РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 750 556**(13) **C2**

(51) МПК
B03D 1/012 (2006.01)
B03D 1/016 (2006.01)
B03D 1/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
***B03D 1/012** (2021.02); **B03D 1/016** (2021.02); **B03D 1/02** (2021.02)*

(21)(22) Заявка: **2019108485, 25.08.2017**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.08.2017

Дата регистрации:
29.06.2021

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
26.08.2016 US 62/380,143

(43) Дата публикации заявки: **28.09.2020** Бюл. № **28**

(45) Опубликовано: **29.06.2021** Бюл. № **19**

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: **26.03.2019**

(86) Заявка PCT:
US 2017/048639 (25.08.2017)

(87) Публикация заявки PCT:
WO 2018/039575 (01.03.2018)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):
ЛЮ, Цзяньцзюнь (US),
О'БРАЙЕН, Кевин (US),
ХЭЙ, Дэниэл Н.Т. (US)

(73) Патентообладатель(и):
ЭКОЛАБ ЮЭсЭй, ИНК. (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **WO 2016109254 A1, 07.07.2016. SU 1514409 A1, 15.10.1989. SU 1447412 A1, 30.12.1988. RU 2494818 C1, 10.10.2013. RU 2443474 C1, 27.02.2012. WO 2009077015 A1, 25.06.2009. CN 104226488 A, 24.12.2014. Справочник по обогащению руд, Основные процессы под ред. БОГДАНОВА О.С., Москва, 1984, с.273, 370-372.**

(54) СУЛЬФОНИРОВАННЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ ПЕННОЙ ФЛОТАЦИИ

(57) Реферат:

Предложенная группа изобретений относится к способам, модификаторам и композициям для пенной флотации, в частности, для выделения целевых продуктов из минеральных руд, требующих тонкого измельчения. Барботажная композиция для пенной флотации содержит среду, руду оксида металла, содержащую пустую породу и целевой продукт, аминный коллектор, содержащий C12-C24 жирный амин, C12-C24 жирный диамин, C6-C13 простой эфирамин, C6-C13 простой эфирдиамин или любую их комбинацию и модификатор, содержащий один или более сульфонированных полимеров. Один или более сульфонированных полимеров содержит остаток сульфонированного винилового спирта, сульфонированного акриламида, сульфометилированного акриламида, стиролсульфоната или любую их комбинацию. Целевой продукт содержит оксид железа, и пустая порода содержит силикат, кремнезем, карбонат или любую их комбинацию. Данная композиция используется в способе пенной флотации, включающем получение барботажной композиции, барботирование

RU 2750556 C2

RU 2750556 C2

барботажной композиции с получением барботированной композиции, содержащей пену и барботированную суспензию. Барботированная суспензия содержит концентрат целевого продукта, а пена содержит хвосты пустой породы. Технический результат – повышение эффективности концентрации целевых продуктов из материалов, содержащих ультратонкие частицы. 3 н. и 12 з.п. ф-лы, 3 табл., 2 пр., 1 ил.

RU 2750556 C2

RU 2750556 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 750 556**(13) **C2**

(51) Int. Cl.
B03D 1/012 (2006.01)
B03D 1/016 (2006.01)
B03D 1/02 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
B03D 1/012 *(2021.02);* ***B03D 1/016*** *(2021.02);* ***B03D 1/02*** *(2021.02)*

(21)(22) Application: **2019108485, 25.08.2017**

(24) Effective date for property rights:
25.08.2017

Registration date:
29.06.2021

Priority:
(30) Convention priority:
26.08.2016 US 62/380,143

(43) Application published: **28.09.2020** Bull. № **28**

(45) Date of publication: **29.06.2021** Bull. № **19**

(85) Commencement of national phase: **26.03.2019**

(86) PCT application:
US 2017/048639 (25.08.2017)

(87) PCT publication:
WO 2018/039575 (01.03.2018)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaya, 25, stroenie 3, OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
LIU, Jianjun (US),
O'BRIEN, Kevin (US),
HAY, Daniel N.T. (US)

(73) Proprietor(s):
ECOLAB USA INC. (US)

RU 2750556 C2

(54) SULFONATED FOAM FLOTATION MODIFIERS

(57) Abstract:

FIELD: mineral processing.

SUBSTANCE: proposed group of inventions relates to methods, modifiers and compositions for foam flotation, in particular, for the separation of target products from mineral ores that require fine grinding. The bubbling composition for foam flotation contains a medium, a metal oxide ore containing the waste rock and the target product, an amine collector containing C12-C24 fatty amine, C12-C24 fatty diamine, C6-C13 simple ethyramine, C6-C13 simple etherdiamine or any combination thereof, and a modifier containing one or more sulfonated polymers. One or more sulfonated polymers contains a residue of sulfonated vinyl alcohol, sulfonated acrylamide, sulfomethylated acrylamide, styrene sulfonate, or any combination thereof. The target product contains iron oxide, and the waste rock contains silicate, silica, carbonate, or any combination thereof. This composition is used in the foam flotation method, which includes obtaining a bubbling composition, agitating the bubbling composition to obtain a bubbled composition containing foam and a bubbled suspension. The bubbled suspension contains the concentrate of the target product, and the foam contains waste rock tailings.

EFFECT: increasing the efficiency of concentration of target products from materials containing ultrafine

particles.

15 cl, 1 dwg, 3 tbl, 2 ex

RU 2750556 C2

RU 2750556 C2

[1] Настоящее изобретение относится к улучшенным способам, модификаторам и композициям для пенной флотации, в частности, для выделения целевых продуктов из минеральных руд, требующих тонкого измельчения.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[2] Настоящее изобретение относится к новым материалам, композициям и способам для повышения эффективности процессов обогащения способом пенной флотации. В процессе обогащения два или более материалов, которые совместно существуют в смеси материала в форме частиц, отделяют друг от друга с помощью механических процессов с химическими реагентами или без них. Зачастую один из таких материалов, целевой продукт, является более ценным или желательным, чем другой материал, пустая порода.

[3] Одной из форм обогащения является разделение способом пенной флотации. При разделении способом пенной флотации для получения суспензии суспендируют материал в форме частиц, содержащий руду, такую как дробленая или измельченная руда, с водой (или другим растворителем или смесью растворителей) вместе с химическими веществами, такими как коллекторы, модификаторы, подавители флотации и/или активаторы, которые способствуют отделению целевого продукта от пустой породы. Функция коллектора заключается в увеличении гидрофобности требуемых частиц, что способствует их всплыванию из суспензии. Затем в суспензию при необходимости добавляют пенообразующий агент (вспениватель) и барботируют с образованием пузырьков, которые поднимаются из суспензии, унося с собой гидрофобные частицы и образуя пенный слой над барботированной суспензией. Затем пенный слой можно осаждать на желобе флотомашины. Менее гидрофобный материал остается в суспензии, и таким образом происходит процесс разделения способом пенной флотации.

[4] Две традиционные формы процессов флотационного разделения представляют собой прямую флотацию и обратную флотацию. В процессах прямой флотации флотационная пена содержит целевой продукт или концентрат, а в процессах обратной флотации флотационная пена содержит пустую породу или хвосты. Целью флотации в любом из указанных процессов является выделение и извлечение максимально возможного количества целевого продукта из материала в форме частиц в максимально возможной концентрации, который затем можно использовать на последующих стадиях переработки. При пенной флотации суспензию, содержащую промывочную композицию, барботируют с получением пенного слоя и барботированной суспензии. При прямой пенной флотации пенный слой содержит концентрированный целевой продукт (концентрат), а барботированная суспензия содержит хвосты (концентрированную пустую породу). При обратной пенной флотации пенный слой содержит хвосты, а барботированная суспензия содержит концентрированный целевой продукт. При прямой пенной флотации пена содержит больше целевого продукта в пропорции к сумме целевого продукта и пустой породы, чем количество целевого продукта в пропорции к сумме целевого продукта и пустой породы в барботажной композиции до барботирования; и хвосты содержат больше пустой породы в пропорции к сумме целевого продукта и пустой породы, чем количество пустой породы в пропорции к сумме целевого продукта и пустой породы в барботажной композиции до барботирования. При обратной пенной флотации пена содержит больше пустой породы в пропорции к сумме целевого продукта и пустой породы, чем количество пустой породы в пропорции к сумме целевого продукта и пустой породы в барботажной композиции до барботирования; и поэтому хвосты содержат больше пустой породы в пропорции к сумме целевого продукта и пустой породы, чем количество пустой породы

в пропорции к сумме целевого продукта и пустой породы в барботажной композиции до барботирования.

[5] Разделение способом пенной флотации можно использовать для отделения твердых веществ от твердых веществ (таких как компоненты добытой руды) и жидкостей или полутвердых веществ от твердых веществ (например, отделение битума от нефтеносных песков).

[6] Подавители флотации обычно используют для содействия коллекторам при разделении минеральных руд способом пенной флотации. Подавители флотации препятствуют всплыванию хвостов (при прямой пенной флотации) или целевого продукта (при обратной флотации).

[7] Сульфонатные фрагменты используют в качестве подавителей флотации пустой породы, такой как кремнистые материалы, при флотации такого целевого продукта, как фосфат, при прямой пенной флотации.

[8] В патенте США 4172029 описан способ обогащения кремнистой фосфатной руды посредством пенной флотации с жирной кислотой и реагентами на основе нефтяного топлива, и кондиционирования фосфатной руды с алкил-замещенным ароматическим сульфонатом перед флотацией фосфатной руды.

[9] В патенте США 4514292 описаны подавители флотации пустой породы, которые состоят по существу из комбинации неорганического сульфита и солей некоторых сульфонированных соединений, для металлической руды и угля. Описанные соли включают соли бензолдисульфоновых кислот, нафталиндисульфоновых кислот, конденсатов формальдегида и нафталинсульфоновых кислот, нафтолсульфоновых кислот, лигнинсульфоновых кислот и сульфонированного квебрахо.

[10] В патенте США 4719009 описаны сложные полиэфирные материалы, содержащие простые эфирные группы и металлосульфонатные группы, подходящие в качестве подавителей флотации кремнистой пустой породы при выделении концентратов сульфида цинка из смешанных руд способом пенной флотации.

[11] В патенте США 5314073 описан способ обогащения кремнистой фосфатной руды посредством кондиционирования водной суспензии руды при pH от 7,5 до 10,5 с жирной кислотой и нефтяным топливом, а также диспергируемым в воде сложным сульфополиэфиром и аэрации кондиционированной фосфатной суспензии для флотации фосфата.

[12] В патенте США 5507395 описан способ подавления флотации кремнистой пустой породы, в котором подавитель флотации представляет собой привитой полимер поливинилового спирта и акриламида. Подавители флотации могут содержать сомономеры, такие как винилсульфонат, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновая кислота, стиролсульфоновая кислота и 2-сульфоэтилметакрилат.

[13] В патенте США 5525212 описан способ подавления флотации несульфидных силикатных материалов пустой породы, в котором подавитель флотации представляет собой смесь полисахарида и привитого полимера поливинилового спирта и акриламида. Акриламид может содержать сомономеры, такие как винилсульфонат, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновая кислота, стиролсульфоновая кислота и 2-сульфоэтилметакрилат.

[14] В патенте США 5531330 описан способ подавления флотации несульфидной, силикатной пустой породы. Подавитель флотации представляет собой полимерный материал, содержащий полимеризационный остаток акриламидного остатка(-ов), гидроксилсодержащее полимерное звено и полимерное звено, содержащее анионную группу. Полимерное звено, содержащее анионную группу, может содержать, среди

прочего, полимеризационный остаток винилсульфоната, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты, стиролсульфоновой кислоты и 2-сульфоэтилметакрилата.

[15] В патенте США 5533626 описан способ подавления флотации несульфидной, силикатной пустой породы, в котором подавитель флотации представляет собой смесь полисахарида и полимерного материала, содержащего полимеризационный остаток акриламидного остатка(-ов), гидроксилсодержащее полимерное звено и полимерное звено, содержащее анионную группу. Полимерное звено, содержащее анионную группу, может содержать, среди прочего, полимеризационный остаток винилсульфоната, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты, стиролсульфоновой кислоты и 2-сульфоэтилметакрилата.

[16] Кроме того, в качестве коллекторов используют сульфонатные фрагменты. Например, в патенте США 3164549 описано выделение фосфатной фракции из фосфатной руды с применением нефтяного топлива и сульфоновой кислоты или ее соли. В патенте США 5171427 описаны диалкилированные арилсульфоновые кислоты или их соли или их смеси, используемые в качестве коллекторов при флотации минералов, в частности, оксидных минералов.

[17] На основании вышесказанного можно сделать вывод, что сульфонатные фрагменты используют в качестве подавителей флотации минералов пустой породы, особенно кремнистой пустой породы, а также в способах, в которых обеспечивают флотацию такого продукта, как фосфат.

[18] Предпосылкой флотационного разделения является высвобождение частиц. Таким образом, для флотации минеральных руд необходимо измельчение (размол твердых частиц такими технологиями, как сухой размол, влажный размол и т,п,) для высвобождения минералов. Тщательный размол или измельчение может обеспечивать улучшение высвобождения частиц для разделения целевого продукта и пустой породы в процессе пенной флотации. Однако такой размол или измельчение может приводить к относительно большому содержанию ультратонких частиц (менее 10 мкм). Присутствие ультратонких частиц является проблемой для пенной флотации, например вследствие образования пленок шламов, что может приводить к снижению извлечения целевого продукта. При образовании пленок шламов ультратонкие частицы покрывают более крупные частицы руды. Указанная проблема является особенно острой для флотации несульфидных минеральных руд, таких как промышленные минеральные руды, фосфатные руды, калийные руды и руды оксидов металлов. Ультратонкие частицы пустой породы или материала с высоким содержанием пустой породы могут покрывать частицы целевого продукта или материала с высоким содержанием целевого продукта, и в таком случае материал с высоким содержанием целевого продукта может выделяться вместе с пустой породой в процессе пенной флотации. Такое непредвиденное обстоятельство может нежелательным образом обусловливать более низкую степень извлечения целевого продукта. Таким же образом, например, ультратонкие частицы целевого продукта могут покрывать частицы пустой породы, и, таким образом, частицы пустой породы могут выделяться вместе с продуктом флотации. Такое непредвиденное обстоятельство может нежелательным образом обусловливать более низкую степень чистоты целевого продукта. Во избежание таких проблем для удаления ультратонких частиц обычно осуществляют процессы обесшламливания до и во время подготовки к пенной флотации. Однако ультратонкие частицы зачастую все же попадают в процесс пенной флотации и вызывают образование пленок шламов и другие проблемы, которые негативно влияют на разделение целевого продукта и пустой породы. Таким образом,

в процессах пенной флотации часто используют подавители флотации для устранения негативного влияния ультратонких частиц в процессе пенной флотации посредством диспергирования ультратонких частиц целевого продукта и пустой породы и/или снижения доступности ультратонких частиц для образования покрытия на более крупных частицах в процессах обесшламливания и/или в процессах кондиционирования, или иного устранения потерь целевого продукта и/или снижения чистоты целевого продукта.

[19] С учетом вышеописанных проблем, преимуществом станет обеспечение улучшенных способов и/или композиций для пенной флотации, которые можно осуществлять на существующих установках для пенной флотации, с целью выделения целевых продуктов из руд. Преимуществом станет обеспечение улучшенных способов и/или композиций, которые можно эффективно использовать для концентрации целевых продуктов из материалов, содержащих ультратонкие частицы. Преимуществом станет обеспечение одного или более диспергаторов для эффективного диспергирования частиц целевого продукта и пустой породы в процессе измельчения, в процессах обесшламливания, в процессах кондиционирования или в любой комбинации указанных процессов, применяемых в отношении руд и/или суспензий измельченных руд, для разделения способом пенной флотации.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[20] В настоящем документе описана барботажная композиция, содержащая, состоящая из или состоящая по существу из (i) среды; (ii) руды, выбранной из калийной руды, угля, руды оксида металла, известняка, глины, песка, гравия, диатомита, каолина, бентонита, кремнезема, барита, гипса, талька, циркона, флюорита и любой их комбинации; (iii) аминного коллектора; и (iv) модификатора, содержащего один или более сульфонированных полимеров, причем указанная руда содержит целевой продукт и пустую породу. В различных вариантах реализации указанная среда содержит, состоит из или состоит по существу из воды. В некоторых вариантах реализации руда содержит, состоит из или состоит по существу из руды оксида металла. В различных вариантах реализации целевой продукт содержит, состоит из или состоит по существу из оксида железа. В различных вариантах реализации оксид железа выбран из магнетита, гематита, гетита и лимонита, и любой их комбинации. В различных вариантах реализации указанный целевой продукт содержит, состоит из или состоит по существу из магнетита. В различных вариантах реализации указанная пустая порода содержит силикат, диоксид кремния, карбонат или любую их комбинацию. В различных вариантах реализации указанный аминный коллектор содержит, состоит из или состоит по существу из C12-C24 жирного амина, C12-C24 жирного диамина, C6-C13 простого эфирамина, C6-C13 простого эфирдиамина или любой их комбинации. В некоторых таких вариантах реализации аминный коллектор содержит, состоит из или состоит по существу из C13 простого эфирдиамина. В различных вариантах реализации барботажная композиция имеет pH от 4 до 7.

[21] В различных вариантах реализации модификатор имеет средневесовую молекулярную массу от примерно 300 г/моль до примерно 100000 г/моль. В некоторых таких вариантах реализации указанный модификатор содержит, состоит из или состоит по существу из полимера, содержащего первый остаток, который содержит полимеризованный остаток акриловой кислоты и/или ее соли, и второй остаток, который содержит полимеризованный остаток акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты и/или ее соли (обобщенно ATBS), сульфометилированный акриламид или и ATBS, и сульфометилированный акриламид.

[22] В настоящем документе также описан способ пенной флотации, включающий получение барботажной композиции, содержащей, состоящей из или состоящей по существу из (i) среды, (ii) руды, выбранной из калийной руды, угля, руды оксида металла, известняка, глины, песка, гравия, диатомита, каолина, бентонита, кремнезема, барита, гипса, талька, циркона, флюорита и любой их комбинации (iii) коллектора и (iv) модификатора, содержащего один или более сульфонированных полимеров; и барботирование барботажной композиции с получением барботированной композиции, содержащей пену и барботированную суспензию, причем барботированная суспензия содержит концентрат целевого продукта, и пена содержит хвосты или пустую породу, содержащую диоксид кремния, силикат, карбонат или любую их комбинацию. В различных вариантах реализации руда содержит, состоит из или состоит по существу из руды оксида металла. В различных вариантах реализации среда содержит, состоит из или состоит по существу из воды. В различных вариантах реализации руда оксида металла содержит, состоит из или состоит по существу из железной руды. В некоторых таких вариантах реализации флотационная пена содержит диоксид кремния, силикат, карбонат или их комбинацию, и концентрат целевого продукта содержит оксид железа. В различных вариантах реализации указанный модификатор содержит, состоит из или состоит по существу из сульфонированного природного полимера, сульфонированного синтетического полимера или их комбинации. В некоторых таких вариантах реализации модификатор содержит, состоит из или состоит по существу из сульфонированного синтетического полимера, имеющего средневесовую молекулярную массу от примерно 300 г/моль до примерно 100000 г/моль. В некоторых таких вариантах реализации сульфонированный синтетический полимер содержит остаток сульфонированного винилового спирта, сульфонированного акриламида, сульфометилированного акриламида, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты, соли 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты, стиролсульфоновой кислоты, соли стиролсульфоновой кислоты или любой их комбинации. В некоторых таких вариантах реализации сульфонированный синтетический полимер дополнительно содержит остаток акриловой кислоты, соли акриловой кислоты, метакриловой кислоты, соли метакриловой кислоты, акриламида, винилового спирта, малеиновой кислоты, соли малеиновой кислоты, сложного эфира малеиновой кислоты или любой их комбинации. В некоторых вариантах реализации сульфонированный синтетический полимер содержит первый остаток акриловой кислоты и/или ее соли; и второй остаток 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты и/или ее соли (ATBS), сульфометилированный акриламид или их комбинацию. В некоторых таких вариантах реализации сульфонированный синтетический полимер имеет средневесовую молекулярную массу от примерно 300 г/моль до примерно 100000 г/моль. В различных вариантах реализации указанный способ дополнительно включает отделение по меньшей мере части концентрата целевого продукта от барботированной суспензии.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[23] На фиг. 1 представлен график зависимости процентной степени извлечения железа от % удаления диоксида кремния для трех испытаний пенной флотации.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[24] Несмотря на то, в настоящем описании приведены ссылки на предпочтительные варианты реализации, специалистам в данной области техники понятно, что допустимы изменения в форме и деталях, не выходящие за пределы сущности и объема настоящего изобретения. Ссылки на различные варианты реализации не ограничивают объем формулы изобретения, прилагаемый к нему. Кроме того, любые примеры, приведенные

далее в настоящем описании, не предназначены в качестве ограничения и лишь представляют некоторые из многих возможных вариантов реализации прилагаемой формулы изобретения.

[25] **Определения**

[26] Если не указано иное, все технические и научные термины, используемые в настоящем документе, имеют то же значение, которое обычно подразумевается специалистом в данной области техники. В случае противоречия следует руководствоваться настоящим документом, включая приведенные определения.

[27] В данном контексте термины «содержит(-ат)», «включает(-ют)», «имеющий», «имеет», «может», «содержит(-ат) в своем составе» и их варианты представляют собой неограничивающие переходные выражения, термины или слова, которые не исключают возможность наличия дополнительных действий или структур. Формы единственного числа включают ссылки на формы множественного числа, если из контекста очевидно не следует иное. Настоящее описание также предусматривает другие варианты реализации, «содержащие», «состоящие из» и «состоящие по существу из» вариантов реализации или элементов, представленных в настоящем документе, указанных или не указанных в явной форме.

[28] В данном контексте термин «необязательный» или «необязательно» означает, что описанное далее событие или обстоятельство может, но не обязательно должно иметь место, и что описание включает случаи, в которых указанное событие или обстоятельство имеет место, и случаи, в которых их нет.

[29] В данном контексте термин «примерно», модифицирующий, например, количество ингредиента в композиции, концентрацию, объем, температуру процесса, время процесса, выход, скорость потока, давление и подобные значения и их диапазоны, используемый при описании вариантов реализации настоящего изобретения, относится к колебанию указанного числового количества, которое может возникать, например, в результате обычных измерительных и рабочих процедур, используемых для получения соединений, композиций, концентратов или рабочих рецептур; в результате неизбежной погрешности при выполнении указанных процедур; в результате различий в процессе производства, среди поставщиков или чистоты исходных материалов или ингредиентов, используемых для осуществления указанных способов, и подобных соображений, касающихся приближения. Термин «примерно» также включает количества, отличающиеся вследствие старения рецептуры с определенной первоначальной концентрацией или смесью, а также количества, отличающиеся вследствие смешивания или переработки рецептуры с определенной первоначальной концентрацией или смесью. В случае модификации термином «примерно», прилагаемая формула изобретения включает эквиваленты указанных количественных значений. Кроме того, при использовании термина «примерно» для описания диапазона значений, например, «от примерно 1 до 5» или « от примерно 1 до примерно 5», такое описание означает «от 1 до 5», и «от примерно 1 до примерно 5», и «от 1 до примерно 5», и «от примерно 1 до 5», если в контексте нет специального ограничения.

[30] В данном контексте «руда» означает любой твердый земной материал экономического значения, получаемый в результате добычи, такой как карьерная выемка, разработка открытым способом или открытые горные работы: «руду» в данном контексте следует понимать как включающую не только горную породу, минералы и минеральные агрегаты, содержащие один или более металлов в элементарной форме и/или в форме химических соединений, но и уголь, а также другие твердые земные вещества.

[31] В данном контексте «карбонат», если специально не указано иное, означает неорганический карбонат, такой как материал, содержащий ионы CO_3^{2-}, HCO_3^- и противоионы.

[32] В данном контексте «фосфат», если специально не указано иное, относится к неорганическому фосфату, такому как материал, содержащий ионы PO_4^{3-}, $H_2PO_4^{2-}$ и $H_2PO_4^-$ и противоионы.

[33] В данном контексте «среда» означает материал, который является жидкостью при 20°C и давлении 1 атмосфера. В любом из вариантов реализации согласно настоящему изобретению среда может содержать, состоять из или состоять по существу из воды.

[34] В данном контексте «коллектор» означает материал, который селективно прилипает к требуемым частицам в барботажной композиции и увеличивает адгезию или ассоциацию требуемых частиц с пузырьками газа в процессе барботажа. «Требуемые частицы» представляют собой частицы с высоким содержанием пустой породы (при обратной пенной флотации) или частицы с высоким содержанием целевого продукта (при прямой пенной флотации).

[35] В данном контексте «аминный коллектор» означает органический фрагмент, содержащий аминную группу и/или аммониевую группу. Неограничивающие примеры аминных коллекторов включают C12-C24 жирные амины, C12-C24 жирные диамины, C6-C13 простые эфирамины, C6-C13 простые эфирдиамины или любые их комбинации, где термин «амин» относится к свободному амину, к его сопряженной кислоте или их комбинации.

[36] В данном контексте «в форме частиц» или «материал в форме частиц» означает множество частиц.

[37] В данном контексте «частица» означает дискретный твердый объект, которому можно приписать физико-химические свойства, такие как объем или масса, причем указанная частица имеет наибольший максимальный размер в любом направлении от примерно 0,001 мкм до примерно 5 мкм.

[38] В данном контексте «ультратонкие частицы» или «сверхтонкие частицы» означают материал в форме частиц, имеющих размер менее 10 мкм, по результатам измерения во влажном состоянии с помощью ситового анализа с вертикальным перемещением рабочего полотна сита. Методика ситового анализа описана в руководстве Американского общества по испытанию материалов (ASTM) C 136[2].

[39] В данном контексте «измельчать» означает уменьшать размер частиц материала в форме частиц. В различных вариантах реализации «измельченный» означает истолченный в порошок, растертый, молотый или иным образом разделенный на части механическими средствами.

[40] В данном контексте «барботажная композиция» означает композицию, содержащую материал в форме частиц, коллектор и жидкую среду. Такая композиция имеет жидкую поверхность и содержит суспензию материала в форме частиц в указанной среде. Такая композиция, после барботирования, содержит пену на жидкой поверхности и барботированную суспензию. При прямой пенной флотации пена содержит концентрат, а барботированная суспензия содержит хвосты. При обратной пенной флотации пена содержит хвосты, а барботированная суспензия содержит концентрат.

[41] В данном контексте «барботажная», «барботированная» или «барботирование» относится к введению газа в барботажную композицию для создания множества пузырьков, перемещающихся в жидкости вверх. В различных вариантах реализации

газом является воздух.

[42] В данном контексте «концентрат» относится к материалу, в котором целевой продукт концентрирован способом пенной флотации. Концентрат имеет более высокую концентрацию целевого продукта (в пропорции целевого продукта к сумме целевого продукта и пустой породы по массе), чем материал в форме частиц в барботажной композиции до барботирования.

[43] В данном контексте «хвосты» относится к материалу, в котором пустая порода концентрирована способом пенной флотации. Хвосты имеют более высокую концентрацию пустой породы (в пропорции пустой породы к сумме целевого продукта и пустой породы по массе), чем материал в форме частиц в барботажной композиции до барботирования.

[44] В данном контексте «барботированная суспензия» означает жидкую часть барботажной композиции, подверженную барботажу, причем на границе раздела воздуха и жидкости образована пена. В данном контексте барботированная суспензия не содержит или по существу не содержит пену.

[45] В данном контексте «суспензия частиц» означает композицию, содержащую жидкую среду и материал в форме частиц, причем материал в форме частиц диспергирован и/или суспендирован в среде, и при этом указанная композиция не содержит или по существу не содержит коллектор. В различных вариантах реализации жидкая среда состоит по существу из воды.

[46] В данном контексте «подавитель флотации» означает материал, который селективно снижает адгезию или ассоциацию нецелевых частиц в барботажной композиции с пузырьками газа в процессе барботажа. «Нецелевые частицы» представляют собой частицы с высоким содержанием пустой породы при прямой пенной флотации или частицы с высоким содержанием целевого продукта при обратной пенной флотации. Подавитель флотации обеспечивает уменьшение миграции нецелевых частиц к поверхности барботированной композиции.

[47] В данном контексте «вспениватель» или «пенообразующий агент» означает композицию вещества, снижающего поверхностное натяжение воды и обеспечивающего возможность образования пены на границе раздела воздуха и жидкости барботажной композиции во время барботажа.

[48] В данном контексте «диспергатор» означает вещество, способствующее диспергированию частиц руды в жидкой среде, облегчающее образование дисперсии частиц руды в жидкой среде, стабилизирующее дисперсию частиц руды в жидкой среде или обеспечивающее любую комбинацию указанных эффектов. В различных вариантах реализации диспергатор представляет собой вещество, которое диспергирует ультратонкие частицы руды в среде.

[49] В данном контексте «модификатор» означает материал, который представляет собой, действует как или является эффективным в качестве диспергатора, подавителя флотации или и диспергатора, и подавителя флотации. В различных вариантах реализации модификаторы согласно настоящему изобретению представляют собой, действуют как или являются эффективными в качестве и диспергаторов, и подавителей флотации.

[50] В данном контексте «ATBS» означает 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновую кислоту и/или ее соли, за исключением случаев, где указано следующее: в данном контексте «сульфоновая кислота ATBS» означает 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновую кислоту; в данном контексте «соль ATBS» означает соль 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты.

[51] В данном контексте «флотация» материала относится к процессу при пенной флотации, в ходе которого во время барботирования суспензии измельченной руды в жидкой среде указанный материал по меньшей мере частично мигрирует в пенный слой, образующийся на поверхности раздела жидкости-воздуха.

[52] В данном контексте «подавление флотации» материала относится к процессу при пенной флотации, в ходе которого во время барботирования суспензии измельченной руды в жидкой среде указанный материал по существу остается в барботированной суспензии и не склонен к миграции в пенный слой.

[53] В данном контексте «сульфонированный мономер» означает полимеризуемое соединение, содержащее по меньшей мере одну сульфонатную или сульфатную группу (SO_3H, $-SO_3R$, $-SO_3^-$, $-O-SO_3H$, $-O-SO_3R$ или $-O-SO_3^-$, где R представляет собой алкил, арил, алкарил или другую органическую группу).

[54] В данном контексте «сульфонированный мономерный остаток» и подобные термины означают полимеризованный остаток мономера, причем указанный остаток содержит по меньшей мере один сульфонатный или сульфатный фрагмент.

[55] В данном контексте «сульфонатный фрагмент», «сульфонат», «сульфонатная группа», «сульфонированный» и подобные термины означают фрагмент, содержащий по меньшей мере одну сульфонатную или сульфатную группу ($-SO_3H$, $-SO_3R$, $-SO_3^-$, $-O-SO_3H$, $-O-SO_3R$ или $-O-SO_3^-$, где R представляет собой алкил, арил, алкарил или другую органическую группу).

[56] В данном контексте «сульфонированный полимер» означает полимер, содержащий по меньшей мере одну сульфонатную или сульфатную группу ($-SO_3H$, $-SO_3R$, $-SO_3^-$, O SO_3H, $-O-SO_3R$ или $-O-SO_3^-$, где R представляет собой алкил, арил, алкарил или другую органическую группу).

[57] В данном контексте «руда оксида металла» означает руду в форме множества частиц, содержащую ионы металла и оксид-ионы. Неограничивающие примеры руд оксидов металлов включают измельченный магнетит, гематит, гетит и лимонит.

[58] В данном контексте «железная руда» означает руды, содержащие ионы железа. Примеры включают, но не ограничиваются этим, руды, содержащие магнетит, гематит, гетит, лимонит или любую их комбинацию.

[59] **Обсуждение**

[60] Ниже описаны предпочтительные способы и материалы, хотя при практическом осуществлении или испытании настоящего изобретения можно использовать такие же или эквивалентные способы и материалы, как описаны в настоящем документе. Все публикации, патентные заявки, патенты и другие ссылки, упомянутые в настоящем документе, включены в настоящий документ посредством ссылки в полном объеме. Материалы, способы и примеры, описанные в настоящем документе, являются лишь иллюстративными и не являются ограничивающими.

[61] Авторами настоящего изобретения обнаружено, что сульфонированные полимеры, имеющие средневесовую молекулярную массу примерно 100000 г/моль или менее, неожиданно улучшают флотацию минералов пустой породы при обратной флотации руд оксидов металлов, и было обнаружено, что сульфонированные полимеры действуют как диспергаторы для частиц целевого продукта и пустой породы в случае переработки руд оксидов металлов. Таким образом, сульфонированные полимеры можно использовать в качестве диспергаторов при прямой и обратной пенной флотации и можно вводить до флотации в процессе измельчения, в процессе обесшламливания,

в процессе кондиционирования или в любой их комбинации. В различных вариантах реализации сульфонированные полимеры уменьшают образование пленок шламов при пенной флотации.

[62] Указанные полимеры содержат одну или более сульфонатных и/или сульфатных групп. Описаны способы и композиции для пенной флотации, которые содержат модификаторы, содержащие, состоящие из или состоящие по существу из одного или более сульфонированных полимеров. Модификаторы, композиции, содержащие модификаторы, и способы можно воплощать на существующих установках пенной флотации для разделения целевого продукта и пустой породы измельченной руды. Измельченная руда содержит частицы руды. В различных вариантах реализации частицы руды содержат, состоят из или состоят по существу из ультратонких частиц. При использовании в способе обратной пенной флотации в среде для выделения целевого продукта и пустой породы из руды оксида металла, модификаторы согласно изобретению заявителя неожиданно обеспечивают улучшенное разделение и селективность в отношении концентрата или хвостов, улучшенное извлечение целевого продукта (измеренное по массе извлеченного целевого продукта относительно общего содержания целевого продукта в руде оксида металла), улучшенную чистоту (измеренную по массе целевого продукта в концентрате), улучшенное подавляющее действие подавителя флотации в отношении целевого продукта (измеренное по уменьшению дозы подавителя флотации), улучшенное диспергирование частиц руды, улучшенное диспергирование ультратонких частиц руды, сниженное образование пленок шламов на частицах руды или любую их комбинацию.

[63] **Первые варианты реализации**

[64] Таким образом, в первых вариантах реализации предложена барботажная композиция для пенной флотации, содержащая, состоящая из или состоящая по существу из среды, руды, которая содержит целевой продукт и пустую породу, коллектора и модификатора, содержащего один или более сульфонированных полимеров. В различных вариантах реализации барботажная композиция для пенной флотации представляет сбой барботажную композицию для обратной пенной флотации. В различных вариантах реализации указанная среда содержит, состоит из или состоит по существу из воды. В различных вариантах реализации средой является вода. В различных вариантах реализации руда выбрана из калийной руды, угля, руды оксида металла, известняка, глины, песка, гравия, диатомита, каолина, бентонита, кремнезема, барита, гипса, талька, циркона, флюорита и любой их комбинации. В различных вариантах реализации руда содержит, состоит из или состоит по существу из руды оксида металла. В различных вариантах реализации руда содержит, состоит из или состоит по существу из железной руды. В различных вариантах реализации руда оксида металла представляет собой железную руду. В различных вариантах реализации целевой продукт содержит, состоит из или состоит по существу из оксида железа. В некоторых таких вариантах реализации целевой продукт содержит, состоит из или состоит по существу из магнетита, гематита, гетита, лимонита или любой их комбинации. В различных вариантах реализации указанный целевой продукт содержит, состоит из или состоит по существу из магнетита. В различных вариантах реализации пустая порода содержит, состоит из или состоит по существу из силиката, кремнезема, карбоната или их комбинации.

[65] В альтернативных первых вариантах реализации руда оксида металла выбрана из железной руды, вольфрамита-шеелита, руды оксида меди, руды оксида цинка, руды оксида свинца, оксидной руды, содержащей золото, боксита и любой их комбинации.

[66] В первых вариантах реализации аминный коллектор выбран из C12-C24 жирных

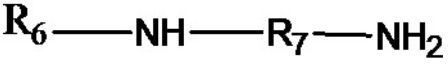
аминов, C12-C24 жирных диаминов, C6-C13 простых эфираминов, C6-C13 простых эфирдиаминов или любой их комбинации.

[67] В первых вариантах реализации аминный коллектор выбран из одного или более жирных аминов, имеющих структуру (I)

R_6NH_2

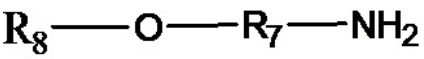
(I),

где R_6 представляет собой C12-C24 линейный или разветвленный алкил; одного или более жирных диаминов имеющих структуру (II)



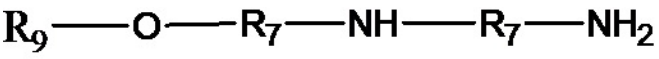
(II),

где R_6 представляет собой C12-C24 линейный или разветвленный алкил, и R_7 представляет собой линейную или разветвленную углеводородную цепь, в некоторых вариантах реализации $(CH_2)_3$; одного или более простых эфираминов, имеющих структуру (III)



(III),

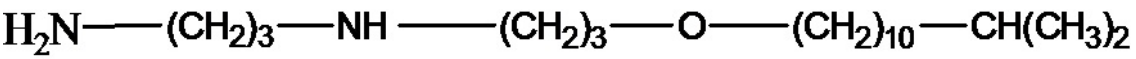
где R_8 представляет собой C6-C13 разветвленный или линейный алкил, и R_7 представляет собой линейную или разветвленную углеводородную цепь, в различных вариантах реализации $(CH_2)_3$; одного или более простых эфирдиаминов, имеющих структуру (IV)



(IV),

где R_9 представляет собой C8-C13 разветвленный или линейный алкил, и R_7 представляет собой линейную или разветвленную углеводородную цепь, в различных вариантах реализации $(CH_2)_3$.

[68] В первых вариантах реализации аминный коллектор содержит, состоит из или состоит по существу из C13 простого эфирдиамина, имеющего структуру (V)



(V).

[69] В первых вариантах реализации один или более сульфонированных полимеров выбраны из сульфонированного природного полимера, сульфонированного синтетического полимера и их комбинации.

[70] В первых вариантах реализации средневесовая молекулярная масса одного или более сульфонированных синтетических полимеров составляет от примерно 300 до примерно 5000000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 1000000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 500000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 100000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 50000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 35000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 30000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 5000000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 1000000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 500000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 100000, в различных вариантах

реализации от примерно 500 до примерно 50000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 5000000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 1000000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 500000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 100000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 50000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 5000000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 1000000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 500000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 100000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 50000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 40000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 35000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 30000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 20000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 15000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 10000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 7000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 5000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 3000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 1000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 20000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 15000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 10000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 7000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 5000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 3000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 1000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 20000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 15000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 10000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 7000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 5000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 3000, или в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 2000.

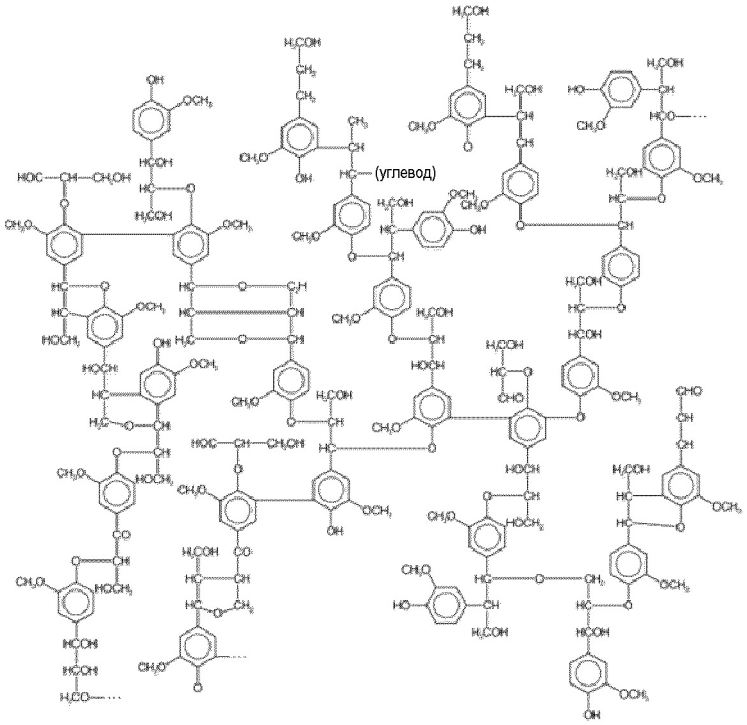
[71] В первых вариантах реализации массовое отношение одного или более сульфонированных полимеров к частицам минеральной руды составляет от примерно 1 г до примерно 1000 г одного или более сульфонированных полимеров на тонну частиц минеральной руды, в различных вариантах реализации от примерно 5 г до примерно 500 г, в различных вариантах реализации от примерно 10 г до примерно 500 г, в различных вариантах реализации от примерно 20 г до примерно 300 г, в различных вариантах реализации от примерно 50 г до примерно 300 г, в различных вариантах реализации от примерно 50 г до примерно 200 г, в различных вариантах реализации от примерно 10 г до примерно 100 г, в различных вариантах реализации от примерно 10 г до примерно 70 г, в различных вариантах реализации от примерно 30 г до примерно 70 г одного или более сульфонированных полимеров на тонну руды.

[72] Руда оксида металла представлена в форме частиц. В различных вариантах реализации от 1% до 99% по массе указанного материала в форме частиц имеет размер

частиц от примерно 38 мкм до примерно 250 мкм, в различных вариантах реализации от 50% до 80% по массе измельченной руды имеет размер частиц от примерно 38 мкм до примерно 250 мкм, в различных вариантах реализации от 60% до примерно 70% имеет размер частиц от примерно 38 мкм до примерно 250 мкм, в различных вариантах реализации от 65% до 75% имеет размер частиц от примерно 38 мкм до примерно 250 мкм, или в различных вариантах реализации от примерно 68% до примерно 72% имеет размер частиц от примерно 38 мкм до примерно 250 мкм, по результатам измерения во влажном состоянии с помощью ситового анализа с вертикальным перемещением рабочего полотна сита. Методика ситового анализа описана в руководстве Американского общества по испытанию материалов (ASTM) C 136[2] ASTM C136/C136M-14.

[73] **Вторые варианты реализации**

[74] Во вторых вариантах реализации модификатор указанной композиции согласно любому из первых вариантов реализации содержит, состоит из или состоит по существу из сульфонированного лигнина. Лигнин представляет собой класс сложных органических полимеров. Не ограничиваясь этим и исключительно с целью иллюстрации, лигнин можно представить структурой (VI).



(VI)

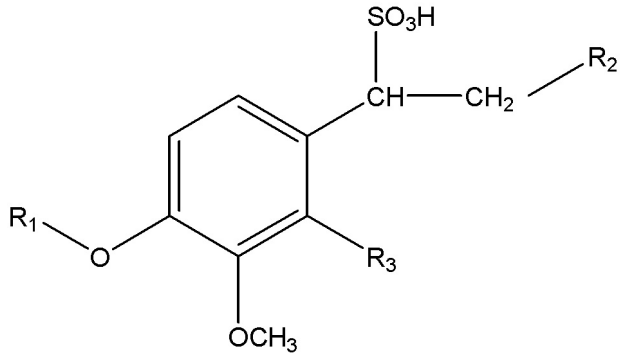
[75] Во вторых вариантах реализации сульфонированный лигнин имеет широкий диапазон молекулярных масс. В различных вариантах реализации сульфонированный лигнин имеет средневесовую молекулярную массу от примерно 1000 до примерно 140000.

[76] Во вторых вариантах реализации сульфонированный лигнин содержит, состоит из или состоит по существу из побочного продукта получения древесной пульпы с применением сульфитной варки. В некоторых вариантах реализации сульфонированный лигнин представляет собой продукт реакции лигнина с одним или более сульфитами, одним или более бисульфитами или их комбинацией.

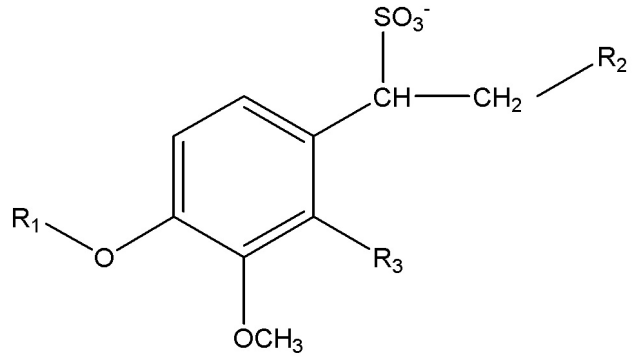
[77] Во вторых вариантах реализации сульфонированный лигнин содержит

модификацию структуры (VI), в которой одна или более групп -CH_2OH заменены группой -CH_2SO_3H, -$CH_2SO_3^-$ или их комбинацией.

[78] Во вторых вариантах реализации сульфонированный лигнин имеет структуру, содержащую структуру (VII), структуру (VIII) или и структуру (VII), и структуру (VIII):



(VII)



(VIII),

где R_1 представляет собой водород или любую из большого разнообразия органических структур, встречающихся в структуре лигнина; R_2 представляет собой любую из широкого разнообразия органических структур, встречающихся в структуре лигнина; и R_3 представляет собой водород или любую из большого разнообразия органических структур, встречающихся в структуре лигнина.

[79] **Третьи варианты реализации**

[80] В третьих вариантах реализации модификатор указанной композиции согласно любому из первых вариантов реализации содержит, состоит из или состоит по существу из сульфонированного крахмала. В различных вариантах реализации сульфонированный крахмал содержит амилопектин, где одна или более групп -OH заменены сульфонатной группой (-SO_3H и/или -SO_3^-), амилозу, где одна или более групп -OH заменены сульфонатной группой (-SO_3H и/или -SO_3^-), или их комбинацию.

[81] **Четвертые варианты реализации**

[82] В четвертых вариантах реализации модификатор указанной композиции согласно любому из первых вариантов реализации содержит, состоит из или состоит по существу из сульфонированной целлюлозы, где одна или более групп -OH в молекулах целлюлозы заменены сульфонатной группой (-SO_3H и/или -SO_3^-).

[83] **Пятые варианты реализации**

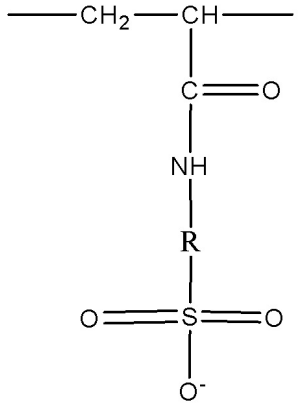
[84] В пятых вариантах реализации модификатор указанной композиции согласно любому из первых вариантов реализации содержит, состоит из или состоит по существу

из сульфонированного лигнина, сульфонированного крахмала, сульфонированной целлюлозы, сульфонированной гуаровой камеди, сульфонированной ксантановой камеди или любой их комбинации.

[85] **Шестые варианты реализации**

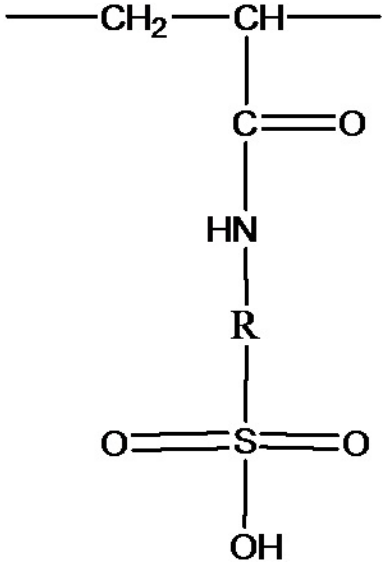
[86] В шестых вариантах реализации модификатор указанной композиции согласно любому из первых вариантов реализации содержит один или более сульфонированных синтетических полимеров. В шестых вариантах реализации модификатор барботажной композиции согласно любому из первых вариантов реализации содержит один или более сульфонированных синтетических полимеров, причем по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных синтетических полимеров содержит остаток сульфонированного мономера, и указанный сульфонированный мономер выбран из сульфонированного винилового спирта, сульфонированного акриламида, сульфометилированного акриламида, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты, соли 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты, стиролсульфоновой кислоты, соли стиролсульфоновой кислоты и любой их комбинации.

[87] В шестых вариантах реализации по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных синтетических полимеров содержит мономерный остаток, имеющий структуру (IX)



(IX),

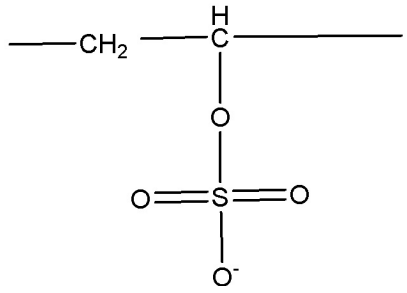
где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония, четвертичного органического аммония; мономерный остаток, имеющий структуру (X)



(X);

или их комбинацию.

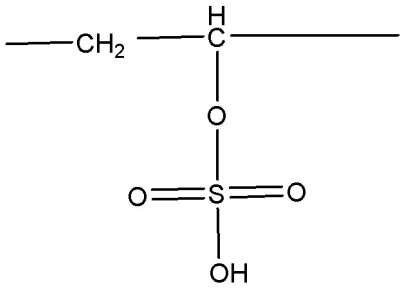
[88] В шестых вариантах реализации по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных синтетических полимеров содержит мономерный остаток, имеющий структуру (XI)



(XI),

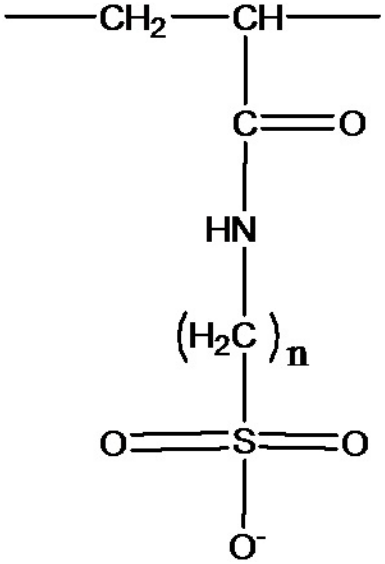
где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония;

мономерный остаток, имеющий структуру (XII)



(XII);

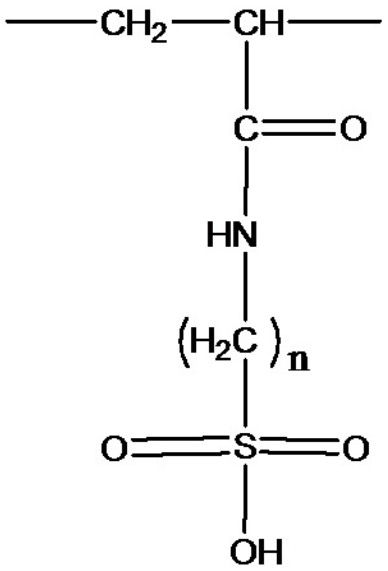
мономерный остаток, имеющий структуру (XIII)



(XIII),

где n равен 1, 2 или 3, и противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония;

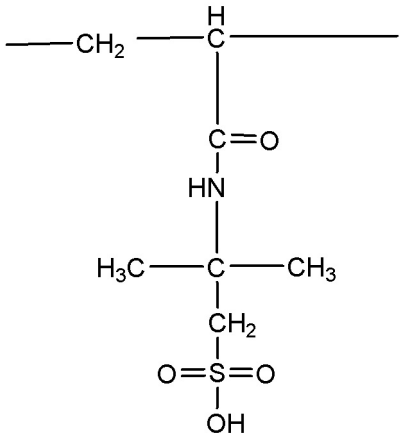
мономерный остаток, имеющий структуру (XIV)



(XIV),

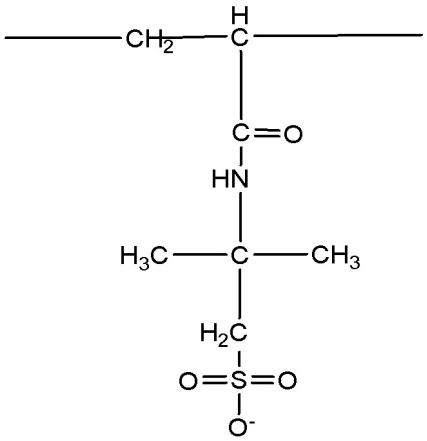
где n равен 1, 2 или 3;

мономерный остаток, имеющий структуру (XV)



(XV);

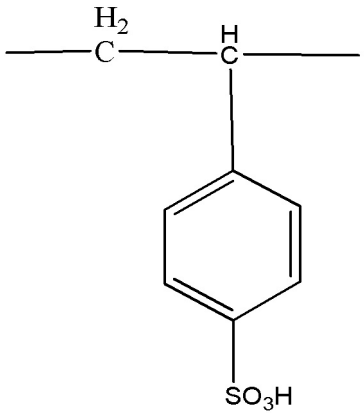
мономерный остаток, имеющий структуру (XVI)



(XVI),

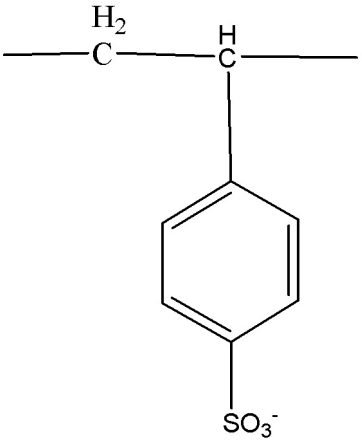
где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония;

мономерный остаток, имеющий структуру (XVII)



(XVII);

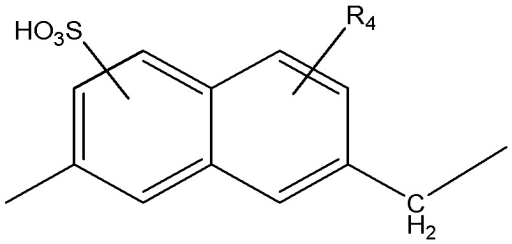
мономерный остаток, имеющий структуру (XVIII)



(XVIII),

где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония;

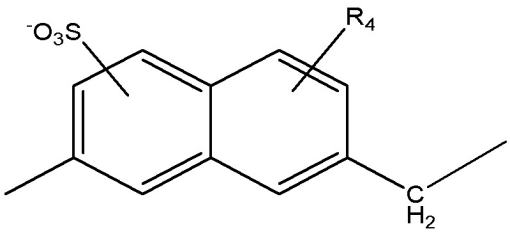
мономерный остаток, имеющий структуру (XIX)



(XIX),

где R_4 представляет собой алкил;

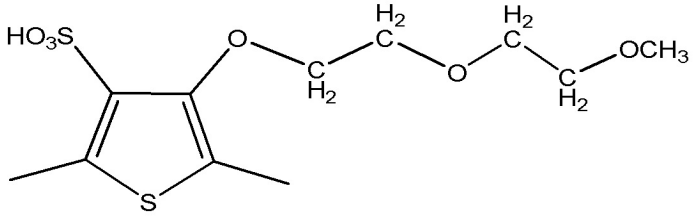
мономерный остаток, имеющий структуру (XX)



(XX),

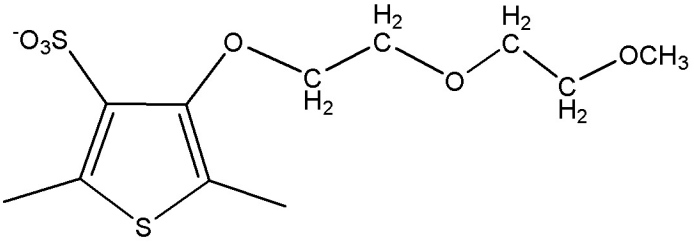
где R_4 представляет собой алкил, и где противоион сульфоната выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония;

мономерный остаток, имеющий структуру (XXI)



(XXI);

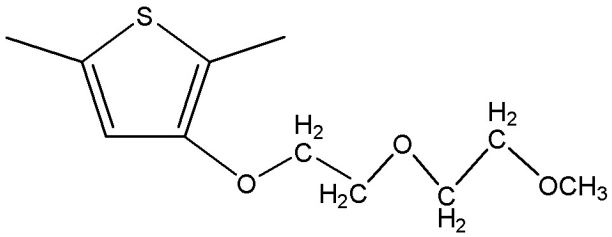
мономерный остаток, имеющий структуру (XXII)



(XXII),

где противоион сульфоната выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония; или любую их комбинацию.

[89] В некоторых таких шестых вариантах реализации по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных синтетических полимеров дополнительно содержит остаток акриламида, остаток акриловой кислоты, остаток соли акриловой кислоты, остаток метакриловой кислоты, остаток соли метакриловой кислоты, остаток малеиновой кислоты, остаток соли малеиновой кислоты, остаток сложного моноэфира малеиновой кислоты, остаток соли сложного моноэфира малеиновой кислоты, остаток сложного диэфира малеиновой кислоты, остаток, имеющий структуру (XXIII)



(XXIII),

или любую их комбинацию. В различных вариантах реализации катион соли акриловой кислоты, остаток соли метакриловой кислоты, остаток соли малеиновой кислоты или остаток соли сложного моноэфира малеиновой кислоты выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония.

[90] В шестых вариантах реализации модификатор барботажной композиции согласно любому из первых вариантов реализации содержит, состоит из или состоит по существу из сополимера акриловой кислоты и/или соли акриловой кислоты с ATBS. В различных

вариантах реализации катион соли акриловой кислоты выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония. В различных вариантах реализации ATBS представляет собой соль ATBS, где катион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония.

[91] В различных вариантах реализации модификатор барботажной композиции согласно любому из первых вариантов реализации содержит, состоит из или состоит по существу из терполимера акриловой кислоты и/или соли акриловой кислоты, ATBS и акриламида. В различных вариантах реализации катион соли акриловой кислоты выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония. В различных вариантах реализации ATBS представляет собой соль ATBS, где катион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония.

Седьмые варианты реализации

[92] В седьмых вариантах реализации предложен способ, включающий барботирование барботажной композиции согласно любому из первых-шестых вариантов реализации с получением пены, содержащей хвосты пустой породы, и барботированной суспензии, содержащей концентрат целевого продукта; и выделение по меньшей мере части концентрата из барботированной суспензии. В различных вариантах реализации барботирование барботажной композиции приводит к получению барботированной композиции, содержащей, состоящей из или состоящей по существу из верхнего пенного слоя и нижнего слоя суспензии. В некоторых таких вариантах реализации нижней слой суспензии содержит воду и суспензию концентрата, а верхний пенный слой содержит хвосты. В некоторых таких вариантах реализации указанный способ включает отделение верхнего пенного слоя от нижнего слоя суспензии. Таким образом, отделение по меньшей мере части концентрата от хвостов осуществляют средствами, известными в данной области техники. В различных вариантах реализации такое разделение включает, состоит из или состоит по существу из: отбора по меньшей мере части верхнего пенного слоя, счерпывания по меньшей мере части верхнего пенного слоя, осаждения по меньшей мере части верхнего пенного слоя на желобе флотомашины, декантации по меньшей мере части верхнего пенного слоя или любой их комбинации.

[93] **Восьмые варианты реализации**

[94] В восьмых вариантах реализации предложен способ пенной флотации, включающий, состоящий из или состоящий по существу из получения барботажной композиции, содержащей (i) среду, (ii) руду, (iii) аминный коллектор и (iv) модификатор, который содержит один или более сульфонированных полимеров; и барботирования барботажной композиции с получением барботированной композиции, содержащей, состоящей из или состоящей по существу из пены и барботированной суспензии, которая содержит концентрат целевого продукта, а пена содержит хвосты пустой породы, и указанная пустая порода содержит, состоит из или состоит по существу из силиката, кремнезема, карбоната или любой их комбинации. В различных вариантах реализации руда содержит, состоит из или состоит по существу из железной руды. В различных вариантах реализации целевой продукт содержит, состоит из или состоит по существу

из оксида железа. В различных вариантах реализации оксид железа выбран из магнетита, гематита, гетита, лимонита или любой их комбинации. В различных вариантах реализации указанный целевой продукт содержит, состоит из или состоит по существу из магнетита. В различных вариантах реализации указанный способ дополнительно включает отделение по меньшей мере части концентрата целевого продукта от барботированной композиции. В различных вариантах реализации указанная среда содержит, состоит из или состоит по существу из воды.

[95] В восьмых вариантах реализации пустая порода содержит, состоит из или состоит по существу из кальцита, доломита, глины или любой их комбинации. В различных вариантах реализации руда оксида металла содержит, состоит из или состоит по существу из железной руды. В некоторых таких вариантах реализации железная руда содержит магнетит.

[96] В восьмых вариантах реализации барботажная композиция имеет pH 1-3, в различных вариантах реализации 3-6, в различных вариантах реализации 4-7, в различных вариантах реализации 6-10, в различных вариантах реализации 11-14, в различных вариантах реализации от 4,5 до 5,5, в различных вариантах реализации от 4,7 до 5,3, или в различных вариантах реализации от 5,0 до 5,2.

[97] В восьмых вариантах реализации барботажная композиция в указанном способе содержит, состоит из или состоит по существу из: воды; руды оксида металла, содержащей магнетит и дополнительно содержащей кремнезем, силикат или их комбинацию; аминного коллектора; и модификатора, содержащего один ил иболее сульфонированных полимеров.

[98] В восьмых вариантах реализации один или более сульфонированных полимеров выбраны из сульфонированного природного полимера, сульфонированного синтетического полимера и их комбинации.

[99] В восьмых вариантах реализации средневесовая молекулярная масса сульфонированного синтетического полимера составляет от примерно 300 до примерно 5000000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 1000000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 500000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 100000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 50000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 35000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 30000, в различных вариантах реализации от примерно 300 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 5000000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 1000000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 500000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 100000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 50000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 5000000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 1000000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 500000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 100000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 50000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 5000000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 1000000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 500000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 100000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 50000, в различных вариантах

реализации от примерно 1000 до примерно 40000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 35000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 30000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 20000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 15000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 10000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 7000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 5000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 3000, в различных вариантах реализации от примерно 500 до примерно 1000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 20000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 15000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 10000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 7000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 5000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 3000, в различных вариантах реализации от примерно 700 до примерно 1000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 25000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 20000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 15000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 10000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 7000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 5000, в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 3000 или в различных вариантах реализации от примерно 1000 до примерно 2000.

[100] В восьмых вариантах реализации массовое отношение одного или более сульфонированных полимеров к материалу в форме частиц, содержащему руду оксида металла, в барботажной композиции способа согласно восьмым вариантам реализации составляет от примерно 1 г до примерно 1000 г одного или более сульфонированных полимеров на тонну материала в форме частиц, в различных вариантах реализации от примерно 5 г до примерно 500 г, в различных вариантах реализации от примерно 10 г до примерно 500 г, в различных вариантах реализации от примерно 20 г до примерно 300 г, в различных вариантах реализации от примерно 50 г до примерно 300 г, в различных вариантах реализации от примерно 50 г до примерно 200 г, в различных вариантах реализации от примерно 10 г до примерно 100 г, в различных вариантах реализации от примерно 10 г до примерно 70 г, или в различных вариантах реализации от примерно 30 г до примерно 70 г одного или более сульфонированных полимеров на тонну материала в форме частиц.

[101] **Девятые варианты реализации**

[102] В девятых вариантах реализации модификатор указанной композиции в способе согласно седьмым или восьмым вариантам реализации содержит, состоит из или состоит по существу из сульфонированного лигнина. Лигнин представляет собой класс сложных органических полимеров.

[103] В девятых вариантах реализации сульфонированный лигнин имеет широкий диапазон молекулярных масс. В различных вариантах реализации сульфонированный лигнин имеет средневесовую молекулярную массу от примерно 1000 до примерно 140000.

[104] В девятых вариантах реализации сульфонированный лигнин содержит, состоит из или состоит по существу из побочного продукта получения древесной пульпы с

применением сульфитной варки. В некоторых вариантах реализации сульфонированный лигнин представляет собой продукт реакции лигнина с одним или более сульфитами, одним или более бисульфитами или их комбинацией.

[105] В девятых вариантах реализации сульфонированный лигнин содержит модификацию структуры (I), в которой одна или более групп $-CH_2OH$ заменены группой $-CH_2SO_3H$, $-CH_2SO_3^-$ или их комбинацией.

[106] В девятых вариантах реализации сульфонированный лигнин имеет структуру, содержащую структуру (II), структуру (III) или и структуру (II), и структуру (III), где R_1 представляет собой водород или любую из большого разнообразия органических структур, встречающихся в структуре лигнина; R_2 представляет собой любую из широкого разнообразия органических структур, встречающихся в структуре лигнина; и R_3 представляет собой водород или любую из большого разнообразия органических структур, встречающихся в структуре лигнина.

[107] **Десятые варианты реализации**

[108] В десятых вариантах реализации модификатор указанной композиции в способе согласно седьмым или восьмым вариантам реализации содержит, состоит из или состоит по существу из сульфонированного крахмала. В различных вариантах реализации сульфонированный крахмал содержит амилопектин, где одна или более групп -OH заменены сульфонатной группой ($-SO_3H$ и/или $-SO_3^-$), амилозу, где одна или более групп -OH заменены сульфонатной группой ($-SO_3H$ и/или $-SO_3^-$), или их комбинацию.

[109] **Одиннадцатые варианты реализации**

[110] В одиннадцатых вариантах реализации модификатор указанной композиции в любом из способов согласно седьмым или восьмым вариантам реализации содержит, состоит из или состоит по существу из сульфонированной целлюлозы, где одна или более групп -OH в молекулах целлюлозы заменены сульфонатной группой ($-SO_3H$ и/или $-SO_3^-$).

[111] **Двенадцатые варианты реализации**

[112] В двенадцатых вариантах реализации модификатор указанной композиции в любом из способов согласно седьмым или восьмым вариантам реализации содержит, состоит из или состоит по существу из сульфонированного природного полимера, выбранного из сульфонированного лигнина, сульфонированного крахмала, сульфонированной целлюлозы, сульфонированной гуаровой камеди, сульфонированной ксантановой камеди или любой их комбинации.

[113] **Тринадцатые варианты реализации**

[114] В тринадцатых вариантах реализации модификатор композиции в способах согласно седьмым или восьмым вариантам реализации содержит сульфонированный синтетический полимер. В тринадцатых вариантах реализации модификатор барботажной композиции в любом из способов согласно седьмым или восьмым вариантам реализации содержит сульфонированный синтетический полимер, который содержит остаток сульфонированного мономера, причем указанный сульфонированный мономер выбран из сульфонированного винилового спирта, сульфонированного акриламида, сульфометилированного акриламида, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты и/или ее соли (ATBS), стиролсульфоновой кислоты и/или ее соли и любой их комбинации.

[115] В тринадцатых вариантах реализации сульфонированный синтетический полимер

содержит мономерный остаток, выбранный из мономерного остатка, имеющего структуру (IX), где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония; мономерный остаток, имеющий структуру (X); мономерный остаток, имеющий структуру (XI), где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония; мономерный остаток, имеющий структуру (XII); мономерный остаток, имеющий структуру (XIII), где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония; мономерный остаток, имеющий структуру (XIV); мономерный остаток, имеющий структуру (XV); мономерный остаток, имеющий структуру (XVI), где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония; мономерный остаток, имеющий структуру (XVII); мономерный остаток, имеющий структуру (XVIII), где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония; мономерный остаток, имеющий структуру (XIX), где R_4 представляет собой алкил; мономерный остаток, имеющий структуру (XX), где R_4 представляет собой алкил, и где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония; мономерный остаток, имеющий структуру (XXI); мономерный остаток, имеющий структуру (XXII), где противоион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония; и любую их комбинацию.

[116] В некоторых таких тринадцатых вариантах реализации указанный сульфонированный синтетический полимер дополнительно содержит остаток акриламида, остаток акриловой кислоты, остаток соли акриловой кислоты, остаток метакриловой кислоты, остаток соли метакриловой кислоты, остаток малеиновой кислоты, остаток соли малеиновой кислоты, остаток сложного моноэфира малеиновой кислоты, остаток соли сложного моноэфира малеиновой кислоты, остаток сложного диэфира малеиновой кислоты, остаток, имеющий структуру (XXIII), или любую их комбинацию. В различных вариантах реализации катион соли акриловой кислоты, остаток соли метакриловой кислоты, остаток соли малеиновой кислоты или остаток соли сложного моноэфира малеиновой кислоты выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония.

[117] В тринадцатых вариантах реализации модификатор барботажной композиции в способах согласно седьмым или восьмым вариантам реализации содержит, состоит из или состоит по существу из сополимера акриловой кислоты и ATBS. В различных

вариантах реализации катион соли акриловой кислоты выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония. В различных вариантах реализации ATBS представляет собой соль ATBS, где катион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония.

[118] В тринадцатых вариантах реализации модификатор барботажной композиции в любом из способов согласно седьмым или восьмым вариантам реализации содержит, состоит из или состоит по существу из терполимера акриловой кислоты, ATBS и акриламида. В различных вариантах реализации катион соли акриловой кислоты выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония. В различных вариантах реализации ATBS представляет собой соль ATBS, где катион выбран из NH_4^+, Na^+, K^+, первичного органического аммония, вторичного органического аммония, третичного органического аммония и четвертичного органического аммония.

[119] В тринадцатых вариантах реализации по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных полимеров в любом из способов согласно седьмым или восьмым вариантам реализации содержит остаток мономера, причем указанный мономер выбран из сульфонированного винилового спирта, сульфонированного акриламида, сульфометилированного акриламида, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты и/или ее соли (ATBS), стиролсульфоновой кислоты и/или ее соли и любой их комбинации. В некоторых таких вариантах реализации по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных полимеров дополнительно содержит остаток мономера, выбранного из акриловой кислоты, метакриловой кислоты, акриламида, винилового спирта, малеиновой кислоты, сложных эфиров малеиновой кислоты и любой их комбинации. В некоторых таких вариантах реализации по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных полимеров дополнительно содержит остаток акриловой кислоты, соли акриловой кислоты или их комбинации. В некоторых таких вариантах реализации по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных полимеров содержит остаток ATBS, остаток сульфометилированного акриламида или и остаток ATBS, и остаток сульфометилированного акриламида.

[120] В различных вариантах реализации модификатор в любом из способов согласно седьмым и восьмым вариантам реализации содержит конденсат нафталинсульфоната и формальдегида, сульфонированный поли(тиофен-3-[2-(2-метоксиэтокси)этокси]-2,5-диил) или их комбинацию.

[121] **Четырнадцатые варианты реализации**

[122] В четырнадцатых вариантах реализации по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных полимеров согласно любому из первых-тринадцатых вариантов реализации метят флуоресцентной меткой. В различных вариантах реализации флуоресцентная метка сополимеризована в скелете по меньшей мере одного из указанного одного или более сульфонированных полимеров, или флуоресцентная метка иным образом ковалентно связана с по меньшей мере одним из указанного одного или более сульфонированных полимеров. В различных вариантах реализации флуоресцентная метка выбрана из группы, состоящей из гидрокси-аллилокси-пропилнафталимида (HAPNQ), пирентетрасульфоновой кислоты (PTSA),

нафталиндисульфоновой кислоты и четвертичного аммониевого соединения винилбензилхлорида 4-метокси-N-(3-диметиламинопропил)нафталимида (VBNQ). В различных вариантах реализации флуоресцентная метка составляет от примерно 2% до примерно 5% по массе одного или более сульфонированных полимеров.

[123] В четырнадцатых вариантах реализации модификатор согласно любому из первых-тринадцатых вариантов реализации содержит материал флуоресцентной метки. В таких вариантах реализации массовое отношение материала флуоресцентной метки к одному или более сульфонированным полимерам составляет от примерно 2:98 до примерно 5:95. В некоторых таких вариантах реализации материал флуоресцентной метки выбран из группы, состоящей из гидрокси-аллилокси-пропилнафталимида (HAPNQ), пирентетрасульфоновой кислоты (PTSA), нафталиндисульфоновой кислоты и VBNQ.

[124] **Пятнадцатые варианты реализации**

[125] В пятнадцатых вариантах реализации способ согласно любому из седьмых-четырнадцатых вариантов реализации дополнительно включает измельчение минеральной руды с получением материала в форме частиц, содержащего металлическую руду.

[126] **Шестнадцатые варианты реализации**

[127] В шестнадцатых вариантах реализации способ согласно пятнадцатым вариантам реализации дополнительно включает стадию объединения указанного материала в форме частиц с по меньшей мере частью среды с получением суспензии руды в указанной среде.

[128] **Семнадцатые варианты реализации**

[129] В семнадцатых вариантах реализации способ согласно любому из шестнадцатых вариантов реализации дополнительно включает обесшламливание металлической руды.

[130] **Восемнадцатые варианты реализации**

[131] В восемнадцатых вариантах реализации способ согласно любому из шестнадцатых или семнадцатых вариантов реализации дополнительно включает объединение указанного материала в форме частиц с по меньшей мере частью модификатора, аминного коллектора или модификатора и аминного коллектора с получением суспензии модификатора/коллектора-руды, и кондиционирование материала в форме частиц.

[132] **Девятнадцатые варианты реализации**

[133] В девятнадцатых вариантах реализации способ согласно любому из семнадцатых-восемнадцатых вариантов реализации включает измельчение минеральной руды с получением материала в форме частиц, содержащего металлическую руду; и объединение материала в форме частиц с модификатором, аминным коллектором и средой с получением барботажной композиции.

[134] **Двадцатые варианты реализации**

[135] В двадцатых вариантах реализации предложено применение любой из барботажных композиций согласно первым-шестым вариантам реализации при обогащении железной руды посредством обратной пенной флотации с получением целевого продукта, содержащего оксид железа.

[136] Изложенное выше описание может быть более понятно со ссылкой на следующие примеры, которые приведены с целью иллюстрации и не предназначены для ограничения объема настоящего изобретения. В частности, приведенные примеры демонстрируют иллюстративные примеры принципов, присущих настоящему изобретению, и указанные принципы не имеют строгого ограничения до конкретных

условий, указанных в данных примерах. Таким образом, следует понимать, что настоящее изобретение включает различные изменения и модификации примеров, описанных в настоящем документе, и такие изменения и модификации могут быть сделаны без отступления от сущности и объема настоящего изобретения, а также без умаления его предполагаемых преимуществ. Таким образом, предусмотрено, что такие изменения и модификации входят в объем прилагаемой формулы изобретения.

ПРИМЕРЫ

[137] Разделение железной руды на концентрат и хвосты проводили с использованием сульфонатного полимера в качестве модификатора. Оксид железа содержал магнетит и кремнеземную пустую породу.

[138] **Пример 1: Водные полимеры**

[139] Синтезировали шесть водных полимеров, указанных в таблице 1:

[140] Таблица 1: Водные полимеры

Водный полимер	Состав	Активные вещества, % мас.	Средневесовая молекулярная масса, г/моль
E	Натриевая соль поли(акриловой кислоты-со-сульфометилированного акриламида)	35	25000-30000
F	Натриевая соль поли(акриловой кислоты-со-сульфометилированного акриламида), содержащая менее 2% метки, четвертичной соли гидроксил-аллилокси-пропилнафталимида (HAPNQ)	35	25000-30000

[141] **Пример 2: Барботажное испытание образца железной руды**

[142] Образец суспензии флотационного сырья брали на заводе по обогащению железной руды. Образец железной руды состоял, в основном, из магнетита с примесью кремнезема. Его основной состав, концентрация твердых веществ, pH и размер частиц представлены в таблице 2.

Таблица 2: Состав суспензии железной руды

Состав		Твердые вещества, %	pH	Размер*
Общее содержание Fe, %	SiO_2, %			
66,7-67	5,6-5,8	39-40	7,9-8	85%-325 меш

* По результатам измерения во влажном состоянии с помощью ситового анализа с вертикальным перемещением рабочего полотна сита.

[143] Обратную флотацию осуществляли во флотомашине Denver D-12. Для флотации использовали суспензию железной руды с pH 7,9-8 без дополнительного разбавления. Проводили четыре отдельных испытания обратной флотации, как указано в таблице 3. В качестве коллектора в каждом испытании использовали C13 простой эфирдиамин, имеющий формулу (V). Испытания 1 и 2 проводили без модификатора, испытание 3 проводили с использованием полимера E в качестве модификатора, и испытание 4 проводили с использованием полимера F в качестве модификатора. Каждый из модификаторов и коллекторов получали в виде 1% раствора в деионизированной воде. Концентрат и хвосты (пену) фильтровали, сушили, взвешивали и направляли на количественное определение общего содержания железа и SiO_2 с помощью рентгеновского анализа.

Результаты испытаний представлены в таблице 3 и на фиг. 1. Для сравнения, добавление сульфонированного полимера E и F обеспечивало увеличение степени удаления кремнезема и извлечения железа.

Таблица 3: Барботажные испытания с суспензией железной руды

№ испы-	Модификатор	Коллектор	Концентрат

тания	Водный полимер	Водный полимер, г/т	кг/т	Выход, %	Чистота Fe, %	Содержание SiO_2, %	Извлечение Fe, %	Удаление SiO_2
1	Нет	0	20	94,29	91,06	7,15	95,37	16,61
2	Нет	0	30	92,21	91,38	6,86	93,6	21,74
3	E	50	30	92,89	92,39	6,5	94,59	24,61
4	F	50	30	93,16	91,55	6,66	94,69	23,03

т=тонна.

(57) Формула изобретения

1. Барботажная композиция для пенной флотации, содержащая:

(i) среду;

(ii) руду оксида металла, содержащую пустую породу и целевой продукт;

(iii) аминный коллектор, содержащий C12-C24 жирный амин, C12-C24 жирный диамин, C6-C13 простой эфирамин, C6-C13 простой эфирдиамин или любую их комбинацию; и

(iv) модификатор, содержащий один или более сульфонированных полимеров, где один или более сульфонированных полимеров содержат остаток сульфонированного винилового спирта, сульфонированного акриламида, сульфометилированного акриламида, стиролсульфоната или любую их комбинацию,

где указанный целевой продукт содержит оксид железа, и пустая порода содержит силикат, кремнезем, карбонат или любую их комбинацию.

2. Барботажная композиция по п. 1, отличающаяся тем, что целевой продукт содержит магнетит, и пустая порода содержит силикат, кремнезем или их комбинацию.

3. Барботажная композиция по п. 1 или 2, отличающаяся тем, что модификатор содержит сульфонированный лигнин, сульфонированный крахмал, сульфонированную целлюлозу, сульфонированную гуаровую камедь, сульфонированную ксантановую камедь или любую их комбинацию.

4. Барботажная композиция по любому из пп. 1-3, отличающаяся тем, что по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных полимеров имеет средневесовую молекулярную массу от примерно 300 г/моль до примерно 100000 г/моль.

5. Барботажная композиция по п. 4, отличающаяся тем, что по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных полимеров дополнительно содержит остаток акриловой кислоты, метакриловой кислоты, акриламида, винилового спирта, малеиновой кислоты, сложного эфира малеиновой кислоты и любой их комбинации.

6. Барботажная композиция по любому из пп. 1-5, отличающаяся тем, что один или более сульфонированных полимеров содержат сополимер акриловой кислоты и сульфометилированного акриламида, сополимер акриловой кислоты и 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты или их комбинацию.

7. Барботажная композиция по любому из пп. 1-6, отличающаяся тем, что аминный коллектор содержит C13 простой эфирдиамин.

8. Способ пенной флотации, включающий:

получение барботажной композиции, содержащей:

(i) среду,

(ii) руду оксида металла, содержащую целевой продукт и пустую породу, причем целевой продукт содержит оксид железа, а пустая порода содержит силикат, кремнезем, карбонат или любую их комбинацию,

(iii) аминный коллектор и

(iv) модификатор, содержащий один или более сульфонированных полимеров, где один или более сульфонированных полимеров содержат остаток сульфонированного

винилового спирта, сульфонированного акриламида, сульфометилированного акриламида, стиролсульфоната или любую их комбинацию; и

барботирование барботажной композиции с получением барботированной композиции, содержащей пену и барботированную суспензию, причем барботированная суспензия содержит концентрат целевого продукта, а пена содержит хвосты пустой породы.

9. Способ по п. 8, отличающийся тем, что модификатор содержит сульфонированный лигнин, сульфонированный крахмал, сульфонированную целлюлозу или любую их комбинацию.

10. Способ по п. 8 или 9, отличающийся тем, что по меньшей мере один или более сульфонированных полимеров имеют средневесовую молекулярную массу от примерно 300 г/моль до примерно 100000 г/моль.

11. Способ по п. 10, отличающийся тем, что по меньшей мере один из указанного одного или более сульфонированных полимеров дополнительно содержит остаток акриловой кислоты, метакриловой кислоты, акриламида, винилового спирта, малеиновой кислоты, сложных эфиров малеиновой кислоты и любой их комбинации.

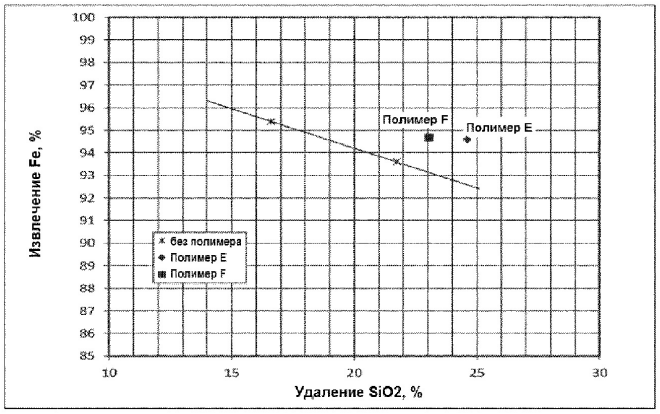
12. Способ по любому из пп. 8-11, отличающийся тем, что целевой продукт содержит магнетит, гематит, гетит, лимонит или любую их комбинацию.

13. Способ по любому из пп. 8-12, отличающийся тем, что аминный коллектор содержит C12-C24 жирный амин, C12-C24 жирный диамин, C6-C13 простой эфирамин, C6-C13 простой эфирдиамин или любую их комбинацию.

14. Способ по любому из пп. 8-13, отличающийся тем, что один или более сульфонированных полимеров содержат сополимер акриловой кислоты и сульфометилированного акриламида, сополимер акриловой кислоты и 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты или их комбинацию; аминный коллектор содержит C13 простой эфирдиамин; целевой продукт содержит магнетит; и пустая порода содержит кремнезем, силикат или любую их комбинацию.

15. Применение композиции по любому из пп. 1-7 для концентрации целевого продукта, содержащего магнетит, гематит, гетит, лимонит или любую их комбинацию.

1


Извлечение Fe, %
Удаление SiO2, %
Полимер F
Полимер E
без полимера
Полимер E
Полимер F

Фиг. 1