

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2669272

### СПОСОБ СГУЩЕНИЯ САПОНИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

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

Авторы: *Алексеев Алексей Иванович (RU), Конончук Ольга Олеговна (RU), Зубкова Ольга Сергеевна (RU), Бричкин Вячеслав Николаевич (RU)*

Заявка № 2018101348

Приоритет изобретения 15 января 2018 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 09 октября 2018 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 15 января 2038 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев







(51) МПК  
*C02F 9/04* (2006.01)  
*C02F 1/52* (2006.01)  
*B01D 21/01* (2006.01)  
*C02F 101/10* (2006.01)  
*C02F 103/10* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*C02F 9/00* (2006.01); *C02F 1/5245* (2006.01); *B01D 21/01* (2006.01); *C02F 2101/10* (2006.01); *C02F 2103/10* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018101348, 15.01.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.01.2018

Дата регистрации:  
09.10.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.01.2018

(45) Опубликовано: 09.10.2018 Бюл. № 28

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):

Алексеев Алексей Иванович (RU),  
 Конончук Ольга Олеговна (RU),  
 Зубкова Ольга Сергеевна (RU),  
 Бричкин Вячеслав Николаевич (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 2448052 C1, 20.04.2012. RU  
 2535048 C2, 10.12.2014. RU 2618007 C1,  
 02.05.2017. SU 1301785 A1, 07.04.1987. WO  
 0009453 A1, 24.02.2000. US 6120690 A,  
 19.09.2000.

(54) СПОСОБ СГУЩЕНИЯ САПОНИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в области горнорудной промышленности при процессах обогащения алмазоносных кимберлитовых пород для получения оборотной воды, свободной от суспензии глинистых материалов. Способ сгущения сапонитовой суспензии включает осаждение частиц для последующего отделения образующегося осадка и обработку коагулянтom. Слив классификатора разбавляют водой в реакторе до плотности от 1250 до 1350 кг/м<sup>3</sup>, затем суспензию подают в сгуститель, снабженный мешалкой, и обрабатывают коагулянтom. В качестве коагулянта используют оксихлорид алюминия с

15% концентрацией рабочего коагулянта по Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Проводят перемешивание со скоростью от 80 до 110 об/мин и разделяют твердую и жидкую фазы. Жидкую фазу подают обратно в цикл, а сгущенную твердую фазу - в хвостохранилище. Способ обеспечивает получение очищенной воды с использованием всех технологических вод после процесса обогащения, что позволяет организовать систему оборотного водоснабжения, сократить расход свежей воды и исключить сброс производственных стоков. Кроме того, полученный осадок сгущенной твердой фазы пригоден для конусного складирования. 3 ил., 3 пр.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C02F 9/04* (2006.01)  
*C02F 1/52* (2006.01)  
*B01D 21/01* (2006.01)  
*C02F 101/10* (2006.01)  
*C02F 103/10* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C02F 9/00* (2006.01); *C02F 1/5245* (2006.01); *B01D 21/01* (2006.01); *C02F 2101/10* (2006.01); *C02F 2103/10* (2006.01)

(21)(22) Application: **2018101348, 15.01.2018**(24) Effective date for property rights:  
**15.01.2018**Registration date:  
**09.10.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **15.01.2018**(45) Date of publication: **09.10.2018** Bull. № 28

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Alekseev Aleksej Ivanovich (RU),  
Kononchuk Olga Olegovna (RU),  
Zubkova Olga Sergeevna (RU),  
Brichkin Vyacheslav Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD FOR THICKENING SAPONITE SUSPENSION**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention can be used in the field of the mining industry in the processes of enrichment of diamondiferous kimberlite rocks to obtain recycled water free from a suspension of clay materials. Method for thickening the saponite suspension involves precipitating the particles for subsequent separation of the precipitate formed and treatment with a coagulant. Classifier overflow is diluted with water in the reaction cell to a density of 1,250 to 1,350 kg/m<sup>3</sup>, then the suspension is fed to a thickener equipped with a stirrer and treated with a coagulant. As the coagulant, aluminum oxychloride is used with a 15 %

concentration of the working coagulant in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Mixing is carried out at a speed of 80 to 110 rpm and the solid and liquid phases are separated. Liquid phase is fed back into the cycle, and the condensed solid phase into the tailing pond.

EFFECT: method ensures the production of purified water using all process water after the enrichment process, which allows to organize water recycling system, reduce the consumption of fresh water and eliminate the discharge of industrial waste water; in addition, the resulting thickened solids precipitate is suitable for conical storage.

1 cl, 3 dwg, 3 ex

Изобретение относится к способам, используемым в области горнорудной промышленности при процессах обогащения алмазоносных кимберлитовых пород для получения оборотной воды, свободной от суспензии глинистых материалов, преимущественно сапонита, путем сгущения суспензии.

5 Известен способ сгущения сапонитовой суспензии путем ее замораживания и последующего оттаивания, приводящего к разрушению диффузного слоя минеральных частиц, их агрегации и возникновению ближних коагуляционных связей с образованием осадка и с его последующей дегидратацией и консолидацией (Автореферат диссертации на соискание уч. ст. канд. геолого-минерал. наук "Условия накопления  
10 сапонитосодержащих осадков и технология их сгущения в хвостохранилище месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова" Карпенко Ф.С., Учреждение РАН Ин-т геоэкологии им. Б.М. Сергеева РАН, М., 2009 г.).

Основным недостатком способа является обратимость процесса, необходим значительный землеотвод и большие материальные затраты на обустройство и  
15 организацию работ.

Известен способ сгущения суспензии методом отстаивания, при котором происходит отделение частиц водной суспензии под действием силы тяжести. (Большая советская энциклопедия, 2-е изд., т. 31, с. 438). Скорость оседания частиц зависит от их размера, плотности и от вязкости среды.

20 Основным недостатком известного способа является длительность процесса отстаивания суспензий таких мелких частиц, как частицы сапонита, что может привести к отрицательным последствиям при разработке алмазоносных месторождений.

Известен способ коагуляции, применяемый для очистки жидкости представляющей водную дисперсную систему (Запольский А.К., Коган А.А. Коагулянты и флокулянты  
25 в процессах очистки воды: свойства. Получение. Применение. - Л. Химия. 1987. - 208 с). Процесс коагуляции, осуществляют путем введения в пульпу раствора сульфата алюминия, который имеет своей целью дестабилизировать дисперсную систему. В результате гидролиза сульфата алюминия образуется труднорастворимая гидроокись  $Al_2(OH)_3$ , которая адсорбирует частицы примесей из воды с образованием крупных  
30 агломератов, удаляемых отстаиванием или фильтрацией. Поскольку  $Al_2(OH)_3$  - амфотерная гидроокись, получить стабильный осадок, исходя из константы гидролиза, удастся при  $pH=6,5-7,5$ . С целью получения наиболее устойчивого осадка применяют подщелачивание содой или известью.

Недостатками способа являются, нестабильность процесса коагуляции, в том числе  
35 при низких температурах воды; необходимость подщелачивать сгущаемую пульпу с целью уменьшения концентрации  $H^+$ ; содержание остаточного алюминия более 0,2 мг/л; высокая коррозионная химическая активности сульфата алюминия при гидролизе по отношению к технологической аппаратуре, используемой для осадительных  
40 процессов сгущения сапонитовой пульпы.

Известен способ складирования хвостов обогащения. (Авторское свидетельство SU №1314059, опубл. 30.05.1987), где уменьшение объема хвостохранилища осуществляется за счет концентрации твердой фазы хвостовой пульпы. Реализацию способа осуществляют при положительных температурах воздуха путем замораживания пульпы  
45 на криогенных установках. Для этого хвостовую пульпу разливают в разъемные ковши, которые передвигают по замкнутой траектории. Попадая в зону холода, пульпа замораживается и через определенный промежуток времени освобождается из ковшей в виде брикетов, которые затем транспортируют к месту хранения (хвостохранилище) и оттаивают при положительных температурах. В процессе оттаивания пульпа

разделяется на жидкую и твердую фазы. Жидкая фаза удаляется самотеком. Сгущенная твердая фаза (хвосты) после обезвоживания земснарядами или насосами перекачивается в хвостохранилище и складывается, при этом объем твердой фазы уменьшается. В зимний период хвостовую пульпу перекачивают с помощью технических средств на  
5 предварительно подготовленные дренируемые хвостовые карты и замораживают послойно до расчетной высоты.

Основной недостаток способа заключается в следующем: на дренированных хвостовых картах невозможно получить осветленную воду как при медленном послойном замораживании тонкодисперсной хвостовой пульпы в зимний период, так  
10 и при ее оттаивании. Так же после оттаивания тонкодисперсной хвостовой пульпы в летний период сгущенная фаза после сброса осветленной воды достигает плотности не выше  $0,7 \text{ т/м}^3$ , что недостаточно для ее промышленного применения и использования в качестве ценного сырья. Полученный уплотненный осадок сапонита нуждается в  
15 дополнительной концентрации.

Известен способ сгущения сапонитовой суспензии (патент RU 2448052, опубл. 20.04.2012), путем введения в суспензию под давлением до  $2 \text{ кгс/см}^2$  углекислого газа в количестве до 300 г на 1 кг сухого осадка, затем обрабатывают коагулянт - серноокислым алюминием.

Недостатком способа является необратимое повышение минерализации жидкой фазы сапонитовой суспензии. Химическая формула молекулы сапонита  $\text{Ca}_{0,25}(\text{Mg,Fe})_3$   
20  $[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . При введении в суспензию под давлением до  $2 \text{ кгс/см}^2$  углекислого газа в количестве до 300 г на 1 кг происходит образование комплекса:  $\text{Fe}_3$   
25  $[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ , а так же карбонатов кальция и магния - растворимых соединений. Образовавшиеся карбонаты переходят в жидкую часть пульпы (растворяются), повышая ее минерализацию. Затем в пульпу вводят коагулянт-серноокислый алюминий. Помимо коагуляционных хлопьев образуется сульфат железа (III) - растворимое соединение, которое переходит в жидкую часть пульпы, повышая минерализацию.

Техническим результатом изобретения является получение очищенной воды в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00 с вовлечением в процесс очистки всех технологических вод после процесса обогащения. Это позволит организовать систему  
30 оборотного водоснабжения, позволяющую сократить расход свежей воды и исключить сброс производственных стоков. Так же при реализации способа удастся получить  
35 осадок сгущенной твердой фазы, пригодный для конусного складирования.

Технический результат достигается тем, что слив классификатора разбавляется водой в реакторе до плотности от  $1250$  до  $1350 \text{ кг/м}^3$ , затем поступает в сгуститель, снабженный мешалкой, и обрабатывается коагулянт, в качестве коагулянта используется оксихлорид алюминия, с концентрацией рабочего коагулянта по  $\text{Al}_2\text{O}_3$  15% при  
40 перемешивании со скоростью от 80 до 110 об/мин, где происходит разделение твердой и жидкой фазы, жидкая фаза поступает обратно в цикл, а сгущенная твердая фаза в хвостохранилище

Способ поясняется следующими фигурами:

- 45 фиг. 1 - выделение воды при сгущении суспензии коагулянтами;
- фиг. 2 - разделение суспензии на сгущенную твердую фазу и воду;
- фиг. 3 - уплотнение осадка твердой фазы.

Способ осуществляется следующим образом. Вначале слив классификатора - сапонитовая суспензия подается в реактор, снабженный лопастной мешалкой и

плотномером, затем в реактор подается вода. Происходит разбавление суспензии водой до плотности  $\rho_{\text{разб.п.}}$  от 1250 до 1350 кг/м<sup>3</sup>. Перемешивание суспензии протекает со скоростью от 60 до 90 об/мин. Затем сапонитовая суспензия подается в сгуститель, снабженный лопастной мешалкой. В сгуститель подается раствор оксихлоридного коагулянта, в качестве коагулянта используется оксихлорид алюминия, с содержанием алюминия по  $\text{Al}_2\text{O}_3$  197,25 кг/м<sup>3</sup>, концентрация рабочего раствора коагулянта по  $\text{Al}_2\text{O}_3$  15%, плотность рабочего раствора  $\rho_{\text{раб.р-ра}}=1315$  кг/м<sup>3</sup> расход рабочего раствора коагулянта 120 м<sup>3</sup> на 1000 м<sup>3</sup> разбавленной пульпы. При воздействии на дестабилизированную суспензию оксихлоридным коагулянтом протекает процесс гидролиза солей. В результате гидролиза в коллоидном растворе образуются многозарядные ионы металлов, которые нейтрализуют силы отталкивания между коллоидными частицами. Перемешивание коллоидного раствора осуществляется со скоростью от 80 до 110 об/мин, приводит к столкновению коллоидных частиц. Силы притяжения заставляют коллоидные частицы слипаться друг с другом, что приводит к образованию крупных агломератов и сгущению твердой фазы сапонитовой суспензии. Затем сгущенная твердая фаза сапонитовой суспензии поступает в хвостохранилище, а очищенная вода обратно в цикл. В результате осаждения твердой фазы сапонитовой суспензии и последующего уплотнения 1 т осадка выделяется не менее 3 м<sup>3</sup> воды с концентрацией шламовых частиц менее 0,5 г/л, пригодной для использования ее в системе оборотного водоснабжения фабрики. Образовавшаяся вода поступает обратно в цикл, а сгущенная твердая фаза сапонитовой суспензии в хвостохранилище. После сгущения твердая фаза сапонитовой суспензии имеет влажность 30% (70% твердого), то есть возможно конусное складирование.

Способ поясняется следующими примерами.

Пример 1. Представлен образец в объеме 1,5 литра. Раствор представляет собой слив классификатора - сапонитовую суспензию обогатительной фабрики Ломоносовского ГОКа, имеет красно-коричневый цвет с плотностью сапонитовой суспензии 1658 кг/м<sup>3</sup> (180 г/л по твердой фазе). Произвели разбавление водой до плотности 1367 кг/м<sup>3</sup> (110 г/л по твердой фазе). Затем часть разбавленной суспензии поместили в сатуратор и обработали пропусканием через нее под давлением 1,5 кгс/см<sup>2</sup> углекислого газа в количестве 250 г на 1 кг сухого осадка. После чего в 2 дренажных колпачка производства ООО "Калан" (изделие ДКЗС-40/60-70В) влили по 1000 мл сапонитовой суспензии: в колпачок 1 - обработанную  $\text{CO}_2$ ; в колпачок 2 - без обработки. Сгущение суспензии проводилось по общепринятой методике с применением коагулянтов (колпачок 1 - сернокислый алюминий, колпачок 2 - оксихлоридный коагулянт) при давлении 1 Бар, температуре 298 К. В результате через 1 сутки из колпачка 1 выделено 160 мл воды, а из стакана с раствором, обработанным оксихлоридным коагулянтом, выделено 270 мл воды.

Пример 2. Представлен образец в объеме 1,5 литра. Раствор представляет собой слив классификатора - сапонитовую суспензию обогатительной фабрики Ломоносовского ГОКа, имеет красно-коричневый цвет с плотностью сапонитовой суспензии 1658 кг/м<sup>3</sup> (180 г/л по твердой фазе). Произвели разбавление водой до плотности 1367 кг/м<sup>3</sup> (110 г/л по твердой фазе). Затем часть разбавленной суспензии поместили в сатуратор и обработали пропусканием через нее под давлением 1,5 кгс/см<sup>2</sup> углекислого газа в

количестве 250 г на 1 кг сухого осадка. После чего в 2 цилиндра влили по 1000 мл сапонитовой суспензии: в цилиндр 1 - обработанную  $\text{CO}_2$ ; в цилиндр 2 - без обработки. Сгущение суспензии проводилось по общепринятой методике с применением коагулянтов (цилиндр 1 - сернокислый алюминий, цилиндр 2 - оксихлоридный коагулянт) при давлении 1 Бар, температуре 298К. В результате через 1 сутки в цилиндре с раствором, обработанным сернокислым алюминием выделено 110 мл воды, а из цилиндра с раствором, обработанным оксихлоридным коагулянтом, выделено 250 мл воды (фиг 1). Таким образом, применение оксихлоридного коагулянта в технологии сапонитовой суспензии увеличивает скорость ее осаждения при отстаивании без применения карбонизации, определяя преимущество заявляемого способа над прототипом.

Пример 3. Представлен образец в объеме 1,5 литра. Раствор представляет собой слив классификатора - сапонитовую суспензию обогатительной фабрики Ломоносовского ГОКа, имеет красно-коричневый цвет с плотностью сапонитовой суспензии  $1658 \text{ кг/м}^3$  (180 г/л по твердой фазе). Произвели разбавление водой до плотности  $1367 \text{ кг/м}^3$  (110 г/л по твердой фазе). После чего 1000 мл суспензии влили в химический стакан. Сгущение суспензии проводилось по общепринятой методике с применением коагулянта (оксихлоридного коагулянта) при давлении 1 Бар, температуре 298К. В результате через 3 суток в химическом стакане с пульпой, обработанной раствором оксихлоридного коагулянта, выделилась вода цветностью 70 град. цв. (ГОСТ 31868-2012) и плотный осадок, (фиг 2, 3) Затем выделившуюся воду слили, осадок собрали в фарфоровую чашку для определения влажности. Содержание твердой фазы в осадке составляет 70%-осадок пригоден для конусного складирования, что продлевает срок эксплуатации хвостохранилища Ломоносовского ГОКа на 12-14 лет.

#### (57) Формула изобретения

Способ сгущения сапонитовой суспензии, включающий осаждение частиц для последующего отделения образующегося осадка и обработку коагулянтом, отличающийся тем, что слив классификатора разбавляется водой в реакторе до плотности от  $1250$  до  $1350 \text{ кг/м}^3$ , затем поступает в сгуститель, снабженный мешалкой, и обрабатывается коагулянтом, в качестве коагулянта используется оксихлорид алюминия, с концентрацией рабочего коагулянта по  $\text{Al}_2\text{O}_3$  15% при перемешивании со скоростью от 80 до 110 об/мин, где происходит разделение твердой и жидкой фазы, жидкая фаза поступает обратно в цикл, а сгущенная твердая фаза в хвостохранилище.

1

## СПОСОБ СГУЩЕНИЯ САПОНИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ



Фиг. 1



Фиг. 2

2



**СПОСОБ СГУЩЕНИЯ САПОНИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ**



**Фиг. 3**