

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2743229

### СПОСОБ ОСАЖДЕНИЯ САПОНИТОВОЙ ПУЛЬПЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ СУЛЬФАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И ДВУХКАЛЬЦИЕВОГО СИЛИКАТА

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

Авторы: *Алексеев Алексей Иванович (RU), Зубкова Ольга Сергеевна (RU), Полянский Арсений Станиславович (RU)*

Заявка № 2020115724

Приоритет изобретения 13 мая 2020 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 16 февраля 2021 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 13 мая 2040 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ивлиев*





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

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*B01D 21/01 (2021.01); C02F 1/5236 (2021.01); C02F 1/5245 (2021.01); C02F 9/00 (2021.01)*

(21)(22) Заявка: 2020115724, 13.05.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
13.05.2020

Дата регистрации:  
16.02.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.05.2020

(45) Опубликовано: 16.02.2021 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
 Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Алексеев Алексей Иванович (RU),  
 Зубкова Ольга Сергеевна (RU),  
 Полянский Арсений Станиславович (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 2675871 C1, 26.12.2018. WO  
 201212064225 A1, 18.05.2012. RU 2683082 C1,  
 26.03.2019.

(54) СПОСОБ ОСАЖДЕНИЯ САПОНИТОВОЙ ПУЛЬПЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ СУЛЬФАТОВ  
 ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И ДВУХКАЛЬЦИЕВОГО СИЛИКАТА

(57) Реферат:

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. Предложен способ осаждения сапонитовой пульпы, включающий извлечение сапонитсодержащих веществ из оборотной воды методом отстаивания суспензии с использованием минерального неорганического коагулянта, в качестве которого используются сернокислые соли щелочных металлов. Пульпу с содержанием взвешенных веществ не менее 120 г/л разбавляют

до содержания взвешенных веществ от 5 до 60 г/л, далее при постоянном перемешивании вводят сернокислую соль щелочных металлов, а затем в предварительно осветленную пульпу вводят силикатно-кальциевый утяжелитель, представляющий собой двухкальциевый силикат, и непрерывно перемешивают, затем производится повторное осаждение, верхний слой осветленной воды используют в процессе обогащения, осадок отправляют на утилизацию либо на складирование. Технический результат – ускорение процесса седиментации сапонитовой пульпы и получение осветленной воды для процесса обогащения руды. 4 ил., 1 табл., 9 пр.

RU  
 2 7 4 3 2 2 9  
 C 1

RU  
 2 7 4 3 2 2 9  
 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

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

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*B01D 21/01 (2021.01); C02F 1/5236 (2021.01); C02F 1/5245 (2021.01); C02F 9/00 (2021.01)*(21)(22) Application: **2020115724, 13.05.2020**(24) Effective date for property rights:  
**13.05.2020**Registration date:  
**16.02.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **13.05.2020**(45) Date of publication: **16.02.2021** Bull. № 5

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,  
Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Alekseev Aleksei Ivanovich (RU),  
Zubkova Olga Sergeevna (RU),  
Polianskii Arsenii Stanislavovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet» (RU)**(54) **METHOD FOR DEPOSITING SAPONITE PULP BY MEANS OF ALKALI METALS SULFATES AND BELITE**

(57) Abstract:

FIELD: mining industry.

SUBSTANCE: invention relates to methods used in the mining industry for enriching diamond-bearing kimberlitic rocks in order to produce recycled water which is free of the suspension of clay materials, primarily saponite, by condensing a suspension. Proposed is a method for depositing a saponite pulp involving extracting saponite-containing substances from the recycled water by holding the suspension using a mineral inorganic coagulant, in the form of which alkali metal sulfuric acid salts are used. A pulp with a content of at least 120 g/L of suspended substances is diluted to a content of suspended substances of between

5 and 60 g/L, then a sulfuric acid salt of alkali metals is introduced during continuous stirring, and then a silicate calcium weighting material is introduced into the pre-clarified pulp in a form of belite and continuously stirred, then re-deposited, the top layer of the clarified water is used in the process of enrichment, and the sediment is disposed of or stored.

EFFECT: technical result consists in accelerating the process of sedimentation of the saponite pulp and producing clarified water for the ore enrichment process.

1 cl, 4 dwg, 1 tbl, 9 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 осаждения сапонитовой пульпы с применением оксихлоридного коагулянта (патент РФ № 2669272, опубл. 2018.10.09). Способ позволяет очищать разбавленные растворы классификатора с плотностью 1250-1350 кг/м<sup>3</sup> в сгустителях с мешалкой, куда вводится коагулянт. Очищенная вода отделяется от сгущенной суспензии и используется повторно в обогащении, уплотненная суспензия поступает в  
10 хвостохранилище.

Недостатком данного способа является необходимость подщелачивания пульпы для эффективного гидролиза оксихлоридного коагулянта и малый объем получаемой осветленной воды.

15 Известен способ сгущения сапонитовой суспензии (патент РФ № 2448052, опубл. 20.04.2012) с использованием обработки взвеси углекислым газом под давлением до 2 кгс/см<sup>2</sup>, и дальнейшей обработкой раствором сернокислого алюминия. Количество углекислого газа на 1 кг сухого сапонитового осадка для обеспечения работоспособности способа составляет 300 г.

20 Недостатками данного способа является высокий расход газообразного углекислого газа и раствора сернокислого алюминия, использованного в качестве коагулянта, для получения осветленной воды. При использовании данного способа очистки повышается минерализация воды за счет выделения карбонатов магния и кальция из сапонитовой взвеси.

25 Известен способ сгущения сапонитовой пульпы с использованием акустических волн (патент РФ № 2618007 опубл. 02.05.2017). Суспензии, содержащие взвешенные частицы различной степени дисперсности, которые предварительно обрабатываются в отстойнике акустическими волнами в определенном диапазоне, для осаждения крупных и средних частиц (более 5 мкм). Затем суспензия поступает в сгуститель, где совместно реагентным  
30 и акустическим методом осаждаются мелкодисперсные частицы. Далее осадки высушиваются акустическим методом и могут быть утилизированы или использованы повторно.

Недостатком способа является неэффективность способа акустической коагуляции для очистки воды от мелкодисперсных взвешенных частиц, которые составляют  
35 значительную часть суспензии минерала. Для очистки оборотной воды до норм по твердым веществам в данном способе применяются два этапа: в первом этапе применяется акустическая очистка, которая, как подмечает сам автор, не дает необходимый эффект и требует дополнительной реагентной обработки. Однако реагентная методика очистки не конкретизирована и данная технология может  
40 применяться как усовершенствование основной технологии очистки.

Известен способ уплотнения осадков в хвостохранилищах (Патент РФ № 2475454 опубл. 20.02.2013), который позволяет отделить сапонит от воды. Сапонит обладает заданной плотностью, извлечение сапонита производится из его водной суспензии, путем замораживания осадка в зимний период, и отдельное оттаивание и сгущенного  
45 осадка в летний период.

Основным недостатком способа является зависимость сгущения от погодноклиматических условий в регионе добычи т.е. температуры окружающей среды, распределения в течение года осадков. Данный метод обладает огромным временем цикла очистки, и при несоответствии погодных условий (аномально теплой зимой)

возможно возникновение условий, при которых процесс произвести невозможно. Также существенным недостатком является длительность цикла очистки воды от минерала, и необходимость отведения большой площади на реализацию данного способа очистки.

Известен способ осаждения сапонитовой пульпы с применением  
5 кальцийалюмосиликатного реагента (патент РФ № 2675871, опубл. 25.12.2018), принятый за прототип, 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  
10 составом в (масс.%): CaO-63-66; SiO<sub>2</sub>-21-24; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-4-8 и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-2-4 в количестве от 2 до 5 г на 400- 500 мл разбавленной пульпы.

Недостатком способа является низкая скорость коагуляции суспензии, особенно при  
15 высокой концентрации взвешенных частиц, более 40 г/л не происходит реакции коагулянта с частицами и слой чистой воды не образуется. Эти факторы приводят к неполной отдаче суспензией осветленной воды в промышленных временных рамках  
15 проведения процесса коагуляции и не уплотнению сгущённой части, а также перерасходу технически чистой воды для процесса разбавления пульпы.

Техническим результатом изобретения является ускорение процесса седиментации сапонитовой пульпы и получение осветлённой воды для процесса обогащения руды.

Технический результат достигается тем, что пульпу с содержанием взвешенных  
20 веществ не менее 120 г/л разбавляют до содержания взвешенных веществ от 5 до 60 г/л, далее при постоянном перемешивании вводят минеральный неорганический коагулянт, в качестве которого используют сернокислую соль щелочных металлов, а затем в  
25 предварительно осветленную пульпу вводят силикатно-кальциевый утяжелитель и непрерывно перемешивают, затем производится повторное осаждение, верхний слой осветленной воды используют в процессе обогащения руды, осадок отправляют на  
25 утилизацию либо на складирование.

Способ осаждения сапонитовой пульпы с помощью неорганического коагулянта, содержащего катионы щелочных металлов, поясняется следующими фигурами:

30 фиг. 1 – сгущение сапонитовой суспензии неорганическими коагулянтами без утяжелителя.

фиг. 2 – сгущение сапонитовой суспензии неорганическими коагулянтами с применением утяжелителя.

фиг. 3 – график зависимости уровня очищенной воды от времени осаждения за 4  
35 часа.

фиг. 4 – график зависимости уровня очищенной воды от времени осаждения за сутки.

Способ осуществляется следующим образом. Сапонитовую пульпу с содержанием  
глинистых веществ с классом крупности 71 мкм и менее и содержанием взвешенных  
40 веществ не менее 120 г/л, в мерных цилиндрах разбавляют водой до содержания твердых частиц в пределах от 5 до 60 г/л. Далее в разбавленную пульпу вводится сернокислая соль щелочных металлов, например K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Фиг. 1) и в течение от 3 до 7 минут  
40 происходит процесс перемешивания. Из полученного раствора под действием силы тяжести в течение не менее 180 мин. (Фиг. 2) осаждается сапонит. Под влиянием ионов щелочных металлов происходит сгущение суспензии при комнатной температуре.  
45 Частицы минерала сапонита оседают на дне емкости. Далее в предварительно осветленную пульпу вводится утяжелитель при перемешивании от 2 до 5 минут, в качестве которого используется двухкальциевый силикат, в количестве от 5 до 25 г на 1 л, при комнатной температуре и перемешивании в течение от 3 до 10 минут (Фиг. 3).  
Затем производится повторное осаждение в течение от 60 до 120 мин. (Фиг. 4). Верхний

слой осветленной воды используется на фабрике для процесса обогащения, осадок может быть утилизирован в качестве вторичного продукта либо отправлен на складирование.

Способ поясняется следующими примерами.

5       Пример 1. Образец оборотной воды, слива со спиральных классификаторов после процесса обогащения алмазонасной сапонитовой руды в объеме 185 мл, класс крупности минерала 71 мкм и содержание взвешенных веществ 120 г/л, был разбавлен, в соотношении 1:2, до объема 1 л путем добавления 815 мл чистой воды в мерных цилиндрах объемом 1 л. Далее были добавлены кальцийалюмосиликатный реагент и  
10       сернокислые соли щелочных металлов ( $K_2SO_4$ ,  $Na_2SO_4$ ) в каждый цилиндр соответственно в количестве не менее 2 г, при интенсивном перемешивании в течение не менее 2 минут. После завершения процесса перемешивания проводилось статистическое моделирование процесса седиментации. Через 4 часа наблюдается слой объемом порядка 70 мл кальцийалюмосиликатный реагент, 110 мл сернокислый калий,  
15       45 мл сернокислый натрий чистой воды без взвешенных частиц. Через сутки наблюдается слой объемом порядка 135 мл кальцийалюмосиликатный реагент, 175 мл сернокислый калий, 80 мл сернокислый натрий чистой воды без взвешенных частиц. Затем вводился силикатно-кальциевый утяжелитель в количестве не менее 5 г при непрерывном перемешивании, и производится повторное моделирование процесса седиментации.  
20       Через сутки наблюдается слой жидкости объемом порядка 140 мл кальцийалюмосиликатный реагент, 245 мл сернокислый калий, 220 мл сернокислый натрий чистой воды без взвешенных частиц.

Пример 2. Образец оборотной воды, слива со спиральных классификаторов после  
25       процесса обогащения алмазонасной сапонитовой руды представлен в объеме 185 мл, класс крупности минерала 71 мкм и содержание взвешенных веществ 120 г/л, был разбавлен, в соотношении 1:2, до объема 1 л путем добавления 815 мл чистой воды в мерных цилиндрах объемом 1 л. Далее был добавлен кальцийалюмосиликатный реагент и сернокислые соли щелочных металлов ( $K_2SO_4$ ;  $Na_2SO_4$ ) в каждый цилиндр  
30       соответственно в количестве 3 г, при интенсивном перемешивании в течение 5 минут. После завершения процесса перемешивания проводилось статистическое моделирование процесса седиментации. Через 4 часа наблюдается слой объемом порядка 105 мл (кальцийалюмосиликатный реагент), 135 мл (сернокислый калий), 90 мл (сернокислый натрий) чистой воды без взвешенных частиц. Через сутки наблюдается слой объемом  
35       порядка 145 мл (кальцийалюмосиликатный реагент), 250 мл (сернокислый калий), 135 мл (сернокислый натрий) чистой воды без взвешенных частиц. Затем вводилась добавка содержащая силикат кальция в количестве 10 г, и производилось повторное моделирование процесса седиментации. Через сутки наблюдается слой жидкости объемом  
40       порядка 180 мл (кальцийалюмосиликатный реагент), 445 мл (сернокислый калий), 415 мл (сернокислый натрий) чистой воды без взвешенных частиц.

Пример 3. Образец оборотной воды, слива со спиральных классификаторов после  
45       процесса обогащения алмазонасной сапонитовой руды представлен в объеме 185 мл, класс крупности минерала 71 мкм и содержание взвешенных веществ 120 г/л, был разбавлен (в соотношении 1:2) до объема 1 л путем добавления 815 мл чистой воды в мерных цилиндрах объемом 1 л. Далее был добавлен кальцийалюмосиликатный реагент и сернокислые соли щелочных металлов ( $K_2SO_4$ ;  $Na_2SO_4$ ) в каждый цилиндр  
соответственно в количестве 5 г, при интенсивном перемешивании в течение 10 минут. После завершения процесса перемешивания проводилось статистическое моделирование

процесса седиментации. Через 4 часа наблюдается слой объемом порядка 130 мл (кальцийалюмосиликатный реагент), 155 мл (серноокислый калий), 120 мл (серноокислый натрий) чистой воды без взвешенных частиц. Через сутки наблюдается слой объемом порядка 210 мл (кальцийалюмосиликатный реагент), 410 мл (серноокислый калий), 155 мл (серноокислый натрий) чистой воды без взвешенных частиц. Затем вводилась добавка содержащая силикат кальция в количестве 20 г, и производилось повторное моделирование процесса седиментации. Через сутки наблюдается слой жидкости объемом порядка 350 мл (кальцийалюмосиликатный реагент), 580 мл (серноокислый калий), 570 мл (серноокислый натрий) чистой воды без взвешенных частиц.

Представленные примеры позволяют сделать вывод, что существует влияние активности иона щелочного металла и его радиуса при осаждении сапонитовой суспензии, непосредственно на глинистые твердые частицы. Получаемое количество очищенной воды значительно возрастает, относительно способа очистки с применением кальцийалюмосиликата. Применение утяжелителя позволяет получить дополнительный объем чистой воды и получить приемлемое уплотнение осадка (таблица 1).

Таблица 1 - Плотности осадков при применении различных неорганических коагулянтов и добавок-утяжелителей.

№ пробы	Коагулянт	Добавка	Плотность г/см <sup>3</sup>	pH
1	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Без добавки	1,079	12,31
2	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Белитовый шлам	1,079	12,31
3	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Нефелиновый концентрат	1,095	8,62
4	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Без добавки	1,086	8,97
5	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Белитовый шлам	1,094	12,04
6	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Нефелиновый концентрат	1,100	8,7
7	Кальцийалюмосиликатный реагент (АСК)	Без утяжелителя	1,018	14,24
8	Кальцийалюмосиликатный реагент (АСК)	Белитовый шлам	1,036	13,54
9	Кальцийалюмосиликатный реагент (АСК)	Нефелиновый концентрат	1,029	14,34

В результате введения сульфата щелочного металла, который обладает большей электрохимической активностью и лучшими стерическими характеристиками иона, растёт слипание частиц сапонита в укрупненные агрегаты с большим выходом чистой воды, а введение кальцийсодержащего утяжелителя придает осадку устойчивость и увеличивает освобождение воды из межплоскостного пространства глинистого минерала сапонита.

Таким образом, способ позволяет увеличивать скорость и степень сгущения сапонитовой пульпы при отстаивании на 75%.

#### (57) Формула изобретения

Способ осаждения сапонитовой пульпы, включающий извлечение сапонитсодержащих веществ из оборотной воды методом отстаивания суспензии с использованием минерального неорганического коагулянта, отличающийся тем, что пульпу с содержанием взвешенных веществ не менее 120 г/л разбавляют водой до содержания взвешенных веществ от 5 до 60 г/л, далее при постоянном перемешивании вводят минеральный неорганический коагулянт, в качестве которого используют серноокислую соль щелочных металлов, а затем в предварительно осветленную пульпу вводят силикатно-кальциевый утяжелитель, представляющий собой двухкальциевый силикат,

и непрерывно перемешивают, затем производится повторное осаждение, верхний слой осветленной воды используют в процессе обогащения руды, осадок отправляют на утилизацию либо на складирование.

5

10

15

20

25

30

35

40

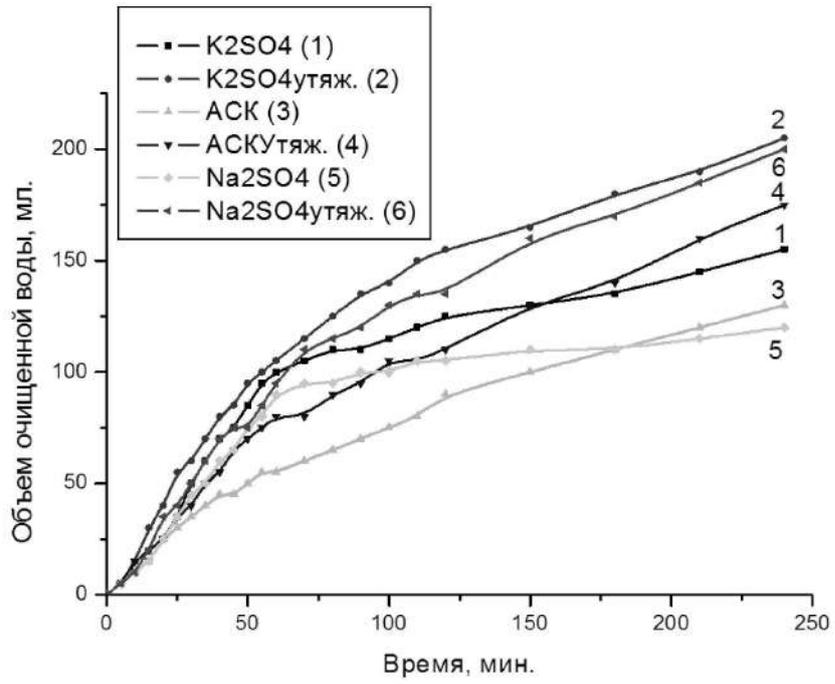
45

1



Фиг. 1

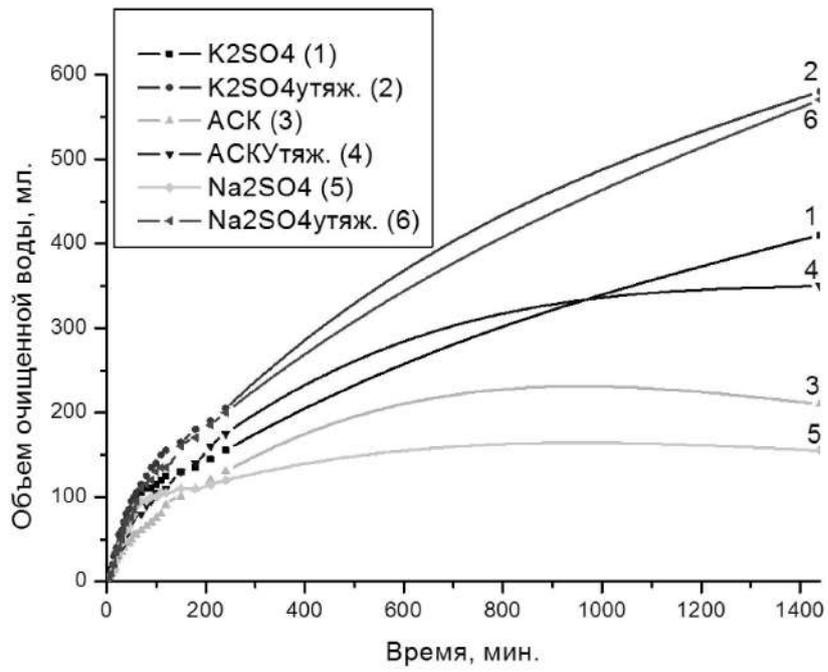
2



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4