



(51) МПК
C01F 7/06 (2006.01)
B01D 21/01 (2006.01)
C02F 1/54 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011119615/04, 22.09.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 22.09.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 17.10.2008 US 61/106,343

(43) Дата публикации заявки: 27.11.2012 Бюл. № 33

(45) Опубликовано: 10.03.2014 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2008130766 A1, 30.10.2008. US 4767540 A, 30.08.1988. RU 2311494 C2, 27.11.2007. WO 2004009606 A1, 29.01.2004. US 20050274926 A1, 15.12.2005.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 17.05.2011

(86) Заявка РСТ:
 US 2009/057828 (22.09.2009)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2010/044986 (22.04.2010)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
 ООО "Юридическая фирма Городиский и
 Партнеры"

(72) Автор(ы):

ДЭВИС Мэттью Дж. (US),
 ДАЙ Ци (US),
 ЧЭНЬ Хаунн-Линь Тони (US),
 ТЭЙЛОР Мэттью (US)

(73) Патентообладатель(и):

САЙТЕК ТЕКНОЛОДЖИ КОРП. (US)

**(54) ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ
 ИНТЕНСИФИКАЦИИ ФЛОККУЛЯЦИИ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В ПРОЦЕССАХ
 ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА ИЗ БОКСИТОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к удалению взвешенных твердых частиц в процессах варки бокситовых руд. Предложен способ флокуляции, включающий взаимное перемешивание кремнийсодержащего полимерного флокулянта с технологическим потоком процесса варки бокситовой руды в количестве, эффективном для того, чтобы флокулировать, по меньшей мере, часть

взвешенных в нем твердых частиц по меньшей мере, одного типа, выбранных из алумосиликата кальция, силиката кальция, титаната кальция, диоксида титана и их смесей. Технический результат - увеличение скорости осаждения взвешенных частиц и увеличенное осветление потока по сравнению с использованием известных промышленных флокулянтов. 2 н. и 23 з.п. ф-лы, 9 табл., 9 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C01F 7/06 (2006.01)
B01D 21/01 (2006.01)
C02F 1/54 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2011119615/04, 22.09.2009**

(24) Effective date for property rights:
22.09.2009

Priority:

(30) Convention priority:
17.10.2008 US 61/106,343

(43) Application published: **27.11.2012 Bull. 33**

(45) Date of publication: **10.03.2014 Bull. 7**

(85) Commencement of national phase: **17.05.2011**

(86) PCT application:
US 2009/057828 (22.09.2009)

(87) PCT publication:
WO 2010/044986 (22.04.2010)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**DEhVIS Mehtt'ju Dzh. (US),
DAJ Tsi (US),
ChEhN' Khaunn-Lin' Toni (US),
TEhJLOR Mehtt'ju (US)**

(73) Proprietor(s):

SAJTEK TEKNOLODZhI KORP. (US)

(54) USING SILICON-CONTAINING POLYMERS TO INTENSIFY FLOCCULATION OF SOLID PARTICLES IN PROCESSES OF PRODUCING ALUMINA FROM COKEITES

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: disclosed is a flocculation method which involves intermixing a silicon-containing polymer flocculant with a process stream from melting bauxite ore in an amount which is effective to flocculate at least part of solid suspended solid

particles of at least one type selected from calcium aluminosilicate, calcium silicate, calcium titanate, titanium dioxide and mixtures thereof.

EFFECT: high rate of depositing suspended particles and larger clarified stream compared to when using existing industrial flocculants.

25 cl, 9 tbl, 9 ex

RU 2 509 056 C2

RU 2 509 056 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к удалению взвешенных твердых частиц в процессах варки бокситовых руд, например, из технологических потоков процессов Байера и Синтера извлечения глинозема из бокситов с целью производства гидроксида алюминия, путем приведения этих потоков в контакт с кремнийсодержащими полимерами.

Уровень техники

Бокситы являются основным сырьем для производства почти всех соединений алюминия. В ходе производства соединений алюминия бокситы могут быть переработаны до гидроксида алюминия при помощи процесса Байера, процесса Синтера и их сочетаний. Как правило, бокситы подразделяют в соответствии с их основными минералогическими компонентами на гиббситовые, бёмитовые и диаспоровые. Минералогический состав может влиять на предпочтительный метод обработки.

В процессе Байера извлечения глинозема из бокситов руду подвергают варке при высоких температуре и давлении в растворе NaOH с целью получения перенасыщенных растворов алюмината натрия, содержащих нерастворимые примеси, которые остаются во взвешенном состоянии. Когда бокситы содержат, главным образом, гиббсит, извлечение глинозема из бокситов можно проводить в диапазоне температур от 100 до 150°C. Однако, если бокситы содержат, в основном, бёмит или диаспор, извлечение глинозема осложняется, тогда необходима температура более 200°C. Кроме того, хорошо известно, что добавление извести в ходе варки бёмитовых или диаспоровых бокситов может облегчить извлечение глинозема.

Процесс Синтера является альтернативой или вспомогательным средством для процесса Байера, который повсеместно используется для обработки бокситов с высоким содержанием кремнезема. В процессе Синтера бокситы (или "красный шлам" Байера) подвергают обжигу при 1200°C с содой и/или известью перед выщелачиванием раствором NaOH, в результате чего образуется щелочной раствор алюмината натрия и нерастворимый "шлам Синтера".

Нерастворимые остатки, образовавшиеся в ходе этих процессов варки бокситовой руды с целью получения глинозема, содержат оксиды железа, алюмосиликаты натрия, алюмосиликаты кальция, титанат кальция, диоксид титана, силикаты кальция и другие материалы. На состав твердой фазы оказывает влияние минералогический состав бокситов и химические добавки, вводимые в ходе обработки. Процесс отделения твердых остатков обработки бокситов от перенасыщенного зеленого щелока вблизи температуры его кипения известен как "осветление".

На стадии осветления более крупные твердые частицы, как правило, удаляют при помощи циклонного пескоуловителя. Для отделения от щелока более мелких твердых частиц суспензию, обычно, подают в центральную часть шламоотстойника, где ее подвергают обработке композицией флокулянта, основу которой могут составлять разнообразные флокулирующие агенты, включая крахмал, муку, полиакрилатный полимер, сополимер акрилат/акриламид и/или водорастворимые полимеры, содержащие боковые группы гидроксамовой кислоты или ее солей. Когда шлам оседает, осветленный раствор алюмината натрия, именуемый зеленый щелок, перетекает через переливное устройство с порогом в верхней части шламоотстойника и поступает на следующую технологическую стадию.

На данном этапе в процессе Синтера часто нужна еще одна стадия, на которой к переточному щелоку добавляют обескремнивающий компонент с целью удаления из

щелока растворимых соединений кремнезема. Суспензию обрабатывают флокулянтами и подают в отстойник обескремнивания для удаления нерастворимых продуктов обескремнивания, которые включают алюмосиликаты натрия и алюмосиликаты кальция.

5 После флокуляции осевшую твердую фазу, известную как шлам, отводят из нижней части шламоотстойника и пропускают через контур противоточной промывки с целью извлечения алюмината натрия и соды. Алюминатный щелок, перетекающий из отстойника, может еще содержать значительное количество взвешенных твердых
10 частиц. Этот щелок, как правило, подвергают дополнительному осветлению путем фильтрации, получая фильтрат, содержащий очень небольшое количество взвешенных твердых частиц.

Очищенный, или маточный, раствор алюмината натрия, обычно, охлаждают с целью интенсификации перенасыщения, после чего вносят затравку, например,
15 мелкодисперсные кристаллы гиббсита, полученные ранее, или нейтрализуют газообразным CO_2 для инициирования осаждения целевого продукта - $\text{Al}(\text{OH})_3$, тригидрата оксида алюминия.

Оставшуюся жидкую фазу возвращают на начальную стадию варки и, после
20 разведения дополнительной щелочью, используют в качестве варочного раствора для новой руды.

На стадии осветления взвешенные твердые частицы, предпочтительно, отделяют относительно быстро, если нужно, чтобы процесс в целом был эффективным. Эффективное удаление взвешенных твердых частиц из технологических потоков
25 процессов варки бокситовой руды, в результате которой получают глинозем, в течение многих лет было трудной задачей. К способам ускорения отделения взвешенных твердых частиц от технологических потоков, а также достижения более полного разделения компонентов, относятся способы, описанные в патенте США № 3390959, где предусматривается использование в качестве флокулянтов
30 полиакрилатов, и в патенте США № 3681012, где при извлечении глинозема методом Байера используют сочетания полиакрилатов и крахмала. В патенте США № 4083925 описано использование в шламоотстойнике полиакриламида. В патенте США № 4678585 описаны различные стадии извлечения глинозема методом Байера, на
35 которых с успехом используется обработка различными композициями флокулянтов. В патенте США № 4767540 описан способ удаления взвешенных твердых частиц из технологических потоков процесса Байера путем приведения в контакт и смешивания технологического протока процесса Байера с гидроксамированными полимерами.
40 Гидроксамированные полимеры могут быть использованы вместе с анионным полиакрилатом. В патенте США № 5516435 и в патенте США № 5539046 описано использование смесей эмульсий гидроксамированного полимера и эмульсий полиакрилата для удаления взвешенных твердых частиц из технологических потоков процесса Байера. К другим полимерам, используемым для обработки красного шлама
45 процесса Байера, относятся полимеры, содержащие фосфоновую кислоту (патент США № 5534235), метилакрилатные эмульсионные полимеры с непрерывной водной фазой (патент США № 6036869) и полимеры, содержащие салициловую кислоту (патент США № 6527959).

50 Описано использование кремнийсодержащих полимеров для осветления воды. Например, в патенте США № 3779912 описано использование кремнийсодержащих аминотетрафосфонатов для флокуляции взвешенных в воде твердых частиц. Сополимеры галогенида диаллилдиметиламмония и винилтриалкоксисилана описаны

как коагулянты, используемые при деэмульгировании нефтесодержащих сточных вод (патент США № 5560832), обезвоживании минеральных суспензий (патент США № 5597475) и осветлении сточных вод (патент США № 5679261). В патенте США № 6605674 описано использование винилтриалкоксисиланов в качестве сшивающих агентов для модификации структуры неионогенных, катионных и анионных водорастворимых полимеров и использование полимеров с модифицированной структурой в качестве флокулирующих агентов. Ни один из указанных выше патентов, описывающих кремнийсодержащие полимеры, не относится к обработке взвешенных твердых частиц в процессах варки бокситовой руды с целью получения содержащих глинозем технологических потоков, где общий состав, с физической точки зрения, полностью отличается от того, что используется для флокуляции воды.

Использование кремнийсодержащих полимеров для регулирования отложения алюмосиликатов описано в патентах США № 6814873 и № 7390415 и в патентных публикациях США № 2004/0162406 A1, 2005/0010008 A2. В этих публикациях описаны способы использования кремнийсодержащих полимеров для ингибирования отложения растворенных алюмосиликатов (таких как алюмосиликат натрия) на поверхностях оборудования с образованием налета, однако, не предполагается, что они способствуют флокуляции взвешенных твердых частиц, что, напротив, усиливает, а не ослабляет отложение.

Итак, было обнаружено, что возможна значительная интенсификация флокуляции взвешенных твердых частиц, особенно частиц силиката кальция, алюмосиликата кальция и титаната кальция, в процессах варки бокситовой руды с целью извлечения тригидрата оксида алюминия, в частности в технологических потоках процессов Байера и/или Синтера, в которые была добавлена известь и/или другой источник кальция, такой как CaCO_3 и Ca(OH)_2 , или где кальций (в пересчете на CaO) присутствует в количестве, по меньшей мере, 1% вес., достигаемая путем добавления и эффективного перемешивания с технологическим потоком процесса Байера и/или Синтера кремнийсодержащего полимера по отдельности или после или перед или совместно с обычным флокулянт. Такая обработка особенно эффективна, если твердые остатки обработки бокситов содержат большое количество силикатов, алюмосиликатов и титансодержащих оксидов по сравнению с современными процессами, примеры которых описаны в упомянутых выше патентах. Такую обработку, обычно, но не всегда, осуществляют перед стадией осаждения шлама, тогда она позволяет существенно снизить потребность в фильтрации. Поскольку взвешенные твердые частицы могут содержать нежелательные примеси, уменьшение количества взвешенных твердых частиц, достигаемое благодаря воплощению на практике настоящего изобретения, также способствует получению более чистого конечного алюмоксидного продукта.

Сущность изобретения

Настоящим изобретением обеспечиваются кремнийсодержащие полимеры, композиции флокулянтов и способы уменьшения количества взвешенных твердых частиц в технологическом потоке процесса варки бокситовой руды с целью извлечения глинозема. Данный способ включает приведение в контакт технологического потока, такого как один из потоков, образующихся в процессе Байера или процессе Синтера, с таким кремнийсодержащим полимером и/или композицией флокулянта, чтобы вызвать флокуляцию взвешенных твердых частиц в содержащих глинозем технологических потоках процесса варки бокситовой руды. В предпочтительных вариантах осуществления изобретения кремнийсодержащие полимеры и композиции

флоккулянтов, описанные в настоящем документе, особенно хорошо подходят для флокулирования взвешенных частиц силиката кальция, алюмосиликата кальция, титаната кальция и/или диоксида титана в технологических потоках. Технологический поток процесса варки бокситовой руды с целью извлечения глинозема, который может
5 быть с успехом приведен в контакт с кремнийсодержащими полимерами и/или композициями флоккулянтов в соответствии с настоящим изобретением, может представлять собой любую часть сырья, например, сырье отстойника, переток отстойника, нижний слив или поступать из контура осаждения (то есть, извлечения)
10 глинозема. Технологический поток процесса варки бокситовой руды с целью извлечения глинозема, который приводят в контакт с полимером, также может быть сырьем отстойника обескремнивания или сырьем устройства промывки шлама в линии промывки.

Одним из воплощений изобретения является композиция флоккулянта, содержащая
15 кремнийсодержащий полимерный флоккулянт для силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция и/или диоксида титана и, предпочтительно, анионный полимерный флоккулянт для шлама процессов Байера или Синтера. Массовое отношение количества кремнийсодержащего полимерного
20 флоккулянта к количеству полимерного флоккулянта в указанной композиции флоккулянта может лежать в диапазоне от примерно 100:1 до примерно 1:10, например, в диапазоне от примерно 10:1 до примерно 1:2, таком как примерно 1:1. Другим вариантом осуществления изобретения обеспечивается способ флокуляции,
25 включающий взаимное перемешивание такой композиции флоккулянта с технологическим потоком процесса Байера или Синтера в количестве, эффективном для того, чтобы флокулировать, по меньшей мере, часть взвешенных в нем твердых частиц, где взвешенные твердые частицы включают, по меньшей мере, один тип, выбранный из группы, состоящей из: силикатов кальция, алюмосиликатов кальция,
30 титаната кальция, диоксида титана и их смесей.

Другим воплощением изобретения является способ флокуляции, включающий взаимное перемешивание кремнийсодержащего полимерного флоккулянта с технологическим потоком процесса Байера или Синтера в количестве, эффективном
35 для того, чтобы флокулировать, по меньшей мере, часть взвешенных в нем частиц силиката кальция, алюмосиликата кальция, титаната кальция и/или диоксида титана; и отделение, по меньшей мере, части выпавшего в осадок силиката кальция, алюмосиликата кальция, титаната кальция и диоксида титана.

Другим воплощением изобретения является водорастворимый или
40 вододиспергируемый кремнийсодержащий полимер, в котором имеется прикрепленная к полимеру кремнийсодержащая группа, где кремнийсодержащий полимер имеет такую структуру, что кремнийсодержащая группа повышает способность кремнийсодержащего полимера флокулировать взвешенные частицы силиката
45 кальция, алюмосиликата кальция, титаната кальция и диоксида титана. В одном из вариантов осуществления изобретения кремнийсодержащая группа представляет собой $-\text{Si}(\text{OR})_3$, где R означает Na^+ , K^+ или NH_4^+ . В другом варианте осуществления изобретения количество кремнийсодержащей группы в кремнийсодержащем полимере составляет, по меньшей мере, около 5% вес. Другим воплощением изобретения
50 является способ флокуляции, включающий взаимное перемешивание такого кремнийсодержащего полимера с технологическим потоком процесса варки бокситов с целью получения глинозема в количестве, эффективном с точки зрения флокуляции, по меньшей мере, части взвешенных в нем твердых частиц, где взвешенные твердые

частицы включают, по меньшей мере, один тип, выбранный из группы, состоящей из: силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция, диоксида титана и их смесей.

Другим воплощением изобретения является гидроксамированный водорастворимый или вододиспергируемый кремнийсодержащий полимер, в котором имеется прикрепленная к полимеру кремнийсодержащая группа. Другим воплощением изобретения является способ флокуляции, включающий взаимное перемешивание такого гидроксамированного кремнийсодержащего полимера с технологическим потоком процесса варки бокситов с целью получения глинозема в количестве, эффективном с точки зрения выпадения в осадок, по меньшей мере, части взвешенных в нем твердых частиц, где взвешенные твердые частицы включают, по меньшей мере, один тип, выбранный из группы, состоящей из силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция, диоксида титана и их смесей.

Эти и другие варианты осуществления изобретения более подробно описаны ниже.

Подробное описание изобретения

Дальнейшее описание и примеры подробно поясняют предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения. Специалистам в данной области понятно, что возможны многочисленные варианты и модификации настоящего изобретения, которые охватываются объемом изобретения. Следовательно, описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения не следует рассматривать как ограничивающее объем настоящего изобретения.

Итак, было обнаружено, что различные кремнийсодержащие полимеры пригодны для использования в качестве флокулянтов взвешенных твердых частиц в технологических потоках, особенно тех, которые содержат взвешенные силикаты кальция, алюмосиликаты кальция, титанат кальция, диоксид титана и их смеси. К примерам кремнийсодержащих полимеров, пригодных в описанных в данном документе способах флокуляции, относятся описанные в патентах США № 6814873 и № 7390415 и в патентных публикациях США № 2004/0162406 A1, № 2005/0010008A2, во всей своей полноте включаемых в настоящий документ путем ссылки, и, особенно, для описания кремнийсодержащих полимерных флокулянтов и способов их получения. Другие примеры кремнийсодержащих полимерных флокулянтов для силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция и диоксида титана описаны далее. Специалисты в данной области, используя обычные процедуры экспериментальных работ с учетом изложенных рекомендаций, смогут выявить другие кремнийсодержащие полимерные флокулянты, пригодные в способах, описанных в настоящем документе, например, флокулянты для силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция и диоксида титана.

Одним из вариантов осуществления изобретения обеспечивается водорастворимый или вододиспергируемый кремнийсодержащий полимер, в котором имеется прикрепленная к полимеру кремнийсодержащая группа, где кремнийсодержащий полимер имеет такую структуру, что кремнийсодержащая группа повышает способность кремнийсодержащего полимера флокулировать взвешенные частицы силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция и диоксида титана.

Одним из вариантов осуществления изобретения обеспечивается водорастворимый или вододиспергируемый кремнийсодержащий полимер, например, полимер, в котором имеется боковая кремнийсодержащая группа(группы), такая как силан. В одном из вариантов осуществления изобретения кремнийсодержащий полимер является флокулянтом для силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната

кальция и диоксида титана, например, имеет такую структуру, что его кремнийсодержащая группа(группы) повышает способность этого кремнийсодержащего полимера флокулировать взвешенные частицы силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция и диоксида титана. Этот кремнийсодержащий полимер может быть включен в композицию флокулянта. В одном из вариантов осуществления изобретения композиция флокулянта содержит дополнительный полимерный флокулянт, такой как анионный полимерный флокулянт для шлама процессов Байера или Синтера. Различные кремнийсодержащие полимеры, полимерные композиции и способы их использования описаны ниже.

К примерам кремнийсодержащих полимеров относятся те полимеры, в которых имеется боковая группа силана, например, к нему прикреплены боковые кремнийсодержащие группы формулы (I):



где каждый из R независимо друг от друга означает водород, алкил C₁₋₂₀, алкенил C₂₋₂₀, алкинил C₂₋₂₀, арил C₆₋₁₂, арилалкил C₇₋₂₀, ион металла группы I, ион металла группы II или NR'₄⁺; где каждый из R' независимо друг от друга означает водород, алкил C₁₋₂₀, алкенил C₂₋₂₀, алкинил C₂₋₂₀, арил C₆₋₁₂ и арилалкил C₇₋₂₀; и где каждый из R и R' независимо друг от друга является незамещенными, гидроксизамещенным или бета-гидроксизамещенным. К примерам групп R относятся группы низших алкилов, например, алкильные группы C₁₋₆ и алкильные группы C₁₋₃; фенил, бензил, Na⁺, K⁺ или NH₄⁺. Предпочтительно, группы R выбирают из группы, состоящей из Na⁺, K⁺ или NH₄⁺. Количество кремнийсодержащей группы в кремнийсодержащем полимере может изменяться в относительно широком диапазоне, а структура полимера может обуславливаться задачей обеспечения интенсифицированной флокуляции твердых частиц.

Обычные процедуры экспериментальных работ с учетом изложенных рекомендаций могут быть использованы для подбора кремнийсодержащего полимера, эффективного для конкретного варианта применения, например, путем подбора основной цепи полимера, молекулярного веса, кремнийсодержащей группы и ее количества, с целью получения полимера, который эффективно флокулирует силикаты кальция, алюмосиликаты кальция, титанат кальция и диоксид титана. Например, обычные процедуры экспериментальных работ с учетом изложенных рекомендаций могут быть использованы для формирования такой структуры полимера, чтобы кремнийсодержащая группы(группы) повышала(и) способность этого кремнийсодержащего полимера флокулировать взвешенные твердые частицы, особенно силикаты кальция, алюмосиликаты кальция, титанат кальция и диоксид титана. Пригодные количества кремнийсодержащих групп в этом кремнийсодержащем полимере могут изменяться в зависимости от типа полимера и его применения. Например, в одном из вариантов осуществления кремнийсодержащий полимер содержит, по меньшей мере, около 1% вес. группы -Si(OR)₃, например, по меньшей мере, около 5% вес. группы -Si(OR)₃. Обычные процедуры экспериментальных работ с учетом изложенных рекомендаций могут быть использованы для подбора полимера с надлежащим молекулярным весом. Например, молекулярная масса кремнийсодержащего полимера может изменяться в широком диапазоне, например, от примерно 1000 до примерно 15 миллионов и часто составляет около 10000 или более или около 100000 или более, например, лежит в диапазоне от

примерно 10000 до примерно 10 миллионов, таком как от примерно 100000 до примерно 5 миллионов. Описываемые в настоящем документе величины молекулярной массы соответствуют средневесовой молекулярной массе, определяемой, если не указано иное, методом эксклюзионной хроматографии высокого давления (измерение светорассеяния).

В некоторых вариантах осуществления изобретения группа $-\text{Si}(\text{OR})_3$ представляет собой группу триметоксисилана ($\text{R} =$ метил) или группу триэтоксисилана ($\text{R} =$ этил). Другие алкильные, алкенильные и/или алкинильные группы также с успехом могут быть использованы в качестве R в боковых группах формулы (I). Термин "алкил" в контексте настоящего изобретения является общим термином и используется в обычном смысле, включая, помимо прочего, неразветвленные или разветвленные, нециклические или циклические, насыщенные алифатические углеводороды, состоящие из одного, двух, трех, четырех, пяти, шести, семи, восьми, девяти или десяти атомов углерода, тогда как термин "низший алкил" имеет то же значение, что и алкил, однако, содержит один, два, три, четыре, пять или шесть атомов углерода. К примерам насыщенных неразветвленных алкильных групп относятся метил, этил, н-пропил, н-бутил, н-пентил, н-гексил и т.п. К примерам насыщенных разветвленных алкильных групп относятся изопропил, втор-бутил, изобутил, трет-бутил, изопентил и т.п. К примерам насыщенных циклических алкильных групп относятся циклопропил, циклобутил, циклопентил, циклогексил, $-\text{CH}_2$ циклопропил, $-\text{CH}_2$ циклобутил, $-\text{CH}_2$ циклопентил, $-\text{CH}_2$ циклогексил и т.п. Циклические алкильные группы также могут называться "гомоциклические ядра" и включать ди- и полигомоциклические ядра, такие как декалин и адамантан. Алкенильные группы содержат, по меньшей мере, одну двойную связь между соседними атомами углерода. К примерам ненасыщенных алкенильных групп относятся циклопентенил и циклогексенил и т.п. К примерам неразветвленных и разветвленных алкенильных групп относятся этиленил, пропиленил, 1-бутенил, 2-бутенил, изобутиленил, 1-пентенил, 2-пентенил, 3-метил-1-бутенил, 2-метил-2-бутенил, 2,3-диметил-2-бутенил и подобные им соединения. К примерам неразветвленных и разветвленных алкинильных групп относятся ацетиленил, пропилил, 1-бутинил, 2-бутинил, 1-пентинил, 2-пентинил, 3-метил-1-бутинил и подобные им соединения. Хотя незамещенные алкильные группы, в целом, являются предпочтительными, также с успехом могут быть использованы замещенные алкильные группы.

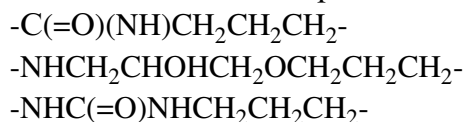
В определенных вариантах осуществления изобретения R может представлять собой или включать арильную группу. Термин "арил" в контексте настоящего документа является общим термином и используется в своем обычном смысле, означая, помимо прочего, ароматическую карбоциклическую группу, такую как фенил или нафтил, а также арилалкильные и алкиларильные группы. Термин "арилалкил" в контексте настоящего документа является общим термином и используется в своем обычном смысле, означая, помимо прочего, алкил, в котором, по меньшей мере, один атом водорода в алкиле замещен арильной группой, такой как бензил, $-\text{CH}_2$ (1 или 2-нафтил), $-(\text{CH}_2)_2$ фенил, $-(\text{CH}_2)_3$ фенил, $-\text{CH}(\text{фенил})_2$ и т.п. Термин "алкиларил" в контексте настоящего документа является общим термином и используется в своем обычном смысле, означая, помимо прочего, арил, в котором, по меньшей мере, один атом водорода в ариле замещен алкильной группой. Особенно предпочтительными арильными группами являются арил C_{6-12} и арилалкил C_{7-20} .

Хотя незамещенные алкильные или арильные группы являются, в целом, предпочтительными, в определенных вариантах осуществления изобретения с успехом

могут быть использованы замещенные алкильные или арильные группы. Термин "замещенный" в контексте настоящего документа является общим термином и используется в своем обычном смысле, означая, помимо прочего, любую из указанных выше групп (например, алкил, арил), в которой, по меньшей мере, один атом водорода замещен заместителем. В случае кето-заместителя (-C(=O)-) замещается два атома водорода. В замещенных группах "заместители", в контексте предпочтительного варианта осуществления изобретения, представляют собой галоген, гидрокси-, циано-, нитро-группы, сульфонамид, карбоксами́д, карбоксильную группу, простой эфир, карбонил, amino-, алкиламино-, диалкиламино-, алкокси-, алкилтио-группы, галогеналкил и т.п. В качестве альтернативы, один или более атом углерода группы R может быть замещен гетероатомом, например, азота, кислорода или серы.

В некоторых вариантах осуществления изобретения кремнийсодержащая группа в качестве заместителя включает одну или более гидрокси-группу, например, бета-гидрокси-группу. Например, в некоторых вариантах осуществления изобретения кремнийсодержащий полимер включает одну или более гидроксаматную группу (-CONH(OH)). Любой из описанных в настоящем документе кремнийсодержащих полимеров может быть гидроксамированным. Например, одним из вариантов осуществления изобретения обеспечивается гидроксамированный водорастворимый или вододиспергируемый кремнийсодержащий полимер, включающий кремнийсодержащую группу, прикрепленную к нему.

Боковая кремнийсодержащая группа(группы) может быть связана непосредственно с атомом (например, атомом углерода) основной цепи кремнийсодержащего полимера или связана с основной цепью полимера через надлежащую сшивающую группу. К примерам сшивающих групп относятся насыщенные линейные алкильные цепи C₁₋₆, а также алкильные цепи с простыми эфирными связями (например, сшивающие алкокси- или поли(алкокси)-группы). Другие сшивающие группы включают алкильные цепи с амидными связями и гидрокси-заместителями, например:



В одном из вариантов осуществления изобретения боковые кремнийсодержащие группы включены или прикреплены к основной цепи полимера и/или любой адекватной части полимера (например, как концевая группа, на привитой части или боковой цепи и т.п.). В определенных вариантах осуществления изобретения может оказаться желательным наличие других боковых групп помимо кремнийсодержащей боковой группы. К примерам других боковых групп относятся карбоксилатные группы, такие как -C(=O)O⁻ или -C(=O)OH, амидные группы, такие как -C(=O)NH₂, гидроксаматные группы, такие как -C(=O)NHO⁻, и аминогруппы, такие как -NH₂. Также могут быть применены другие боковые группы, как станет понятно специалистам в данной области.

В некоторых вариантах осуществления изобретения основная цепь полимера включает этиленовые замещенные повторяющиеся звенья, например, -[CH₂C(R^x)N]-, где R^x включает группу силана с сшивающей группой или без нее, как описано в данном документе, или другой боковой заместитель. Может быть использован единственный тип сшивающей группы либо сочетание сшивающих групп. В определенных вариантах осуществления изобретения дополнительные атомы

водорода этиленового повторяющегося звена могут быть замещены боковой группой силана или некоторой другой боковой группой, например, метильной группой.

Описанные в настоящем документе кремнийсодержащие полимеры могут быть получены различными способами. См., например, патенты США № 6814873 и № 7390415 и патентные публикации США № 2004/0162406 A1, 2005/0010008 A2, которые включаются в настоящий документ путем ссылки, особенно, в целях описания кремнийсодержащих полимеров и способов их получения. Например, в некоторых вариантах осуществления изобретения они могут быть получены путем полимеризации мономера, содержащего группу $-\text{Si}(\text{OR})_3$ формулы (I), или путем сополимеризации такого мономера с одним или более сомономером. К пригодным силансодержащим мономерам, помимо прочего, относятся винилтриэтоксисилан, винилтриметоксисилан, аллилтриэтоксисилан, бутенилтриэтоксисилан, γ -н-акриламидопропилтриэтоксисилан, γ -н-метакриламидопропилтриэтоксисилан, п-триэтоксисилилстирол, 2-(метилтриметоксисилил)акриловая кислота, 2-(метилтриметоксисилил)метакриловая кислота, 2-(метилтриметоксисилил)-1,4-бутадиен, н-триэтоксисилилпропилмалеимид и другие продукты реакций малеинового ангидрида и других ненасыщенных ангидридов с аминосоединениями, содержащими группу $-\text{Si}(\text{OR})_3$. Мономеры или конечные повторяющиеся звенья могут быть гидролизованы водным основанием либо до, либо после полимеризации. К пригодным сомономерам, помимо прочего, относятся винилацетат, акрилонитрил, стирол, акриловая кислота и ее сложные эфиры, метакриловая кислота и ее сложные эфиры, акриламид и замещенные акриламиды, такие как акриламидометилпропансульфоновая кислота, метакриламид и замещенные метакриламиды, такие как метакриламидометилпропансульфоновая кислота. Эти сополимеры могут также представлять собой привитые сополимеры, такие как поли(акриловая кислота)-g-поли(винилтриэтоксисилан) или поли(винилацетат-со-котоновая кислота)-g-поли(винилтриэтоксисилан). Эти полимеры могут быть получены во многих растворителях, таких как ацетон, тетрагидрофуран, толуол, ксилол и т.п. В некоторых случаях полимер растворим в реакционном растворителе и может быть без труда извлечен путем отгонки растворителя или, если полимер нерастворим в реакционном растворителе, продукт без труда может быть отделен фильтрацией; однако, может быть применен любой адекватный способ извлечения. К пригодным инициаторам относятся 2,2'-азобис-(2,4-диметилвалеронитрил) и 2,2'-азобисизобутиронитрил, бензоилпероксид, гидропероксид кумена и т.п.

В некоторых вариантах осуществления изобретения описанные в данном документе кремнийсодержащие полимеры могут быть получены при использовании в качестве реагента соединения, содержащего группу $-\text{Si}(\text{OR})_3$, а также реакционноспособную группу, которая может вступить в реакцию с любой боковой группой или атомом основной цепи существующего полимера. Возможно осуществление реакции полиамидов со множеством соединений, содержащих одну или более группу $-\text{Si}(\text{OR})_3$, с образованием полимеров, которые могут быть использованы в предпочтительных вариантах осуществления изобретения. Реакционноспособная группа может представлять собой галоидный алкил, такой как хлорпропил, бромэтил, хлорметил, бромундецил или другую подходящую группу. Соединение, содержащее одну или более группу $-\text{Si}(\text{OR})_3$, может включать эпокси-группу, такую как глицидоксипропил, 1,2-эпоксиамил, 1,2-эпоксидецил или 3,4-эпоксициклогексилэтил. Реакционноспособная группа также может представлять собой сочетание гидроксильной группы и галогенида, например, 3-хлор-2-гидроксипропил.

Реакционноспособная группа также может включать изоцианатную группу, такую как изоцианатопропил или изоцианатометил, которая вступает в реакцию с образованием мочевиной связи. Кроме того, возможно использование силанов, содержащих ангидридные группы, такие как триэтоксисилилпропилянтарный ангидрид. Эти реакции могут быть осуществлены либо в чистых реагентах, либо в подходящем растворителе. Кроме того, могут быть введены другие функциональные группы, такие как алкильные группы, путем осуществления реакции между другими амино-группами или атомами азота полимера с галоидными алкилами, эпокси-соединениями или изоцианатами. Полиамины могут быть получены различными способами. Например, они могут быть получены по реакции полимеризации с раскрытием кольца азиридина или подобных ему соединений. Они также могут быть получены по реакции конденсации аминов, таких как аммиак, метиламин, диметиламин, этилендиамин и т.п., с реакционноспособными соединениями, такими как 1,2-дихлорэтан, эпихлоргидрин, эпибромгидрин или аналогичными соединениями.

Полимеры, содержащие ангидридную группу, могут вступать в реакцию со многими кремнийсодержащими соединениями (например, содержащими одну или более группу $-\text{Si}(\text{OR})_3$) с образованием вариантов осуществления кремнийсодержащих полимеров, описываемых в настоящем документе. К пригодным исходным полимерам относятся гомополимер малеинового ангидрида и сополимеры малеинового ангидрида с такими мономерами, как стирол, этилен, метилвинилэфир и т.п. Исходный полимер также может представлять собой привитой сополимер, такой как поли(1,4-бутадиен)-g-малеиновый ангидрид или полиэтилен-g-малеиновый ангидрид и т.п. К другим пригодным ангидридным мономерам относятся итаконовый и цитраконовый ангидриды. К пригодным реакционноспособным соединениям силана относятся, помимо прочего, γ -аминопропилтриэтоксисилан, бис(γ -триэтоксисилилпропил)амин, *n*-фенил- γ -аминопропилтриэтоксисилан, *p*-аминофенилтриэтоксисилан, 3-(*m*-аминофеноксипропил)-триметоксисилан, γ -аминобутилтриэтоксисилан и т.п. Другие функциональные группы могут быть введены в полимер путем осуществления реакции с аминами, спиртами и другими соединениями.

Полимеры, содержащие гидроксильные группы, могут вступать в реакцию с эпокси-группами, такими как глицидоксипропилтриметоксисилан. К примерам полимеров, содержащих гидроксильные группы, относятся полисахариды, такие как крахмал и гидроксиэтилцеллюлоза.

В определенных вариантах осуществления изобретения кремнийсодержащий полимер выбирают из группы, состоящей из кремнийсодержащего полиэтиленimina, сополимера винилтриэтоксисилана, сополимера акриловой кислоты и/или метакриловой кислоты и триэтоксисилилпропилакриламида, сополимера акриловой кислоты и/или метакриловой кислоты и триэтоксисилилпропилметакриламида, сополимера акриловой кислоты и/или метакриловой кислоты и триэтоксивинилсилана, кремнийсодержащего полисахарида (например, кремнийсодержащего крахмала или кремнийсодержащей целлюлозы, такой как гидроксиэтилцеллюлоза), кремнийсодержащего сополимера стирола/малеинового ангидрида, кремнийсодержащего сополимера малеинового ангидрида/алкилвинилэфира (например, кремнийсодержащего сополимера малеинового ангидрида/метилвинилэфира) и их смесей.

В одном из вариантов осуществления изобретения кремнийсодержащий полимер включает повторяющиеся звенья, причем повторяющиеся звенья представляют собой

первое повторяющееся звено со структурой $[\text{CH}_2\text{C}(\text{R}^1)\text{H}]$ - и второе повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^2)\text{H}]$ -, где R^1 означает $-\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$, и где R^2 означает $-\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{O}^-)_3$. В одном из вариантов осуществления изобретения количество
 5 первого повторяющегося звена составляет, по меньшей мере, около 70%, например, по меньшей мере, около 80% по числу звеньев относительно общего числа повторяющихся звеньев в полимере. В этом варианте осуществления изобретения дополнительные атомы водорода повторяющихся звеньев могут быть замещены боковой группой, например, метильной группой.

10 В одном из вариантов осуществления изобретения кремнийсодержащий полимер включает повторяющиеся звенья, где повторяющиеся звенья представляют собой первое повторяющееся звено со структурой $[\text{CH}_2\text{C}(\text{R}^1)\text{H}]$ -, второе повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^2)\text{H}]$ -, третье повторяющееся звено со структурой -
 15 $[\text{CH}_2\text{C}(\text{R}^3)\text{H}]$ -, четвертое повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^4)\text{H}]$ - и, необязательно, пятое повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^5)\text{H}]$ -, где R^1 означает $\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$, где R^2 означает $-\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$, где R^3 означает $-\text{C}(=\text{O})\text{NHO}^-$, где R^4 означает $-\text{NHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{O}^-)_3$, и где R^5 означает $-\text{NH}_2$. В этом
 20 варианте осуществления изобретения дополнительные атомы водорода повторяющихся звеньев могут быть замещены боковой группой, например, метильной группой. В одном из вариантов осуществления изобретения кремнийсодержащий полимер включает до примерно 50% единиц первого
 25 повторяющегося звена, до примерно 90% единиц второго повторяющегося звена, от примерно 1% до примерно 60% единиц третьего повторяющегося звена, от примерно 1% до примерно 30% единиц четвертого повторяющегося звена и от примерно 1% до примерно 30% единиц пятого повторяющегося звена. В одном из
 30 вариантов осуществления изобретения первое повторяющееся звено и второе повторяющееся звено вместе составляют от примерно 80% до примерно 85% повторяющихся звеньев, третье повторяющееся звено составляет от примерно 5% до примерно 15% повторяющихся звеньев, четвертое и пятое повторяющиеся звенья вместе составляют оставшуюся часть повторяющихся звеньев.

35 В одном из вариантов осуществления изобретения кремнийсодержащий полимер включает повторяющиеся звенья, где повторяющиеся звенья представляют собой первое повторяющееся звено со структурой $[\text{CH}_2\text{C}(\text{R}^1)\text{H}]$ -, второе повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^2)\text{H}]$ -, третье повторяющееся звено со структурой -
 40 $[\text{CH}_2\text{C}(\text{R}^3)\text{H}]$ -, четвертое повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^4)\text{H}]$ - и, необязательно, пятое повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^5)\text{H}]$ -, где R^1 означает $\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$, где R^2 означает $-\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$, где R^3 означает $-\text{C}(=\text{O})\text{NHO}^-$, где R^4 означает $-\text{NHC}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{O}^-)_3$, и где R^5 означает $-\text{NH}_2$. В этом варианте
 45 осуществления изобретения дополнительные атомы водорода повторяющихся звеньев могут быть замещены боковой группой, например, метильной группой. В одном из вариантов осуществления изобретения первое повторяющееся звено и второе повторяющееся звено вместе составляют от примерно 65% до примерно 70%
 50 повторяющихся звеньев, третье повторяющееся звено составляет от примерно 20% до примерно 30% повторяющихся звеньев, четвертое и пятое повторяющиеся звенья вместе составляют оставшуюся часть повторяющихся звеньев.

В одном из вариантов осуществления изобретения кремнийсодержащий полимер

включает повторяющиеся звенья, где повторяющиеся звенья представляют собой первое повторяющееся звено со структурой $[\text{CH}_2\text{C}(\text{R}^1)\text{H}]^-$, второе повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^2)\text{H}]^-$, третье повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^3)\text{H}]^-$ и четвертое повторяющееся звено со структурой $-\text{[CH}_2\text{C}(\text{R}^4)\text{H}]^-$, где R^1 означает $\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$, где R^2 означает $-\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$, где R^3 означает $-\text{C}(=\text{O})\text{NHO}^-$, где R^4 означает $-\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{O}^-)_3$. В этом варианте осуществления изобретения дополнительные атомы водорода повторяющихся звеньев могут быть замещены боковой группой, например, метильной группой. В одном из вариантов осуществления изобретения первое повторяющееся звено составляет от 0% до 40% повторяющихся звеньев, второе повторяющееся звено составляет от 10% до 85% повторяющихся звеньев, третье повторяющееся звено составляет от 1% до примерно 25% повторяющихся звеньев, и четвертое повторяющееся звено составляет от 1% до примерно 25% повторяющихся звеньев.

Композиции флокулянтов и способы их использования, описываемые в настоящем документе, могут включать любой пригодный флокулянт или сочетания флокулянтов. Например, одним из вариантов осуществления изобретения обеспечивается композиция флокулянта, включающая кремнийсодержащий полимерный флокулянт, описываемый в настоящем документе (например, кремнийсодержащий полимерный флокулянт для силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция, диоксида титана и их сочетаний), и полимерный флокулянт для шлама процесса Байера или Синтера. В одном из вариантов осуществления изобретения полимерный флокулянт для шлама процесса Байера или Синтера может представлять собой анионный полимерный флокулянт. В одном из вариантов осуществления изобретения весовое отношение количества кремнийсодержащего полимерного флокулянта к количеству полимерного флокулянта в композиции флокулянта соответствует диапазону от примерно 100:1 до примерно 1:10, например, лежит в диапазоне от примерно 10:1 до примерно 1:2, таким как примерно 1:1.

Полимерные флокулянты, пригодные для процессов варки бокситовой руды, таких как процессы Байера и Синтера, включают анионные полимеры, известные специалистам в данной области как пригодные для использования в качестве полимерных флокулянтов для шлама процессов Байера и Синтера. К примерам пригодных анионных полимерных флокулянтов относятся гомополимеры акриловой кислоты или акрилатов; сополимеры акриловой кислоты или акрилатных мономеров; гомополимеры метакриловой кислоты или метакрилатов; сополимеры метакриловой кислоты или метакрилатных мономеров; соли указанных кислот и полиакриламидов, щелочных металлов, щелочноземельных металлов или аммония; полимеры, содержащие группу гидроксамовой кислоты или ее соли; или сочетание любых из перечисленных полимеров. В одном из вариантов осуществления изобретения анионный полимерный флокулянт является гидроксамированным полимером, например, гидроксамированным полиакриламидом. Количество анионных повторяющихся звеньев в этом анионном полимере может изменяться в широком диапазоне. Например, в одном из вариантов осуществления изобретения анионный полимерный флокулянт включает, по меньшей мере, 50% анионных повторяющихся звеньев. Средневесовая молекулярная масса анионных полимерных флокулянтов обычно составляет около 1000 или более, например, около 10000 или более; около 100000 или более; около 1000000 или более; или около 5000000 или более. В

некоторых вариантах осуществления изобретения молекулярная масса равна 30000000 или менее. Специалистам в данной области ясно, что вышеизложенное представляет собой описание диапазонов между каждой из указанных величин, и, таким образом, понятно, например, что средневесовая молекулярная масса анионного полимерного флоккулянта может составлять от примерно 5000000 до примерно 30000000.

К другим типам флоккулянтов, обычно применяемых в процессах варки бокситовой руды с целью извлечения глинозема, таких как процессы Байера и Синтера, относятся неионогенные флоккулянты, такие как крахмал (например, пептизированный крахмал из кукурузы или картофеля), полисахариды, альгинаты, декстран или мука. Хотя анионные флоккулянты особенно предпочтительно использовать в процессах Байера и Синтера, отдельные катионные, неионогенные или амфотерные флоккулянты также могут быть с успехом применены в надлежащих количествах, как ясно специалистам в данной области.

Композиции флоккулянтов, в том числе те, которые включают кремнийсодержащий полимерный флоккулянт, описываемый в настоящем документе (например, кремнийсодержащий полимерный флоккулянт для силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция и диоксида титана), и/или полимерный флоккулянт для шлама процесса Байера или Синтера, могут быть концентрированными или разбавленными (например, водой) и могут включать дополнительные компоненты. Специалистам в данной области ясно, что технологические площадки по обработке бокситовой руды часто расположены далеко от места производства флоккулянтов, поэтому обычно желательно доставлять композицию флоккулянта на технологическую площадку в относительно концентрированной форме, чтобы свести к минимуму затраты на транспортировку. После этого концентрированная композиция флоккулянта может быть разбавлена на месте, что удобно, водной средой до получения разбавленной композиции флоккулянта к тому времени, когда ее планируется использовать. Водная среда, которой разбавляют концентрированную композицию флоккулянта, может представлять собой воду в относительно чистой форме, воду, рециркулируемую из различных источников, или водный технологический поток процесса варки бокситовой руды с целью извлечения глинозема.

В связи с вышеизложенным, специалистам в данной области понятно, что композиция флоккулянта, в том числе, композиция флоккулянта, включающая кремнийсодержащий полимерный флоккулянт, описываемый в настоящем документе, и/или полимерный флоккулянт для шлама процессов Байера или Синтера, может быть образована в ходе производства (например, в относительно концентрированной форме) и/или перед использованием, например, путем перемешивания на месте с водной средой, и что она может содержать дополнительные компоненты. К примерам дополнительных компонентов относятся вода, соли, стабилизаторы и регуляторы pH, а также такие компоненты, как силикаты кальция, алюмосиликаты кальция, титанат кальция, диоксид титана и шлам процессов Байера или Синтера. В одном из вариантов осуществления изобретения, по меньшей мере, часть силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция или диоксида титана является взвешенной в композиции флоккулянта. Концентрация любого конкретного полимерного флоккулянта в композиции флоккулянта может изменяться в широком диапазоне, например, от примерно 0,1 части на миллион до примерно 100% (например, высококонцентрированная форма, содержащая мало воды или не содержащая воды). Для относительно разбавленных композиций флоккулянта примерами пригодных

концентраций (анионного) полимерного флокулянта в композиции флокулянта являются количества в диапазоне от примерно одной части на миллион до примерно 500 частей на миллион. Ясно, что в случае композиций флокулянта, содержащих несколько компонентов, представляющих собой полимерные флокулянты, в том числе композиций, включающих кремнийсодержащий полимерный флокулянт, описываемый в настоящем документе (например, кремнийсодержащий полимерный флокулянт для силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция и диоксида титана), и полимерный флокулянт для шлама процесса Байера или Синтера, эти компоненты могут быть объединены во время производства и/или ко времени отгрузки или соединены ко времени использования, например, на площадке, находящейся в непосредственной близости к технологическому потоку процесса обработки бокситовой руды.

Полимерные флокулянты или композиции флокулянтов, описанные в настоящем документе, применимы в качестве флокулянтов. Например, одним из воплощений изобретения является способ флокуляции, включающий взаимное перемешивание кремнийсодержащего полимерного флокулянта и/или композиции флокулянта настоящего изобретения с технологическим потоком, таким как технологический поток процесса Байера или Синтера, в количестве, эффективном с точки зрения флокуляции, по меньшей мере, части взвешенных в нем твердых частиц. В одном из вариантов осуществления изобретения эти взвешенные твердые частицы включают один или более тип, выбранный из группы, состоящей из силиката кальция, алюмосиликата кальция, титаната кальция и/или диоксида титана. Другим воплощением изобретения является способ флокуляции, включающий взаимное перемешивание кремнийсодержащего полимерного флокулянта с технологическим потоком в количестве, эффективном с точки зрения флокуляции, по меньшей мере, части взвешенных в нем частиц силиката кальция, алюмосиликата кальция, титаната кальция, диоксида титана и/или их сочетаний; и отделение, по меньшей мере, части выпавшего в осадок силиката кальция, алюмосиликата кальция, титаната кальция и диоксида титана.

Одним из воплощений изобретения является способ уменьшения содержания взвешенных твердых частиц в технологическом потоке в ходе варки бокситовой руды с целью получения глинозема, куда полимер с боковой группой или концевой группой, включающей $-Si(OR)_3$, добавляют индивидуально или после или перед или совместно с обычным флокулянтom с целью эффективного осаждения взвешенных твердых частиц так, чтобы они могли быть легко отделены от технологического потока. Величина уменьшения содержания взвешенных твердых частиц может быть измерена и подвергнута сравнению с использованием контрольных образцов, которые, обычно, представляют собой соответствующие современному уровню развития технологические пробы. Количество полимерного(ных) флокулянта(ов), эффективное с точки зрения флокуляции определенного типа твердых частиц в конкретном технологическом потоке Байера и/или Синтера, может быть определено при помощи обычных процедур экспериментальных работ с учетом изложенных в настоящем документе рекомендаций. Это количество флокулянта обычно лежит в диапазоне от примерно 0,01 фунта до примерно 40 фунтов флокулянта на тонну твердых частиц (на сухой вес) (4,5 г - 18,1 кг), например, в различных диапазонах от примерно 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8 или 0,9 фунтов до примерно 15, 20, 25, 30 или 35 фунтов (от 0,045, 0,090, 0,136, 0,181, 0,227, 0,272, 0,315, 0,363 или 0,408 кг до 6,8, 9,07, 11,34, 13,6 или 15,87 кг). Специалистам в данной области ясно, что

вышеизложенное определяет диапазоны между каждой из указанных величин, таким образом, понятно, например, что полимерный флокулянт может быть использован в количестве, соответствующем диапазону от примерно 1 фунта до примерно 10 фунтов флокулянта на тонну твердых частиц (на сухой вес) (0,453-4,53 кг).

В одном из вариантов осуществления изобретения технологический поток содержит взвешенные частицы силиката кальция, алюмосиликата кальция и/или титаната кальция, например, от примерно 0,5 г на литр до примерно 200 г на литр взвешенных частиц силиката кальция, алюмосиликата кальция и/или титаната кальция. Как показано в примерах, приведенных далее, в некоторых вариантах своего осуществления полимерные флокулянты и композиции флокулянтов, описанные в настоящем документе, особенно хорошо подходят для флокулирования взвешенных частиц силиката кальция, алюмосиликата кальция и/или титаната кальция в таких технологических потоках, куда было добавлено более 1%, например, более 5% вес. (в пересчете на CaO) извести или другого источника кальция, такого как, например, CaCO₃ и Ca(OH)₂.

В контексте эксплуатации промышленной установки, полимерные флокулянты и/или композиции флокулянтов могут быть добавлены в сырье отстойника, как и описанные выше полимерные флокулянты. В качестве альтернативы, полимеры могут быть добавлены в переток первичного отстойника или в нижний слив варочных котлов. Эти полимеры также могут быть использованы при осаждении твердых частиц в контуре промывки шлама или в отстойнике обескремнивания. Эти полимеры, индивидуально или в сочетании с другими технологическими реагентами, также могут быть с успехом введены в других точках промышленной установки.

Примеры

Методика испытаний

Искусственный щелок получали путем добавления 342 г алюмината натрия, 60 г гидроксида натрия и 40 г карбоната натрия в воду с получением общего объема 1000 мл и нагревания до 100°C.

Алюмосиликат кальция получали путем добавления 250 г алюмината натрия, 13 г гидроксида натрия и 0,8 г силиката натрия в воду с получением общего объема 1000 мл и нагревания до 90°C с последующей фильтрацией, промывкой и сушкой для извлечения сухого алюмосиликата кальция. Силикат кальция получали путем соединения 200 г карбоната кальция и 60 г диоксида кремния и нагревания до 1200°C. Твердую фазу красного шлама получали из шламовой суспензии, обычно отводимой как отходы при эксплуатации установки по переработке бокситовой руды. Этот шлам промывали от связанного разбавленного раствора алюмината натрия, высушивали и размалывали.

Для испытаний на отстаивание на искусственных субстратах по отдельности силикат кальция, алюмосиликат кальция или титанат кальция или смеси алюмосиликата кальция, титаната кальция, диоксида титана и твердой фазы красного шлама, представляющие технологические потоки процессов Байера и Синтера, диспергировали в указанном выше щелоке, как правило, получая суспензию, содержащую около 40 г/л взвешенных твердых частиц. Разбавленный реагент смешивали с суспензией, содержащейся в градуированном цилиндре, используя перфорированный поршень, и измеряли время отстаивания до установленной отметки, на основании чего рассчитывали скорость отстаивания флокулированных твердых частиц. Кроме того, спустя тридцать минут отбирали пробу надосадочного щелока и фильтровали ее; затем твердые частицы, оставшиеся на фильтре, промывали и сушили

с целью измерения прозрачности надосадочной жидкости.

Оценка реагентов, используемых при очистке бокситов, также может быть осуществлена путем получения хорошо перемешанной пробы суспензии - сырья отстойника. Разбавленный реагент смешивали с суспензией, содержащейся в градуированном цилиндре, при помощи перфорированного поршня и измеряли время отстаивания до установленной отметки, на основании чего рассчитывали скорость отстаивания флоккулированных твердых частиц. Кроме того, спустя двадцать минут отбирали пробу надосадочного шелока и фильтровали ее; затем твердые частицы, оставшиеся на фильтре, промывали и сушили с целью измерения прозрачности надосадочной жидкости. В качестве альтернативы, мутность шелока, перетекающего из отстойника, рассматривали как косвенное измерение количества перетекающих твердых частиц (прозрачности надосадочной жидкости).

Пример 1a - реагент А

Сополимер стирола и малеинового ангидрида получали следующим образом. 53,39 г малеинового ангидрида добавляли к 877 г толуола в реакторе с рубашкой. Смесь при перемешивании немного нагревали (не выше 35°C), чтобы растворить малеиновый ангидрид. Затем в смесь добавляли 60,61 г стирола. Раствор продували азотом 45 мин, постепенно повышая температуру до 60°C. Смесь находилась в атмосфере азота все время осуществления полимеризации. 3 г пероксида лаурила добавляли, чтобы инициировать полимеризацию. Смесь нагревали до температуры от 70°C до 75°C, при которой выдерживали ее в течение 6 часов. Продукту перед выгрузкой давали остыть до комнатной температуры. Продукт дважды промывали толуолом и высушивали под вакуумом, получая поли(стирол-со-малеиновый ангидрид).

20 г поли(стирол-со-малеинового ангидрида) (74,7% твердого полимера) суспендировали в 135,82 г толуола и нагревали до 50°C. Раствор 0,39 г дипропиламина (DPA) и 5,11 г 3-аминопропилтриэтоксисилана в 23,96 г толуола при перемешивании добавляли в течение 10 мин при 50°C. Смесь нагревали с обратным холодильником в течение 30 мин. После того, как температуру снизили до менее, чем 50°C, смесь медленно, при перемешивании добавляли в 277,88 г 6%-ного раствора гидроксида натрия. Раствор осторожно перемешивали 60 мин, затем переносили в делительную воронку. Давали водной (щелочной) фазе полностью отделиться от фазы толуола; продукт, содержащийся в водной фазе, собирали, получая реагент А.

Пример 1b - реагент В

Силансодержащий мономер н-(3-триэтоксисил)пропилметил-акриламид получали следующим образом. 6,1 г 3-аминопропилтриэтоксисилана и 0,62 г трет-октиламина добавляли к 17,5 г THF (тетрагидрофуран) и помещали на водяную баню со льдом. В этот раствор при интенсивном перемешивании по каплям добавляли 5,21 г метакрилового ангидрида. После добавления смесь вынимали из водяной бани и выдерживали при комнатной температуре 3 часа при непрерывном перемешивании. Добавляли 29,17 г 20%-ного раствора гидроксида натрия, поддерживая температуру во время добавления раствора гидроксида натрия не выше 10°C. Когда добавление щелочи было завершено, раствор перемешивали при комнатной температуре один час. Перед использованием удаляли THF и этанол при помощи роторного испарителя.

Раствор охлаждали до менее чем 2°C в водяной бане со льдом и добавляли 1,98 г акриловой кислоты. Раствор перемешивали и добавляли 0,096 г 1%-ного водного раствора персульфата аммония, а затем 0,138 г 5%-ного водного раствора азобис-(4-циановалериановой кислоты) (Wako V-501 поставляемой Wako Chemicals USA, Inc.,

Richmond, шт. Виржиния, США). Раствор закрывали диафрагмой и продували азот 45 мин при 2°C. Затем добавляли 0,096 г 1%-ного водного раствора формальдегидсульфоксилата натрия для инициирования полимеризации. Температура реакции увеличилась до пикового значения, реактор помещали на масляную баню с температурой 50°C и проводили полимеризацию 10 часов, получая реагент В. Перед выгрузкой гелеобразному продукту давали остыть до комнатной температуры и растворяли его в щелочном растворе (2% гидроксида натрия) для осуществления испытания.

Пример 1c - реагент С

5 г полиэтиленimina (молекулярная масса 25000, получен от Aldrich Chemicals) смешивали в реакторе с 1,10 г глицидилоксипропилтриметоксисилана и 0,43 г 2-этилгексилглицидилового эфира. Компоненты тщательно перемешивали и выдерживали при 75°C 16 часов. После охлаждения до комнатной температуры в реактор добавляли 26,12 г 2%-ного раствора гидроксида натрия и нагревали до 75°C при перемешивании для получения 20%-ного раствора реагента С.

Пример 1d - реагент D

Силансодержащий мономер н-(3-триэтоксисилил)пропилакриламид получали следующим образом. 197,4 г 3-аминопропилтриэтоксисилана и 89,9 г триэтиламина растворяли в 330 г ТНФ, продували азотом и охлаждали до 0°C. При перемешивании по каплям добавляли 83,9 г хлорида акрилоила. После добавления смесь выдерживали при 40°C 2 часа. Затем смесь охлаждали до комнатной температуры, соль отфильтровали. Перед использованием растворитель ТНФ удаляли при помощи роторного испарителя.

В реактор помещали 28,65 г 45%-ного раствора гидроксида калия и 1,60 г деионизированной воды. Реактор помещали на водяную баню со льдом, при перемешивании в реактор медленно добавляли 13,65 г акриловой кислоты. В ходе добавления акриловой кислоты температуру поддерживали не выше 35°C. Затем добавляли 4,63 г силансодержащего мономера н-(3-триэтоксисилил)пропилакриламида. Раствор хорошо перемешивали до тех пор, пока не растворился весь силансодержащий мономер. Раствор мономера помещали на водяную баню со льдом, 30 мин продували азотом и охлаждали до 0°C. Продувку азотом продолжали в течение всего процесса полимеризации. После 30 минут продувки азотом добавляли 3,05 г 1%-ного водного раствора азобис-(4-циановалериановой кислоты) (Wako V-501 поставляемой Wako Chemicals USA, Inc., Richmond, шт. Виржиния, США). Через 15 мин добавляли 0,24 г 0,5%-ного водного раствора персульфата аммония, затем 0,24 г 0,5%-ного водного раствора формальдегидсульфоксилата натрия, раствор тщательно перемешивали. Через 30 мин реактор помещали на баню с температурой 75°C и проводили полимеризацию 5 часов при 75°C, получая реагент D. Продукт растворяли в щелочном растворе (2% гидроксида натрия) для осуществления испытания.

Пример 1e - реагент E

Сополимер стирола и малеинового ангидрида получали следующим образом. 53,39 г малеинового ангидрида добавляли к 765 г толуола в реакторе с рубашкой. Смесь при перемешивании немного нагревали (не выше 35°C), чтобы растворить малеиновый ангидрид. Затем в смесь добавляли 60,61 г стирола. Раствор продували азотом 45 мин, постепенно повышая температуру до 65°C. Смесь находилась в атмосфере азота все время осуществления полимеризации. 0,3 г пероксида лаурила добавляли, чтобы инициировать полимеризацию. Смесь нагревали до температуры

от 65°C до 70°C, при которой выдержали ее в течение 6 часов. Продукту перед выгрузкой давали остыть до комнатной температуры. Продукт дважды промывали толуолом и высушивали под вакуумом, получая поли(стирол-со-малеиновый ангидрид).

5 7 г поли(стирол-со-малеинового ангидрида) (89% твердого полимера) суспендировали в 90 г толуола и нагревали до 50°C. Раствор 0,18 г дипропиламина (ДРА) и 1,78 г 3-аминопропилтриэтоксисилана в 8,39 г толуола при перемешивании добавляли в течение 2 мин при 50°C. Смесь нагревали с обратным
10 холодильником в течение 30 мин. После того как температуру снижали до менее чем 50°C, в смесь при перемешивании добавляли раствор, содержащий 2,32 г гидрохлорида глицинамида, 5 г деионизированной воды и 2,32 г 50%-ного раствора гидроксида натрия. Смесь нагревали при 75°C один час, затем давали остыть до комнатной
15 температуры. Раствор для гидроксамирования получали в отдельном реакторе путем растворения 0,16 г безводного тиосульфата натрия в 5,63 г 30%-ного раствора сульфата гидроксиламина. Раствор для гидроксамирования разбавляли, добавляя 15 г воды, затем 6,16 г 50%-ного раствора гидроксида натрия при интенсивном
20 перемешивании на водяной бане со льдом. Затем смесь поли(стирол-со-малеинового ангидрида) медленно добавляли при перемешивании в раствор для гидроксамирования. Через 15 часов непрерывного перемешивания при комнатной
температуре добавляли 50,5 г деионизированной воды, перемешивали 20 мин, затем переносили в делительную воронку. Давали водной (щелочной) фазе полностью
25 отделиться от фазы толуола; продукт, содержащийся в водной фазе, собирали, получая реагент Е.

Эффективность реагентов А-Е без добавления флокулянта испытывали в суспензии алюмосиликата кальция; получена улучшенная прозрачность, как видно из
30 данных, представленных в таблице 1. Значительное повышение прозрачности наблюдается для реагентов А-Е. Затем также испытывали эффективность реагентов А-Е с точки зрения интенсификации флокуляции при их применении в сочетании с
выпускаемыми серийно флокулянтами. В испытании использовали выпускаемые серийно флокулянты SUPERFLOC® НХ-200, гидроксамированный флокулянт на основе полиакриламида, и SUPERFLOC® 1227, флокулянт на основе полиакрилата
35 аммония, оба от компании Cytec Industries Inc., West Paterson, Нью-Джерси, США). Реагенты А-Е в сочетании с флокулянтом SUPERFLOC® НХ-200 образовывали значительно более крупные хлопья, из-за чего скорость отстаивания увеличилась по
сравнению с использованием одного флокулянта или флокулянта в сочетании с SUPERFLOC® 1227. При использовании реагентов А-Е в сочетании с
40 флокулянтом SUPERFLOC® НХ-200 также существенно улучшилась прозрачность.

Таблица 1					
	Реагент	Дозировка, частей на миллион	Скорость отстаивания, м/ч	Прозрачность, г/л	
45	1	нет	0	нет ^а	12,81
	2	А	20	мутный	7,56
	3	А	40	мутный	6,77
	4	А/НХ-200 ^б	20/10	8,6	1,41
	5	А/НХ-200 ^б	10/10	9,4	1,48
50	6	А/SF1227 ^с	20/4	мутный	4,90
	7	А/SF1227 ^с	10/4	мутный	3,45
	8	В	20	мутный	2,99
	9	В	40	мутный	1,26
	10	В/НХ-200 ^б	20/10	7,7	1,35

11	B/HX-200 ^b	10/10	5,1	3,39
12	B/SF1227 ^c	20/4	мутный	2,43
13	B/SF1227 ^c	10/4	мутный	3,21
14	C	20	мутный	0,92
15	C	40	мутный	0,63
16	C/HX-200 ^b	20/10	9,4	0,71
17	C/HX-200 ^b	10/10	10,3	1,09
18	C/SF1227 ^c	20/4	мутный	1,47
19	C/SF1227 ^c	10/4	мутный	1,42
20	D	20	мутный	5,22
21	D	40	мутный	7,13
22	D/HX-200 ^b	20/10	4,2	1,29
23	D/HX-200 ^b	10/10	4,9	2,11
24	D/SF1227 ^c	20/4	мутный	4,08
25	D/SF1227 ^c	10/4	мутный	2,08
26	E	20	мутный	10,55
27	E	40	мутный	11,25
28	E/HX-200 ^b	20/10	2,7	2,55
^a нет флокуляции				
^b флокулянт SUPERFLOC® HX-200				
^c флокулянт SUPERFLOC® 1227				

Пример 2 - реагент F

15,28 г Scripset 520 (сополимера стирол-малеиновый ангидрид производства Hercules Inc., Wilmington, шт. Делавэр, США) суспендировали в 140,88 г толуола. Смесь продували азотом и нагревали при перемешивании до 50°C. Раствор 5,11 г аминопропилтриэтоксисилана и 0,39 г дипропиламина в 23,96 г толуола добавляли при перемешивании за 5 мин при 50°C. Смесь нагревали с обратным холодильником в течение 30 мин. После того как температуру снижали до менее чем 40°C, в смесь медленно, при перемешивании добавляли в 260,16 г 4%-ного раствора гидроксида натрия. Раствор осторожно перемешивали 60 мин, затем переносили в делительную воронку. Давали водной (щелочной) фазе полностью отделиться от фазы толуола; продукт, содержащийся в водной фазе, собирали, получая реагент F.

Эффективность реагента F испытывали в суспензии установки обескремнивания Синтера, данные испытания представлены в таблице 2. При использовании реагентов F флокуляция наблюдалась без добавления флокулянта. Также проведено испытание эффективности реагента F по интенсификации флокуляции в случае его применения в сочетании с серийно выпускаемыми флокулянтами. Для испытания выбирали серийно выпускаемый SUPERFLOC® HX-600, гидроксамированный флокулянт на основе полиакриламида аммония, от компании Cytec Industries Inc., West Paterson, Нью-Джерси, США. При использовании реагента F вместе с HX-600 показатель мутности был улучшен.

Таблица 2

	Реагент	Дозировка, частей на миллион	Скорость отстаивания, м/ч	Мутность, NTU*
29	HX-600 ^a	8	13,7	96
30	F	20	3,0	278
31	F/HX-600 ^a	2/8	10,8	39

^a SUPERFLOC® HX-600
* нефелометрическая единица мутности

Пример 3

Реагенты А-Е подвергали дополнительным испытаниям в суспензии титаната кальция, полученные данные представлены в таблице 3. Эффективность реагентов А-Е без добавления флокулянтов, выражающаяся в повышении прозрачности, наблюдалась при дозировке 20 и 40 частей на миллион. Повышение прозрачности также достигнуто при использовании реагентов А-Е в сочетании с флокулянтами SUPERFLOC® НХ-200 и SUPERFLOC® 1227 (оба от компании Cytec Industries Inc., West Paterson, Нью-Джерси, США), что подтверждают данные, представленные в таблице 3.

Таблица 3

	Реагент	Дозировка, частей на миллион	Скорость отстаивания, м/ч	Прозрачность, г/л
32	нет	0	нет ^а	9,86
33	А	20	мутный	0,84
34	А	40	мутный	0,48
35	А/НХ-200 ^б	20/10	21,6	0,52
36	А/НХ-200 ^б	40/10	18	0,68
37	А/SF1227 ^с	20/4	18	0,48
38	А/SF1227 ^с	40/4	10,8	0,58
39	В	20	4,9	0,32
40	В	40	5,0	0,50

41	В/НХ-200 ^б	20/10	15,4	0,28
42	В/НХ-200 ^б	10/10	15,4	0,22
43	В/SF1227 ^с	20/4	12,7	0,26
44	В/SF1227 ^с	10/4	14,4	0,28
45	С	20	мутный	3,24
46	С	40	мутный	1,87
47	С/НХ-200 ^б	20/10	19,6	0,36
48	С/НХ-200 ^б	10/10	21,6	0,30
49	С/SF1227 ^с	20/4	18,0	0,35
50	С/SF1227 ^с	40/4	18,0	0,24
51	Д	20	3,1	0,45
52	Д	40	4,0	0,73
53	Д/НХ-200 ^б	20/10	10,8	0,59
54	Д/НХ-200 ^б	10/10	16,6	0,33
55	Д/SF1227 ^с	20/4	12,0	0,63
56	Д/SF1227 ^с	10/4	13,5	6,07
57	Е	20	мутный	2,90
58	Е	40	мутный	1,59
59	Е/НХ-200 ^б	20/10	2,4	0,63

^а нет флокуляции

^б флокулянт SUPERFLOC® НХ-200

^с флокулянт SUPERFLOC® 1227

Пример 4

Реагенты А-Е подвергали дополнительным испытаниям в суспензии силиката кальция, полученные данные представлены в таблице 4. Как видно из этих данных, реагенты А-Е интенсифицируют флокуляцию суспензии силиката кальция без добавления флокулянтов, что выражается в повышении прозрачности при дозировке 20 и 40 частей на миллион. При использовании в сочетании с флокулянтами SUPERFLOC® НХ-200 и SUPERFLOC® 1227 (оба от компании Cytec Industries Inc., West Paterson, Нью-Джерси, США), реагенты А-Е способствуют

увеличению скорости отстаивания и повышению прозрачности, что подтверждают данные, представленные в таблице 4.

Таблица 4					
	Реагент	Дозировка, частей на миллион	Скорость отстаивания, м/ч	Прозрачность, г/л	
5	60	нет	0	нет ^a	4,48
	61	A	20	мутный	0,34
	62	A	40	мутный	0,30
	63	A/HX-200 ^b	20/10	14,4	0,30
10	64	A/HX-200 ^b	10/10	12,0	0,32
	65	A/SF1227 ^c	20/4	10,8	0,42
	66	A/SF1227 ^c	7,5/4	18,0	0,40
	67	B	20	4,5	0,37
	68	B	40	5,1	0,30
15	69	B/HX-200 ^b	20/10	11,4	0,21
	70	B/HX-200 ^b	10/10	13,5	0,30
	71	B/SF1227 ^c	20/4	12,7	0,34
	72	B/SF1227 ^c	10/4	14,4	0,31
	73	C	20	мутный	0,22
20	74	C	40	мутный	0,22
	75	C/HX-200 ^b	20/10	16,6	0,17
	76	C/HX-200 ^b	10/10	13,5	0,20
	77	C/SF1227 ^c	10/4	14,4	0,31
	78	C/SF1227 ^c	5/4	18,0	0,32
25	79	D	20	4,3	0,46
	80	D	40	мутный	0,43
	81	D/HX-200 ^b	20/10	10,8	0,29
30	82	D/HX-200 ^b	10/10	10,8	0,27
	83	D/SF1227 ^c	20/4	очень быстро	0,48
	84	D/SF1227 ^c	10/4	13,5	0,45
	85	E	40	мутный	3,91
	86	E/HX-200 ^b	20/10	7,2	0,50
35	^a нет флоккуляции				
	^b флоккулянт SUPERFLOC® HX-200				
	^c флоккулянт SUPERFLOC® 1227				

Пример 5

Реагенты А-Е подвергали дополнительным испытаниям в суспензии, представляющей технологический поток варки диаспоровых бокситов. Этот субстрат представлял собой смесь алюмосиликата кальция, титаната кальция и твердых частиц шлама, полученных с функционирующей установки. Полученные данные представлены в таблице 5. Значительное повышение прозрачности наблюдалось при использовании реагентов А-Е в сочетании с серийным флоккулянтом. Эти данные также подтверждают, что реагенты А-Е являются очень эффективными с точки зрения осаждения частиц алюмосиликата кальция и титаната кальция даже без добавления серийного флоккулянта.

Таблица 5					
	Реагент	Дозировка, частей на миллион	Скорость отстаивания, м/ч	Прозрачность, г/л	
50	87	нет	0	нет ^a	8,82
	88	A	20	мутный	1,08

89	A	40	мутный	0,97
90	A/HX-200 ^b	20/15	10,8	0,91
91	A/HX-200 ^b	10/15	12	0,78

5

92	A/SF1227 ^c	20/5	мутный	0,96	
93	A/SF1227 ^c	10/5	6,2	0,87	
94	B	20	5,1	0,75	
95	B	40	6,0	0,94	
10	96	B/HX-200 ^b	20/15	12,0	0,70
97	B/HX-200 ^b	10/15	10,8	0,60	
98	B/SF1227 ^c	20/5	12,0	1,05	
99	B/SF1227 ^c	10/5	9,0	0,96	
100	C	20	мутный	1,14	
15	101	C	40	мутный	0,84
102	C/HX-200 ^b	20/15	12,0	0,54	
103	C/HX-200 ^b	10/15	14,4	0,66	
104	C/SF1227 ^c	20/5	14,4	0,68	
105	C/SF1227 ^c	10/5	9,4	0,74	
20	106	D	20	мутный	1,70
107	D	40	мутный	0,97	
108	D/HX-200 ^b	20/15	10,8	0,97	
109	D/HX-200 ^b	10/15	10,8	3,16	
110	D/SF1227 ^c	20/5	мутный	1,02	
25	111	D/SF1227 ^c	10/5	мутный	0,96
112	E	20	мутный	2,94	
113	E	40	мутный	3,05	
114	E/HX-200 ^b	10/15	5,4	1,32	

^a нет флоккуляции

^b флоккулянт SUPERFLOC® HX-200

^c флоккулянт SUPERFLOC® 1227

30

Пример 6

Реагенты А-Е подвергали дополнительным испытаниям с использованием сырья отстойника установки по переработке диаспоровых бокситов. Полученные данные представлены в таблице 6. Было проведено испытание эффективности реагентов А и F с точки зрения интенсификации флоккуляции при использовании в сочетании с серийным флоккулянтном. В испытании использовали выпускаемый серийно SUPERFLOC® HX-2000, гидроксамированный флоккулянт на основе полиакриламида от компании Cytec Industries Inc., West Paterson, Нью-Джерси, США, и обычный флоккулянт на основе высокомолекулярного полиакрилата. Как ясно из таблицы 6, при использовании реагентов А и F в сочетании с серийно производимыми флоккулянтами достигается большая прозрачность.

45

Таблица 6					
	Реагент	Дозировка, частей на миллион	Скорость отстаивания, м/ч	Прозрачность, г/л	
	115	HX-2000 ^a	12	2,6	1,20
	116	HX-2000 ^a	20	2,6	0,87
50	117	A/HX-2000 ^a	2/12	1,8	0,67
118	F/HX-2000 ^a	2/12	2,0	0,85	
119	A/HX-2000 ^a	5/12	1,6	0,54	
120	F/HX-2000 ^a	5/12	1,6	0,57	
121	A/HX-2000 ^a	10/12	1,3	0,40	

122	F/HX-2000 ^a	10/12	1,3	0,49
123	PAA ^b	8	1,6	1,26
124	PAA ^b	16	2,2	0,97
125	A/PAA ^b	10/8	0,8	0,60
126	F/PAA ^b	10/8	1,0	0,57
127	A/PAA ^b	5/8	0,9	0,57
128	F/PAA ^b	5/8	1,2	0,44
129	A/PAA ^b	2/8	1,5	0,93
130	F/PAA ^b	2/8	1,6	0,71
131	A/PAA ^b	1/12	1,9	0,60

132	F/PAA ^b	1/12	2,5	0,72
-----	--------------------	------	-----	------

^a флокулянт SUPERFLOC® HX-2000
^b обычный флокулянт на основе полиакрилата

Пример 7

Проведено испытание эффективности реагента А по интенсификации флокуляции суспензий, содержащих смеси диоксид титана/красный шлам и алюмосиликат кальция/красный шлам, при использовании в сочетании с серийным флокулянтom. Выпускаемый серийно флокулянт представлял собой SUPERFLOC® HX-400, гидроксамированный флокулянт на основе полиакриламида от компании Cytec Industries Inc., West Paterson, Нью-Джерси, США. Как ясно из данных, представленных в таблице 7, реагент А в сочетании с флокулянтom повышает прозрачность по сравнению с использованием только серийного флокулянта в смеси 10/90 анатаз/красный шлам и в смесях 10/90 и 20/80 алюмосиликат кальция/красный шлам.

Таблица 7					
	Взвешенные твердые частицы	Реагент	Дозировка, частей на миллион	Скорость отстаивания, м/ч	Прозрачность, г/л
133	10%/90% диоксид титана/красный шлам	HX-400 ^a	15	30,9	0,52
134	10%/90% диоксид титана/красный шлам	A/HX-400 ^a	5/15	36,0	0,28
135	10%/90% алюмосиликат кальция/красный шлам	HX-400 ^a	15	27,0	0,48
136	10%/90% алюмосиликат кальция/красный шлам	A/HX-400 ^a	5/15	21,6	0,47

137	20%/80% алюмосиликат кальция/красный шлам	HX-400 ^a	15	21,6	0,36
138	20%/80% алюмосиликат кальция/красный шлам	A/HX-400 ^a	5/15	19,6	0,33

^a флокулянт SUPERFLOC® HX-400

Пример 8

Реагент А подвергли дополнительному испытанию с использованием сырья отстойника установки по переработке бокситов осветлением по Байеру, где диаспоровые бокситы подвергают варке при примерно 250°C с последующим введением гиббситового боксита и одновременным возвращением суспензии к атмосферному давлению (мгновенное испарение). Данные представлены в таблице 8. Проведено испытание эффективности реагента А с точки зрения интенсификации флокуляции при его использовании в сочетании с обычным серийно производимым

флоккулянт. Участвовавший в испытании серийный флоккулянт представлял собой обычный флоккулянт на основе высокомолекулярного полиакрилата. Как ясно из таблицы 8, при использовании реагента А в сочетании с серийно производимыми флоккулянтами достигается большая прозрачность и повышенная скорость осаднения.

Таблица 8				
	Реагент	Дозировка, частей на миллион	Скорость отстаивания, м/ч	Прозрачность, г/л
139	РАА ^а	6	3,8	6,0
140	РАА ^а	8	7,6	5,0
141	РАА ^а	16	11,9	1,8

142	А/РАА ^а	2/8	14,7	2,0
143	А/РАА ^а	5/8	12,7	2,0
144	А/РАА ^а	10/8	12,7	1,4
145	А/РАА ^а	2/6	8,3	2,9
146	А/РАА ^а	5/6	6,6	3,6
147	А/РАА ^а	10/6	3,5	2,8

^а обычный флоккулянт на основе полиакрилата

Пример 9

Реагент А подвергали дополнительному испытанию с использованием сырья отстойника установки по переработке бемитовых бокситов. Полученные данные представлены в таблице 9. Было проведено испытание эффективности реагента А с точки зрения интенсификации флокуляции при использовании в сочетании с обычными серийно производимыми флоккулянтами. В испытании участвовали обычный серийный флоккулянт, представляющий собой крахмал, и обычный флоккулянт на основе полиакрилата. Как ясно из таблицы 9, при использовании реагента А в сочетании с серийно производимыми флоккулянтами достигается большая прозрачность. Кроме того, при использовании реагента А в сочетании с флоккулянтном на основе полиакрилата достигнута повышенная скорость осаднения.

Таблица 9				
	Реагент	Дозировка, частей на миллион	Скорость отстаивания, м/ч	Прозрачность, г/л
139	крахмал ^а	52	мутный	0,20
140	А/крахмал ^а	8/52	мутный	0,07
141	РАА ^б	11	23,2	0,13
142	А/РАА ^б	8/11	41,8	0,08

^а обычный флоккулянт - крахмал

^б обычный флоккулянт на основе полиакрилата

Все цитируемые ссылочные материалы включаются в настоящий документ путем ссылки во всей своей полноте. В тех случаях, когда публикации или патенты или патентные заявки, включенные путем ссылки, противоречат изложенному в настоящем описании, подразумевается, что данное описание превагирует и/или имеет преимущественное право перед любым противоречащим материалом.

Все числа, выражающие количества компонентов, условия реакции и т.п., использованные в настоящем описании и формуле изобретения, следует понимать как во всех случаях модифицированные термином "около". Следовательно, если не

указано противоположное, числовые параметры, изложенные в описании и прилагаемой формуле изобретения, являются приближенными, их величина может зависеть от желаемых свойств, которые требуется получить при помощи настоящего изобретения. Как минимум, и без посягательства на ограничение применения доктрины эквивалентов к объему формулы изобретения, каждый числовой параметр следует рассматривать в свете количества значащих цифр и обычных способов округления.

В описании выше раскрыто несколько способов и материалов настоящего изобретения. В это изобретение могут быть внесены модификации в отношении этих способов и материалов, а также изменения в отношении способов производства и оборудования. Такие модификации станут очевидны специалистам в данной области по рассмотрению настоящего описания или при практической реализации описанного изобретения. Следовательно, не подразумевается, что настоящее изобретение ограничено конкретными вариантами его осуществления, раскрытыми в данном документе, напротив, оно охватывает все модификации и альтернативы, подпадающие под границы истинного объема и существа изобретения, сформулированные в прилагаемой формуле изобретения.

Формула изобретения

1. Способ флоккуляции, включающий взаимное перемешивание кремнийсодержащего полимерного флоккулянта с технологическим потоком процесса варки бокситовой руды в количестве, эффективном для того, чтобы флоккулировать, по меньшей мере, часть взвешенных в нем твердых частиц, где взвешенные твердые частицы включают, по меньшей мере, один тип, выбранный из группы, состоящей из: алюмосиликата кальция, силиката кальция, титаната кальция, диоксида титана и их смесей.

2. Способ флоккуляции по п.1, включающий взаимное перемешивание дополнительного полимерного флоккулянта для флоккуляции шлама в процессе варки бокситовой руды, где весовое отношение количества указанного кремнийсодержащего полимерного флоккулянта к количеству указанного дополнительного полимерного флоккулянта в указанной композиции флоккулянта соответствует диапазону от примерно 100:1 до примерно 1:10.

3. Способ флоккуляции по п.1 или 2, в котором кремнийсодержащий полимерный флоккулянт включает множество групп $-\text{Si}(\text{OR})_3$, где каждый из R независимо друг от друга выбран из группы, состоящей из: водорода, алкила C_{1-20} , алкенила C_{2-20} , алкинила C_{2-20} , арила C_{6-12} , арилалкила C_{7-20} , иона металла группы I, иона металла группы II или NR'_4^+ ; где каждый из R' независимо друг от друга выбран из группы, состоящей из: водорода, алкила C_{1-20} , алкенила C_{2-20} , алкинила C_{2-20} , арила C_{6-12} и арилалкила C_{7-20} ; и где каждый из R и R' независимо друг от друга является незамещенным, гидроксизамещенным или бета-гидрокси-замещенным.

4. Способ флоккуляции по п.3, в котором R выбран из группы, состоящей из: Na^+ , K^+ и NH_4^+ .

5. Способ флоккуляции по п.1, в котором кремнийсодержащий полимерный флоккулянт выбран из группы, состоящей из: кремнийсодержащего полиэтиленimina, сополимера винилтриэтоксисилана, сополимера акриловой кислоты и/или метакриловой кислоты и триэтоксисилпропилакриламида, сополимера акриловой кислоты и/или метакриловой кислоты и триэтоксисилпропилметакриламида, сополимера акриловой кислоты и/или метакриловой кислоты и триэтоксивинилсилана,

кремнийсодержащего полисахарида, кремнийсодержащего сополимера стирола/малеинового ангидрида, кремнийсодержащего сополимера малеинового ангидрида/алкилвинилэфира и их смесей.

5 6. Способ флокуляции по п.1, в котором кремнийсодержащий полимерный флокулянт является гидроксамированным.

7. Способ флокуляции по п. 2, в котором полимерный флокулянт является анионным полимерным флокулянтом.

10 8. Способ флокуляции по п.7, в котором анионный полимерный флокулянт представляет собой гидроксамированный полимер.

9. Способ флокуляции по п.8, в котором анионный полимерный флокулянт представляет собой гидроксамированный полиакриламид.

15 10. Способ флокуляции по любому из пп.7-8, в котором полимерный флокулянт выбран из группы, состоящей из: полиакрилата, поли(акриламид-со-акрилата) и их смесей.

11. Способ флокуляции по любому из пп.1-2, дополнительно включающий компонент, выбранный из группы, состоящей из: взвешенного твердого продукта процесса варки бокситовой руды, шлама и их сочетаний.

20 12. Способ флокуляции по любому из пп.1-2, включающий:

взаимное перемешивание кремнийсодержащего полимерного флокулянта с технологическим потоком процесса варки бокситовой руды в количестве, эффективном для того, чтобы флокулировать, по меньшей мере, часть взвешенных в нем твердых частиц;

25 отделение, по меньшей мере, части флокулированных взвешенных твердых частиц.

13. Способ флокуляции по любому из пп.1-2, в котором, по меньшей мере частично, взаимное перемешивание кремнийсодержащего полимерного флокулянта с технологическим потоком процесса варки бокситовой руды осуществляют, по меньшей мере, в одном устройстве промывки или отстойнике.

30 14. Способ флокуляции по любому из пп.1-2, включающий добавление кремнийсодержащего полимерного флокулянта в технологический поток в количестве, лежащем в диапазоне от, примерно 0,1 части на миллион до примерно 500 частей на миллион.

35 15. Способ флокуляции, включающий взаимное перемешивание композиции флокулянта, содержащей: кремнийсодержащий полимерный флокулянт для силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция и/или диоксида титана и полимерный флокулянт для шлама процессов Байера или Синтера, с технологическим потоком процесса Байера или Синтера в количестве, эффективном для того, чтобы флокулировать, по меньшей мере, часть взвешенных в нем твердых частиц, где взвешенные твердые частицы включают, по меньшей мере, один тип, выбранный из группы, состоящей из: силикатов кальция, алюмосиликатов кальция, титаната кальция, диоксида титана и их смесей.

45 16. Способ флокуляции по п.3, в котором полимерный флокулянт является анионным полимерным флокулянтом.

17. Способ флокуляции по п.16, в котором анионный полимерный флокулянт представляет собой гидроксамированный полимер.

50 18. Способ флокуляции по п.17, в котором анионный полимерный флокулянт представляет собой гидроксамированный полиакриламид.

19. Способ флокуляции по п.5, включающий взаимное перемешивание дополнительного полимерного флокулянта, в котором полимерный флокулянт

является анионным полимерным флокулянтom.

20. Способ флокуляции по п.19, в котором анионный полимерный флокулянт представляет собой гидроксамированный полимер.

5 21. Способ флокуляции по п.20, в котором анионный полимерный флокулянт представляет собой гидроксамированный полимер.

22. Способ флокуляции по п.3, включающий добавление кремнийсодержащего полимерного флокулянта в технологический поток в количестве, лежащем в диапазоне от примерно 0,1 части на миллион до примерно 500 частей на миллион.

10 23. Способ флокуляции по п.16, включающий добавление кремнийсодержащего полимерного флокулянта в технологический поток в количестве, лежащем в диапазоне от примерно 0,1 части на миллион до примерно 500 частей на миллион.

15 24. Способ флокуляции по п.17, включающий добавление кремнийсодержащего полимерного флокулянта в технологический поток в количестве, лежащем в диапазоне от примерно 0,1 части на миллион до примерно 500 частей на миллион.

25. Способ флокуляции по п.18, включающий добавление кремнийсодержащего полимерного флокулянта в технологический поток в количестве, лежащем в диапазоне от примерно 0,1 части на миллион до примерно 500 частей на миллион.

20

25

30

35

40

45

50