

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2675871

СПОСОБ ОСАЖДЕНИЯ САПОНИТОВОЙ ПУЛЬПЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАЛЬЦИЙАЛЮМОСИЛИКАТНОГО РЕАГЕНТА

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

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

Заявка № 2017136638

Приоритет изобретения 17 октября 2017 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 25 декабря 2018 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 17 октября 2037 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





(51) МПК
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 1/5245 (2006.01); *C02F 2001/007* (2006.01); *B01D 21/01* (2006.01); *C02F 2101/10* (2006.01); *C02F 2103/10* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017136638, 17.10.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.10.2017

Дата регистрации:
25.12.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.10.2017

(45) Опубликовано: 25.12.2018 Бюл. № 36

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),
 Бричкин Вячеслав Николаевич (RU),
 Зубкова Ольга Сергеевна (RU),
 Конончук Ольга Олеговна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: НЕВЗОРОВ А.Л., КОРШУНОВ
 А.А. Исследование свойств хвостовых
 отложений как источника техногенной
 нагрузки на окружающую среду, Лесной
 журнал, 2007, N 4, с.140-144. RU 2448052 C1,
 20.04.2012. RU 2247082 C2, 27.02.2005. RU
 2571116 C2, 20.12.2015. RU 2321553 C2,
 10.04.2008. US 7824570 B2, 02.11.2010. EP
 1174403 A2, 23.01.2001.

(54) СПОСОБ ОСАЖДЕНИЯ САПОНИТОВОЙ ПУЛЬПЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ
 КАЛЬЦИЙАЛЮМОСИЛИКАТНОГО РЕАГЕНТА

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в области горнорудной промышленности при обогащении алмазонасных кимберлитовых пород. Способ включает извлечение сапонитсодержащих веществ из оборотной воды методом отстаивания. Пульпу с классом крупности 71 мкм и содержанием взвешенных веществ 90 г/л разбавляют водой в соотношении 1:5, интенсивно перемешивают 5-7 мин.

Полученную смесь осаждают 120 мин за счет ввода кальцийалюмосиликатного реагента состава, мас. %: CaO - 63-66; SiO₂ - 21-24; Al₂O₃ - 4-8% и Fe₂O₃ - 2-4% в количестве от 2 до 5 г на 400-500 мл разбавленной пульпы. Способ обеспечивает увеличение скорости сгущения пульпы при отстаивании, сокращение расхода свежей воды и исключение сброса производственных стоков. 4 ил., 3 пр.

RU 2 675 871 C1

RU 2 675 871 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
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 1/5245 (2006.01); *C02F 2001/007* (2006.01); *B01D 21/01* (2006.01); *C02F 2101/10* (2006.01); *C02F 2103/10* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017136638, 17.10.2017**

(24) Effective date for property rights:
17.10.2017

Registration date:
25.12.2018

Priority:

(22) Date of filing: **17.10.2017**

(45) Date of publication: **25.12.2018** Bull. № 36

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

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

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD OF DEPOSITION OF SAPONITE PULP WITH THE USE OF CALCIUM ALUMINUM SILICATE REAGENT**

(57) Abstract:

FIELD: mining industry.

SUBSTANCE: invention can be used in the field of the mining industry in the enrichment of diamondiferous kimberlite rocks. Method includes removing saponite-containing substances from the circulating water by the method of sedimentation. Pulp with a particle size of 71 mcm and a suspended matter content of 90 g/l is diluted with water in a ratio of 1:5, intensively mixed for 5–7 minutes. Resultant mixture is precipitated for 120 minutes due to the introduction

of calcium aluminosilicate reagent composition, wt. %: CaO - 63–66; SiO₂ - 21–24; Al₂O₃ - 4–8 % and Fe₂O₃ - 2–4 % in an amount of from 2 to 5 g per 400–500 ml of diluted pulp.

EFFECT: method provides an increase in the rate of thickening of the pulp during settling, reducing the consumption of fresh water and eliminating the discharge of industrial waste.

1 cl, 4 dwg, 3 ex

RU 2 675 871 C1

RU 2 675 871 C1

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 уплотнения осадков в хвостохранилищах (патент РФ №2475454, опубл. 20.02.2013) позволяющий ускорить образование осадка сапонита $\text{NaMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, обладающего заданной плотностью, из водной суспензии, с осветлением оборотной воды в хвостохранилищах для замкнутого процесса переработки руды.

10 Недостатком способа является полная зависимость технологического процесса от климатических, временных, температурных показателей и кроме того, требует значительного землеотвода.

Известен способ коагуляции, применяемый для очистки жидкости представляющей водную дисперсную систему (Запольский А.К., Коган А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: свойства. Получение. Применение. - Л. Химия. 1987. - 208 с), состоящую из сапонитового глинистого минерала $\text{NaMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в 15 высокой степени раздробленности (дисперсная фаза 20...40 мкм) взвешенных частиц. Процесс коагуляции, осуществляют путем введение в пульпу раствора сульфата (хлорида) алюминия, который имеет своей целью дестабилизировать дисперсную систему (дисперсная среда-вода) и способствует соединению и слипанию сапонитового 20 глинистого минерала $\text{NaMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ чтобы получить агрегацию частиц сапонит-гидрооксид алюминия.

Недостатком способа является высокая коррозионная химическая активности сульфата алюминия при гидролизе $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Al}(\text{OH})_3 \text{твердое} + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ (ионов 25 гидрооксония H_3O^+) по отношению к технологической аппаратуре, используемой для осадительных процессов (сапонита) осветления воды.

Известен способ обесшламивания оборотных сапонитсодержащих вод и устройство для его реализации (патент РФ №2529220, опубл. 27.09.2014). Объектом исследований 30 являлись сапонитсодержащие водные системы хвостохранилища. Исследовательскими крупными испытаниями, выполненными с использованием разработанного электрохимического сепаратора, подтверждена возможность эффективного извлечения и осаждения тонкодисперсных шламов (сапонита), как из оборотной воды с содержанием шламов до 82 г/дм^3 , так и сливов классификатора с содержанием минерала сапонита 35 $245 \dots 265 \text{ г/дм}^3$. Удельный расход электроэнергии составил 4-7 кВт·ч на 1 м^3 исходной или до 5-8,8 кВт·ч на 1 м^3 осветленной воды. При этом электрохимическое воздействие позволяет получить, независимо от исходной концентрации шламов в пульпе, осветленные сливы с содержанием твердой фазы до 20 г/дм^3 и сапонитсодержащий 40 продукт с содержанием твердой фазы до 600 г/дм^3 при извлечении более 80%. Доочистка слива в пакетном сгустителе обеспечивает содержание в нем твердой фазы 3-15 г/дм^3 .

Недостатком способа является очень большой расход электроэнергии: исходя из составленного материального баланса количество оборотной сточной воды составляет 45 $2500 \text{ м}^3/\text{час}$, которое необходимо очистить для того чтобы создать замкнутую систему вооборота для комплексной переработки сапонитовой руды. Даже при минимальной цене 5 кВт·ч на 1 м^3 осветленной воды и часовом расходе $2500 \text{ м}^3/\text{час}$. Расход электроэнергии составит 12500 кВт·ч. При годовом обороте воды, используемой в

технологическом процесс $12500 \times 8150 = 101875000$ квт. При этом необходимо учесть, что очистке подвергнется только сапонитсодержащий продукт с содержанием твердой фазы до 600 г/дм^3 при извлечении более 80%.

Известен способ сгущения сапонитовой суспензии (патент РФ №2448052, опубл. 20.04.2012), путем оседания сапонитовых частиц для последующего отделения образующегося осадка, с последующей обработкой углекислым газом под давлением до 2 кгс/см^2 . Количество углекислого газа вводят в количестве до 300 г на 1 кг сухого осадка.

Недостатком способа является большой расход углекислого газа, который не отвечает стехиометрическим соотношениям реакции и уже по этим показателям данный способ является экономически не выгодным и кроме того избыточная обработка карбонатов кальция и магния повышает их растворимость и общую минерализацию воды. Таким образом, введение углекислого газа в сапонитовую суспензию под давлением до 2 кгс/см^2 в количестве до 300 г на 1 кг сухого осадка не увеличивает скорость ее сгущения при отстаивании, поскольку повышает растворимость карбонатов кальция и магния и ухудшает свойства воды, повышая ее минерализацию.

Известен способ сгущения суспензии методом отстаивания (Невзоров А.Л., Коршунов А.А. Исследование свойств хвостовых отложений как источника техногенной нагрузки на окружающую среду. «Лесной журнал». 2007. №4, стр. 140-144), принятый за прототип, при котором происходит отделение частиц водной суспензии под действием силы тяжести. Авторами были проведены лабораторно экспериментальные опыты в результате которых было выявлено, что процесс седиментации происходит очень медленно. Исследования показали, что через 50 суток, процесс осаждения не прекратился, донные отложения находятся в воде во взвешенном состоянии. В естественных условиях, когда надводные потоки гидросмеси падают в пруд-отстойник, вызывая вовлечение седиментирующих отложений, процесс осаждения твердой фракции хвостов происходит еще медленнее, процесса седиментации заканчивается через 1,5 года. Скорость оседания частиц зависит от их размера, плотности и от вязкости среды.

Основным недостатком данного способа является длительность процесса отстаивания суспензии с наличием таких мелкодисперсных частиц, как частицы сапонита, без ввода коагулянтов, имеющих свойство связывать частицы сапонита и увеличивать скорость отстаивания пульпы, процесс отстаивания может привести к увеличению занимаемых площадей, отведенных под хвостохранилище, а наличие в воде частиц сапонита во взвешенном состоянии ухудшит качество и увеличит расход оборотной воды для обогатительной фабрики.

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, а это позволит организовать систему оборотного водоснабжения обогатительной фабрики, позволяющую сократить расход свежей воды, и исключить сброс производственных стоков, а использование натуральных минеральных неорганических веществ входящих в состав кальцийалюмосиликатного реагента позволит снизить нагрузку на окружающую среду региона добычи и увеличить скорость седиментации пульпы.

Технический результат достигается тем, что пульпу с классом крупности 71 мкм и содержанием взвешенных веществ 90 г/л разбавляют водой в соотношении 1:5, интенсивно перемешивают 5-7 мин, и затем полученную смесь осаждают 120 мин за счет ввода кальцийалюмосиликатного реагента составом в мас. %: CaO - 63-66; SiO₂ -

21-24; Al_2O_3 - 4-8% и Fe_2O_3 - 2-4% в количестве от 2 до 5 г на 400-500 мл разбавленной пульпы.

Способ осаждения сапонитовой пульпы с применением кальцийалюмосиликатного реагента поясняется следующими фигурами:

5 фиг. 1 - исходная сапонитовая пульпа, разбавленная водой в соотношении 1:5 в которую добавлен кальцийалюмосиликатный коагулянт и перемешана в течении 5-7 минут при комнатной температуре;

 фиг. 2 - сапонитовая пульпа, подвергнутая отстаиванию в течении 30 минут при комнатной температуре;

10 фиг. 3 - сапонитовая пульпа, подвергнутая отстаиванию в течении 75 минут при комнатной температуре;

 фиг. 4 - сапонитовая пульпа, подвергнутая отстаиванию в течении 120 минут при комнатной температуре;

15 Способ осуществляется следующим образом. Сапонитовую пульпу разбавляют в стакане водой (Фиг. 1) в соотношении 1:5 при комнатной температуре проводят процесс перемешивания в течении от 5 до 7 минут. Из полученного таким образом раствора сапонит, в течении 120 минут (Фиг. 2) осаждают методом коагуляции с введением кальцийалюмосиликатного реагента, в зависимости от консистенции пульпы (содержание взвешенных частиц варьирует в диапазоне 90 г/л класс крупности минерала -71 мкм),
20 в количестве от 2 до 5 г. Осаждение сапонита происходит при комнатной температуре. Сапонит осаждается на дне стакана в виде суспензии (Фиг. 3), верхний слой чистой воды используется для промывки алмазоносной руды (Фиг. 4).

Пример 1

25 Образец оборотной воды слива со спиральных классификаторов после процесса обогащения алмазоносной сапонитовой глины представлен в объеме 250 мл класс крупности минерала - 71 мкм, содержание взвешенных веществ 90 г/л был разбавлен (в соотношении 1:1) до 250 мл чистой водой в мерных стаканах с применением 2 г кальцийалюмосиликатного реагента (состав коагулянта в мас. %: CaO - 63-66; SiO_2 -
30 21-24; Al_2O_3 - 4-8% и Fe_2O_3 - 2-4%) после интенсивного перемешивания в течении 2 минут приводили в статистическое моделирование процесса осаждения. Через 2 ч наблюдается 10 мл чистой воды без взвесей, плотность осадка составила 14,4%) по твердому веществу.

Пример 2

35 Образец оборотной воды слива со спиральных классификаторов после процесса обогащения алмазоносной сапонитовой глины представлен в объеме 120 мл класс крупности минерала - 71 мкм, содержание взвешенных веществ 90 г/л был разбавлен (в соотношении 1:3) до 360 мл чистой водой в мерных стаканах с применением 3 г кальцийалюмосиликатного реагента (состав коагулянта в мас. %: CaO - 63-66; SiO_2 -
40 21-24; Al_2O_3 - 4-8% и Fe_2O_3 - 2-4%) после интенсивного перемешивания в течении 5 минут приводили в статистическое моделирование процесса осаждения. Через 2 ч наблюдается 53 мл чистой воды без взвесей, плотность осадка составила 12,3%) по твердому веществу.

Пример 3

45 Образец оборотной воды слива со спиральных классификаторов после процесса обогащения алмазоносной сапонитовой глины представлен в объеме 80 мл класс крупности минерала - 71 мкм, содержание взвешенных веществ 90 г/л был разбавлен (в соотношении 1:5) до 400 мл чистой водой в мерных стаканах с применением 5 г

кальцийалюмосиликатного реагента (состав коагулянта в мас. %: CaO - 63-66; SiO₂ - 21-24; Al₂O₃ - 4-8% и Fe₂O₃ - 2-4%) после интенсивного перемешивания в течении 7 минут приводили в статистическое моделирование процесса осаждения. Через 2 ч наблюдается 120 мл чистой воды без взвесей, плотность осадка составила 10,4%) по твердому веществу.

Представленные примеры позволяют сделать вывод, что из-за обладания более высокой дисперсностью и соответственно емкостью обмена сапонит по сравнению с другими минеральными группами монтмориллонита, а также плотности 2,3-2,5 г/см³ и твердости по Моссу 2,5 и размера частиц в 40 микрон сапонит обладает исключительно высокой устойчивостью в водной среде.

Таким образом, интенсивное перемешивание в течении 5-7 мин пульпы с классом крупности 71 мкм и содержанием взвешенных веществ 90 г/л и разбавленной водой в соотношении 1:5 и введение кальцийалюмосиликатного реагента (состав коагулянта в мас. %: CaO - 63-66; SiO₂ - 21-24; Al₂O₃ - 4-8% и Fe₂O₃ - 2-4%) в количестве от 2 до 5 г на 400-500 мл увеличивает скорость ее сгущения при отстаивании, за счет того, что полученный реагент обладает коагуляционными свойствами, который связывает частицы сапонита в укрупненные агрегаты, это обеспечивает возможность не только оседания частиц на дно и выталкивание на поверхность чистой воды, но и связывание сапонитового шлама дамбы хвостохранилища от дальнейшего разрушения.

(57) Формула изобретения

Способ осаждения сапонитовой пульпы, включающий извлечение сапонитсодержащих веществ из оборотной воды методом отстаивания, отличающийся тем, что пульпу с классом крупности 71 мкм и содержанием взвешенных веществ 90 г/л разбавляют водой в соотношении 1:5, интенсивно перемешивают 5-7 мин и затем полученную смесь осаждают 120 мин за счет ввода кальцийалюмосиликатного реагента составом в мас. %: CaO - 63-66; SiO₂ - 21-24; Al₂O₃ - 4-8% и Fe₂O₃ - 2-4% в количестве от 2 до 5 г на 400-500 мл разбавленной пульпы.

**СПОСОБ ОСАЖДЕНИЯ САПОНИТОВОЙ ПУЛЬПЫ С
ПРИМИНЕНИЕМ КАЛЬЦИЙАЛЮМОСИЛИКАТНОГО РЕАГЕНТА**



Фиг. 1



Фиг. 2

**СПОСОБ ОСАЖДЕНИЯ САПОНИТОВОЙ ПУЛЬПЫ С
ПРИМИНЕНИЕМ КАЛЬЦИЙАЛЮМОСИЛИКАТНОГО РЕАГЕНТА**



Фиг. 3



Фиг. 4