растворителями [Физико-химические основы процессов микрофлотации / В.В. Свиридов, А.В. Свиридов, А.Ф. Никифоров. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006.]. Таким образом, с помощью величины ГОС можно оценить гидрофильные и гидрофобные свойства поверхностно-активных веществ. Значение  $ГОС > 1$  свидетельствует о преобладании гидрофильных групп в составе реагента, что приводит к повышению смачиваемости минералов водными растворами, усилению эффекта диффузии жидкой фазы в микродефекты кристаллической структуры минеральных зерен и, в итоге, понижения прочности частиц (эффект Ребиндера).

Способность ПАВ увеличивать смачиваемость твердой поверхности водными растворами может свидетельствовать об их высокой эффективности при дезинтеграции минерального сырья. Исследованиями показателей смачиваемости установлено, что наиболее эффективное снижение краевых углов смачивания поверхности образцов сульфида цинка достигается при использовании водных растворов додецилбензолсульфоната натрия (ДДБСН). Важнейшими отличиями данного реагента от рекомендованного в прототипе является отсутствие в его составе фтора и показатель гидрофильно-олеофильного соотношения. В способе прототипа ГОС рекомендуемого ПАВ меньше 1. Рекомендуемый в настоящем способе ПАВ характеризуется

гидрофильно-олеофильным соотношением больше 1. Опытами показано, что оптимальное значение концентрации рекомендованного ПАВ в жидкой фазе соответствует 0,1-0,3%. При меньших концентрациях эффективность ПАВ резко снижается, а концентрация больше 0,3% положительного эффекта не оказывает. Более того, при очевидном избытке ПАВ измельчение протекает хуже.

Наиболее корректным методом оценки эффективности использования ПАВ при измельчении является выход тонких классов в получаемом продукте при идентичности прочих равных параметров процесса: плотность пульпы Ж: Т, продолжительность, температура и пр.

Примером реализации предлагаемого способа служат результаты следующих опытов.

Навески цинковой сульфидной руды массой 200 г исходной крупностью – 15 мм измельчали в одной и той же лабораторной мельнице в присутствии воды при Ж:Т=1:1, комнатной температуре, в течение 30 минут. По окончании опыта пульпу фильтровали, руду сушили и рассевом определяли выход класса - 0,1 мм. В качестве ПАВ использовали два дезинтегрирующего реагента: 1% раствор додецилбензолсульфоната натрия с гидрофильно-олеофильным соотношением равным 1,3 и дидецилдиметиламмоний хлорид (ДДАХ) ГОС которого равняется 1,0. В опытах варьировали концентрацией ПАВ в жидкой фазе. Для сравнения приведен результат опыта, проведенного по способу прототипа. В этом случае использовали фторированный спирт  $\text{H}-(\text{CF}_2\text{CF}_2)_n-\text{CH}_2-\text{OH}$  с  $n=2$ .

Результаты (см. фигуру) показывают, что при использовании ПАВ, характеризующихся значением ГОС>1 с рекомендованными концентрациями, в воде выход тонкого класса в измельченной при одинаковых условиях руде для предлагаемого способа в 1,5-2 раза выше, чем достигается при использовании прототипа.

Сопоставительный анализ известных технических решений, в т.ч. способа, выбранного в качестве прототипа, и предлагаемого изобретения позволяет сделать вывод, что именно совокупность заявленных признаков обеспечивает достижение усматриваемого технического результата. Реализация предложенного технического решения дает возможность при измельчении минерального сырья повысить эффективность измельчения в 1,5-2 раза.

#### (57) Формула изобретения

Способ измельчения минерального сырья, включающий подачу в мельницу измельчаемого материала по меньшей мере одного поверхностно-активного вещества и мокрое измельчение, отличающийся тем, что измельчение ведут в растворе поверхностно-активного вещества с гидрофильно-олеофильным соотношением выше 1, причем содержание поверхностно-активного вещества в растворе 0,1-0,3%.

№ опыта	ПАВ	Концентрация ПАВ, %	Выход класса -0,1 мм, %
1	ДДБСН	Без ПАВ	27
2	ГОС =1,3	0,05	36
3		0,1	58
4		0,2	62
5		0,3	64
6		0,5	62
7		ДДАХ	0,05
8	ГОС=1,0	0,1	52
9		0,2	55
10		0,3	56
11		0,5	48
12		Способ прототипа (фторированный спирт), ГОС =0,7	0,2