

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202391875 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.10.20(51) Int. Cl. B03D 1/004 (2006.01)
B03D 1/008 (2006.01)
B03D 1/01 (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2021.12.22

(54) СПОСОБ ФЛОТАЦИИ СИЛИКАТСОДЕРЖАЩЕЙ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ

(31) 21150123.4; 21150704.1; 21151460.9

(72) Изобретатель:

(32) 2021.01.04; 2021.01.08; 2021.01.13

Будемберг Габриела (BR),
Михайловский Алексей, Соботка
Беттина (DE)

(33) EP

(86) PCT/EP2021/087348

(87) WO 2022/144281 2022.07.07

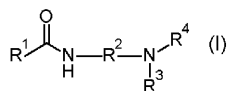
(74) Представитель:

(71) Заявитель:

БАСФ СЕ (DE)

Беляева Е.Н. (BY)

(57) Настоящее изобретение касается способа производства концентрата, обогащенного железосодержащим минералом из руды, который содержит железосодержащий минерал и силикат, путем обратной флотации, при этом указанный способ включает этап (с) добавления композиции собирателей, содержащей: (i) амидоамин, который содержит соединение формулы I или соль протонированного соединения формулы I и анион; (ii) этоксилат, который содержит соединение формулы II: $R^E-O-(CH_2-CH_2-O)_n-H$ (II), в которой R^E означает линейный или моноразветвленный алифатический C_{10} - C_{20} -алкил или линейный алифатический C_{10} - C_{20} -алкенил, и n означает целое число от 1 до 12, к приготовленной водной пульпе руды и, при необходимости, одному или более вспомогательным флотационным средствам для получения водной смеси. Кроме того, описано применение композиции собирателей в качестве флотационного собирателя и сама композиция собирателей.



A1

202391875

202391875

A1

Способ флотации силикатсодержащей железной руды

Настоящее изобретение касается способа производства концентрата, обогащенного железосодержащим минералом из руды, который содержит железосодержащий минерал и силикат, путем обратной флотации с использованием композиции собирателей, содержащей амидоамин и этоксилат. Еще один вариант осуществления касается применения композиции собирателей в качестве флотационного собирателя. Кроме того, одним вариантом осуществления является сама композиция собирателей.

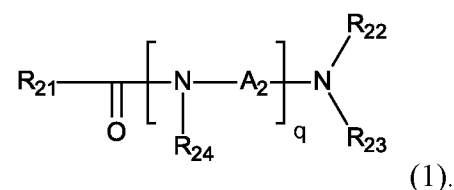
Для типичного процесса обогащения железной руды необходима стадия флотации для удаления кремнезема (SiO_2) из ценных железосодержащих минералов, например, оксидов типа гематита или магнетита, благодаря чему можно получить полноценный железосодержащий минеральный концентрат. Высококачественный железосодержащий минеральный концентрат позволяет производить сталь высокого качества. Процесс удаления SiO_2 из различных руд пенной флотацией в комбинации с гидрофобными аминами хорошо известен в данной области. Отрицательно заряженные частицы силиката можно гидрофобизировать с помощью подходящих аминов. При подаче воздуха во флотационную камеру образуются гидрофобные пузырьки газа, которые могут транспортировать гидрофобизированные частицы силиката в верхнюю часть флотационной камеры. Образующаяся пена, которую можно стабилизировать подходящим химическим веществом, действующим в качестве регулятора пенообразования, содержит гидрофобизированные частицы силиката. Наконец, удаление пены осуществляют из верхней части флотационной камеры, а обогащенный минерал остается в ее нижней части.

US 2278060 А касается использования продуктов реакции высших жирных кислот или сложных эфиров и полиаминов, представленных общей формулой $\text{H}_2\text{N}-(\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{NH})_x-\text{C}_m\text{H}_{2m}-\text{NH}_2$ для флотации кислого рудного материала. В примере образец хвостов установки магнитной сепарации, содержащий около 23% Fe и состоящий из магнетита, лимонита и кварца, флотируется с ацетатом продукта реакции смеси полиэтиленполиаминов, кокосового масла и высшего спирта в качестве пенообразователя для флотации кремнезема из железной руды.

US 4301004 А касается обогащения фосфатной руды путем флотации кремнистого материала. Использование конденсата N-аминоэтидпиперазина с жирной кислотой или эфиром жирной кислоты улучшает отделение фосфата от кремнезема. Это улучшение особенно значительно в присутствии со-собираателя, состоящего из полиэтиленполиамина, конденсированного с жирной кислотой.

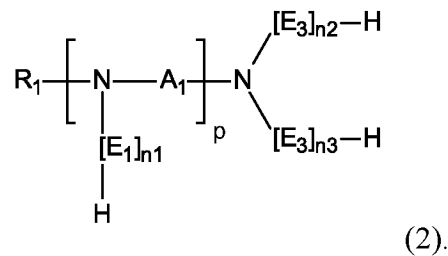
WO 2011-083136 А1 касается флотационного процесса извлечения полевого шпата из содержащего полевого шпат исходного материала, который включает следующие этапы: (1) формирование водной суспензии содержащего полевого шпат исходного материала в отсутствие плавиковой кислоты, при этом суспензия содержит: 0,004 - 0,3 мас.% флотореагента, содержащего: (а) один или более аминов, содержащих, по меньшей мере, одну алифатическую углеводородную цепь, линейную или разветвленную, насыщенную или ненасыщенную, включающую 8 - 50 атомов углерода, или их соль; и (b) один или более первичных, вторичных или третичных спиртов, содержащих, по меньшей мере, одну алифатическую углеводородную цепь, линейную или разветвленную, насыщенную или ненасыщенную, включающую 8 - 50 атомов углерода; соотношение (а) к (b) составляет от 500:1 до 1:40 по массе; (2) перемешивание полученной суспензии с получением фракции, содержащей полевого шпат, и (3) отделение фракции, содержащей полевого шпат.

US 2014-048454 А1 касается собирателей жирных амидоаминов для обогащения путем флотации водных суспензий руд, а также применения указанных собирателей жирных амидоаминов в процессах флотации для обогащения руд, более конкретно в процессах обратной флотации для обогащения руды, содержащей силикаты. Собиратель амидоаминов представляет собой, по меньшей мере, одно соединение формулы 1

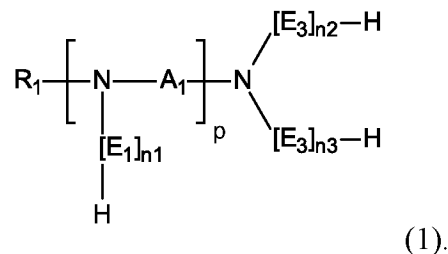


В примерах для обратной флотации карбоната кальция при нейтральном pH используют следующие собиратели амидоаминов: рапсовое масло, N-(3-(диметиламинопропил)амид (№ CAS 85408-42-0), талловое масло, N-(3-(диметиламинопропил)амид (№ CAS 68650-79-3) и рыбий жир, N-(3-

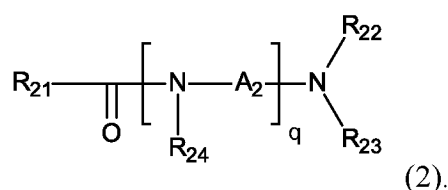
(диметиламинопропил)амид (№ CAS 97552-95-9). В некоторых примерах амидоамин объединен с дополнительным катионным собирателем, т.е. N, N',N'-тригидроксиэтид N-жирным пропилендиамином (№ CAS 61790-85-0). В одном примере в качестве известного пенообразователя добавляют терпинеол. В общем описании раскрывается комбинация амидоamina со вторым катионным собирателем, т.е. жирным алкоксилированным полиамином формулы 2



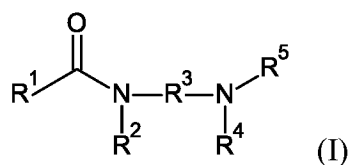
US 2014-048453 A1 касается собирателей жирных алкоксилированных полиаминов для обогащения путем флотации водных суспензий руд, а также применения указанных собирателей жирных алкоксилированных полиаминов в процессах флотации для обогащения руд, более конкретно в процессах обратной флотации для обогащения руды, содержащей силикаты. Собиратель жирных алкоксилированных полиаминов имеет формулу 1



В примерах для обратной флотации карбоната кальция при нейтральном pH используют следующие собиратели амидоаминов: рапсовое масло, N-(3-(диметиламинопропил)амид (№ CAS 85408-42-0). Этот собиратель амидоаминов также используют в комбинации с N,N',N'-тригидроксиэтилом N-жирного пропилендиамина (№ CAS 61790-85-0). В его общем описании раскрывается комбинация жирного алкоксилированного полиамина со вторым катионным собирателем, т.е. амидоамин формулы 2



US 2014-144290 A1 касается композиции собирателей и способов их получения и применения. Композиция собирателей содержит один или более амидоаминов формулы I

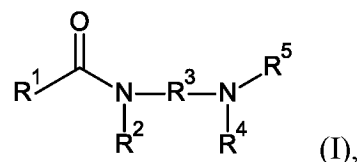


и один или более эфираминов, имеющих формулы II или III



Жидкая суспензия или суспензия, содержащая одну или более частиц, может вступать в контакт с собирателем для получения обработанной смеси. Продукт может извлекаться из обработанной смеси, которая включает очищенную жидкость с пониженной концентрацией частиц по сравнению с обработанной смесью, очищенный продукт в виде частиц с пониженной концентрацией жидкости по сравнению с обработанной смесью, или и то, и другое. В ее примерах показана обратная флотация железной руды при pH 10,5 с удалением SiO₂ через пену, в частности, с использованием жирной кислоты таллового масла 1,3-диаминпентана отдельно, а также в комбинации с эфирамином. Кроме того, показан амид диэтилентриамина жирной кислоты таллового масла как отдельно, так и в комбинации с эфирамином.

US 2015-0096925 относится к композициям собирателей и к способам их производства и использования для очистки одного или более сырьевых материалов. Композиция собирателей может содержать один или более амидоаминов, имеющих формулу I



а также один или более аминов, имеющих формулу IV

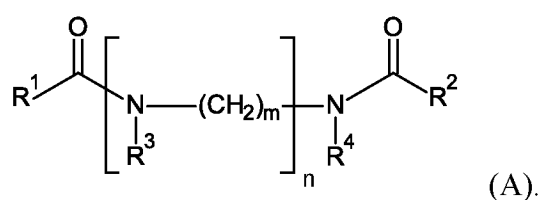


где массовое отношение амидоаминов к амину может составлять от около 99:1 до около 1:99. В ее Примере 1 диэтилентриаминамидоамин кокосовой жирной

кислоты, нейтрализованный ледяной уксусной кислотой и пенообразователем VTGE, используют в обратной флотации фосфатной руды для удаления кремнезема при нейтральном pH. В ее Примере 2 диэтилентриаминоамино кокосовой жирной кислоты, нейтрализованный ледяной уксусной кислотой и пенообразователем VTGE, используют в обратной флотации фосфатной руды для удаления кремнезема при нейтральном pH. В ее Примере 3 диэтилентриаминоамино кокосовую жирную кислоту таллового масла, нейтрализованную ледяной уксусной кислотой и пенообразователем VTGE, используют в обратной флотации фосфатной руды для удаления кремнезема при нейтральном pH. Другие амидоамины, используемые аналогичным образом, представляют собой диэтилентриаминоамино лауриновой кислоты и тетраэтиленпентамин-аминоамино смоляной кислоты. Некоторые Примеры также предоставляют комбинацию амидоамино с амином, таким как эфирамин, состоящим из 95 мас.% 3-(8-метилноокси)пропан-1-амино и 3 мас.% 8-метилнонан-1-ола, такого как кокоамин или такого как додециламин.

WO 2016/041916 A1 касается использования соединений на основе разветвленных жирных спиртов, выбранных из группы жирных спиртов с 12 - 16 атомами углерода, имеющих степень разветвления 1 - 3, и их алкоксилатов со степенью этоксилирования до 3, в качестве вторичных собирателей для пенной флотации несulfидных руд в комбинации с первичным собирателем, выбранным из группы амфотерных и анионных поверхностно-активных соединений. В примерах этоксилаты жирных спиртов на основе спирта со степенью разветвления 3 и 2,2 превосходят этоксилаты жирных спиртов на основе спирта со степенью разветвления 0,6 или 0 при флотации апатитсодержащей руды в комбинации с амфотерным собирателем, т.е. N-[2-гидрокси-3-(C12-C16-алкокси)пропил]-N-метилглицинат и пенообразователь.

WO 2016/065189 A1 касается композиций, водных смесей, которые включают композицию и руду, и способов их изготовления и использования. Композиция может включать органическую кислоту и полиаминоамино. Полиаминоамино может иметь химическую формулу A

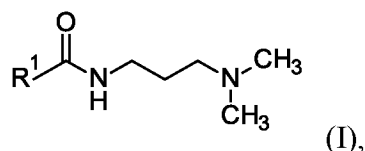


В химической формуле А R^1 и R^2 могут независимо представлять собой насыщенную или ненасыщенную, замещенную или незамещенную, линейную или разветвленную, циклическую, гетероциклическую или ароматическую гидрокарбильную группу, R^3 и R^4 могут независимо представлять собой водород или насыщенную или ненасыщенную группу, замещенную или незамещенную, линейную или разветвленную, циклическую, гетероциклическую или ароматическую гидрокарбильную группу, каждый из m может представлять собой целое число от 1 до 5, а n может представлять собой целое число от 2 до 8. Водная смесь может включать руду, воду и композицию.

WO 2019/113082 A1 касается композиции собирателей и способов их изготовления и использования. Собиратель синтезируется из одной или более жирных кислот таллового масла и одного или более полиаминов. Жидкая суспензия или суспензия, содержащая одну или более частиц, может вступать в контакт с собирателем для получения обработанной смеси. Собиратель содержит субкомпоненты с амидоаминовой и имидазолиновой функциональностью, которые обеспечивают более эффективное извлечение нужных минералов по сравнению с известными способами. В его примерах олеиновая кислота конденсируется с триэтилететрамином. Продукт реакций применяют для флотации одной медной руды в комбинации с пенообразователем, например, с Dowfroth 250 и/или метилизобутилкарбинолом, в комбинации с изопропилксантогенатом натрия или с пенообразователем и изопропилксантогенатом натрия.

Международная заявка PCT WO 2021/005020 касается способа производства концентрата, обогащенного железосодержащим минералом из руды, который содержит железосодержащий минерал и силикат, путем обратной флотации, при этом указанный способ включает этапы

(с) добавления соединения формулы I



в которой R^1 означает линейный C_{17} алкенил, линейный C_{17} алкил или линейный C_{15} алкил, или

соль протонированного соединения формулы I и анион,

к приготовленной водной пульпе руды и, при необходимости, одно или более флотационных вспомогательных средств для получения водной смеси. В примерах амидоамин, используемый для флотации гематитовой руды, представляет собой продукт конденсации жирной кислоты соевого масла и N,N-диметилпропан-1,3-диамина. В его общем описании со-собиратель предлагается в качестве одного из нескольких вспомогательных флотационных средств. Предложен со-собиратель, который является катионным, неионогенным или анионным. Неионогенный со-собиратель представляет собой, например, C₉-C₁₅ алкиловый спирт, который является разветвленным, или этоксилированный C₉-C₁₅ алкиловый спирт, который является разветвленным и этоксилированным с помощью 2-4 молей этиленоксида.

US 6 204 234 касается чистящих композиций, включая средства для стирки, мытья посуды, средства для чистки твердых поверхностей, композиции для чистки полости рта/зубов, содержащие оксигеназу на основе протеинового субстрата, для очистки пятен на белковой основе и обеспечения санитарной обработки обработанных поверхностей, а также отбеливающих свойств при их предназначении в качестве композиции стирального порошка. Тем не менее, здесь не описано совместное использование этоксилатов и амидоаминов, а также не указано какое-либо альтернативное использование для флотации.

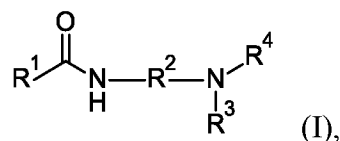
По-прежнему существует потребность в улучшенных способах обратной флотации руд, включающих железосодержащий минерал и силикат. В частности, качество руд за последнее время снизилось. При более высоком содержании SiO₂ в руде селективное удаление силиката представляется более трудным, чем в прошлом с рудами с более низким содержанием SiO₂. Кроме того, не только содержание SiO₂ выше, но и присутствуют другие примеси, такие как каолинит и доломит, что затрудняет процесс флотации. С одной стороны, следует избегать потерь железосодержащих минералов в процессе флотации, т.е. обеспечить высокое извлечение, а с другой стороны, следует снизить содержание SiO₂ в концентрации, обогащенном добавлении железосодержащего минерала, до нижнего уровня, т.е. селективности. В частности, для процессов прямого восстановления с использованием концентрата желательна низкое содержание SiO₂. Как правило, на руднике, как на участке переработки руды, устанавливается максимальный уровень остаточного содержания SiO₂, который может оставаться в

концентрате в конце процесса флотации. К примеру, такой уровень может составлять 2,5 мас.%, в частности, 2,0 мас.%. Цель обычно состоит в том, чтобы, по крайней мере, достичь этого максимального уровня кремнезема без значительной потери содержания железосодержащих минералов. Более высокая степень извлечения в комбинации с сопоставимой или лучшей селективностью снижает потери железосодержащих минералов в хвостах и приводит к экономической выгоде.

Предметом настоящего изобретения является предоставление способа производства концентрата, обогащенного железосодержащим минералом, с высокой степенью извлечения железосодержащий минерал из применяемой руды и низким содержанием SiO₂. Кроме того, было бы привлекательно, если бы можно было сократить общее количество используемых собирателей. В то же время преимуществом является ситуация, когда применяемый при таком способе материал может экономично изготавливаться с помощью относительно простой с химической точки зрения реакции, и продукт реакции практически или вообще не требует прохождения каких-либо стадий очистки.

Цель достигается, согласно изобретению, способом производства концентрата, обогащенного железосодержащим минералом из руды, который содержит железосодержащий минерал и силикат, путем обратной флотации, при этом указанный способ включает этапы

- (с) добавления композиции собирателей, содержащей
- (i) амидоамин, который содержит соединение формулы I

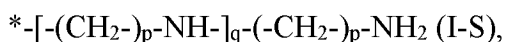


в которой

R¹ означает линейный или разветвленный алифатический C₇-C₁₉ алкил или линейный C₇-C₁₉ алифатический алкенил,

R² означает линейный или разветвленный алифатический C₂-C₆ алкилен,

R³ и R⁴ означают независимо друг от друга H, C₁-C₂ алкил или заместитель формулы I-S



в которой

r означает 2, 3 или 4,

q означает 0, 1, 2 или 3, и

* представляет собой место присоединения заместителя, или соль протонированного соединения формулы I и анион;

- (ii) этоксилат, который содержит соединение формулы II



в которой

R^E означает линейный или моно-разветвленный алифатический C_{10} - C_{20} алкил или линейный алифатический C_{10} - C_{20} алкенил,

n означает целое число от 1 до 12,

к приготовленной водной пульпе руды и, при необходимости, одному или более вспомогательным флотационным средствам для получения водной смеси.

Способ отличается тем, что композиция собирателя содержит

- (ii) этоксилат, который содержит соединение формулы II.

Предпочтительно, способ производства концентрата, обогащенного железосодержащим минералом из руды, который содержит железосодержащий минерал и силикат, включает следующие этапы

- (a) предоставление руды, содержащей железосодержащие минералы и силикат,
- (b) приготовление водной пульпы из предоставленной руды путем добавления воды и, при необходимости, одного или более вспомогательных флотационных средств,
- (c) добавление композиции собирателей к приготовленной водной пульпе из руды и, при необходимости, одного или более флотационных вспомогательных средств для получения водной смеси,
- (d) аэрация водной смеси во флотационной камере для образования пены, обогащенной содержанием силикатов, и удаление образовавшейся пены из флотационной камеры,
- (e) получение из флотационной камеры концентрата, обогащенного железосодержащими минералами.

Этапы (a), (b), (c), (d) и (e) более подробно описывают обратную флотацию.

Руду, которая содержит железосодержащий минерал и силикат (SiO_2), получают, например, с магматического или осадочного месторождения. Магматические руды (например, типа Кируна) всегда содержат железо в виде магнетита (Fe_3O_4), тогда как осадочные (железистые кварциты = BIF) руды могут также содержать железо в основном в виде магнетита, главным образом в виде гематита или в виде смеси того и другого. Если железо содержится в основном в виде магнетита, за дроблением и мокрым измельчением часто следует магнитная сепарация, а иногда магнитный концентрат подвергают дальнейшей обработке посредством флотации. Если железо содержится преимущественно или в значительной степени в виде гематита, и содержание железа в руде само по себе ниже 50 - 55 мас.%, то руду часто дробят, подвергают мокрому дроблению и флотации. Итабирит – это особый тип осадочной железной руды, который часто встречается в Железном четырехугольнике Бразилии, но при этом он также залегает и используется и в других местах по всему миру. Этап (а) получения руды также включает, например, дробление или помол, соответственно измельчение руды. В случае с рудами магматического месторождения этап предоставления руды также включает, например, дробление руды, ее помол, соответственно измельчение руды и удаление магнитных частей посредством магнитной сепарации. В случае с руды осадочного месторождения этап получения руды включает, например, дробление руды, в частности, дробление руды и ее мокрое измельчение. Предпочтительно, по результатам этапа (а) получения руды получают частицы руды, размер которых позволяет 60 - 100 мас.% частиц из расчета на общую массу частиц проходить через стальное сито с размером ячеек 100 мкм при измерении стандартным сухим просеиванием.

Руда содержит, например, 20 - 80 мас.% силиката из расчета на массу руды, в частности, 25 - 75 мас.%, очень конкретно 30 - 55 мас.% и особенно 30 - 40 мас.%. Расчет производится по сухой руде.

Предпочтительно, железосодержащий минерал состоит из 90 - 100 мас.% оксида железа из расчета на весь железосодержащий минерал в руде. Очень предпочтительно, железосодержащий минерал состоит из, по меньшей мере, 97 - 100 мас.% оксида железа, в частности, предпочтительно 99 - 100 мас.%. Типичные оксиды железа – это гематит (Fe_2O_3 с содержанием железа 69,9 мас.% из расчета на массу Fe_2O_3), магнетит (Fe_3O_4 с содержанием железа 72,4 мас.% из расчета на массу

Fe₃O₄), гетит (альфа-Fe(O)OH с содержанием железа 62,9 мас.% из расчета на массу альфа-Fe(O)OH) или их смеси, в частности, оксиды железа – это гематит, магнетит или смесь из них обоих. Массовое содержание железа аналогично массовому содержанию атомов Fe.

Типичная руда содержит 40 - 70 мас.% гематита и 30 - 50 мас.% кремнезема, в частности, 45 - 65 мас.% гематита и 30 - 45 мас.% кремнезема. Расчет осуществляют по сухой руде. Руда предпочтительно представляет собой железную руду итабиритового типа.

Предпочтительной является руда, которая содержит железосодержащий минерал, причем больше чем 50 мас.% содержащегося железосодержащего минерала представляет собой оксид железа, который является гематитом. Очень предпочтительно, больше чем 70 - 100 мас.% представляет собой оксид железа, который является гематитом.

Композиция собирателей действует в способе в качестве собирателя для пенной флотации. Некоторые могут назвать амидоамин первичным собирателем, а этоксилат – вторичным, причем этоксилат поддерживает или повышает эффективность амидоamina.

Линейный алифатический алкил или линейный алифатический алкенил в настоящем документе означает, что алифатический алкил или алифатический алкенил содержит только атомы углерода, которые ковалентно связаны с одним другим атомом углерода или двумя другими атомами углерода.

Разветвленный алифатический алкил в настоящем документе означает, что алифатический алкил содержит, по меньшей мере, один атом углерода, который ковалентно связан с тремя различными атомами углерода или ковалентно связан с четырьмя различными атомами углерода.

Моно-разветвленный алифатический алкил в настоящем документе означает, что алифатический алкил содержит только один атом углерода, который ковалентно связан с тремя другими атомами углерода, и не содержит атома углерода, который ковалентно связан с четырьмя другими атомами углерода.

Линейный алифатический алкилен в настоящем документе означает, что алифатический алкилен содержит только атомы углерода, которые ковалентно связаны с одним другим атомом углерода или двумя другими атомами углерода.

Разветвленный алифатический алкилен в настоящем документе означает, что алифатический алкилен содержит, по меньшей мере, один атом углерода, который ковалентно связан с тремя различными атомами углерода или ковалентно связан с четырьмя различными атомами углерода.

Моно-разветвленный алкилен в настоящем документе означает, что алкилен содержит только один атом углерода, который ковалентно связан с тремя другими атомами углерода, и не содержит атома углерода, который ковалентно связан с четырьмя другими атомами углерода.

Незамещенный в настоящем документе означает, что алкил или алкилен не содержит заместителей, отличных от атома углерода или атома водорода. Соответственно, незамещенный алкил или незамещенный алкилен состоят только из атомов углерода и атомов водорода. Незамещенный алкил или незамещенный алкилен по-прежнему могут быть разветвленными.

Линейный алифатический C₇-C₁₉ алкил представляет собой, например, н-гепт-1-ил, н-окт-1-ил, н-нон-1-ил, н-дец-1-ил, н-ундец-1-ил, н-додец-1-ил, н-тридец-1-ил, н-тетрадец-1-ил, н-пентадец-1-ил, н-гексадец-1-ил, н-гептадец-1-ил, н-октадец-1-ил, н-нонадеци-1-ил или их смесь.

Разветвленный алифатический C₇-C₁₉ алкил представляет собой, например, изогептил, в частности, 1-метил-гекс-1-ил, 5-метил-гекс-1-ил или 1-этил-pent-1-ил, изооктил, в частности, 1-метил-гепт-1-ил или 6-метил-гепт-1-ил, изононил, в частности, 1-метил-окт-1-ил или 7-метил-окт-1-ил, изодецил, в частности, 1-метил-нон-1-ил, 8-метил-нон-1-ил или 1-пропил-гекс-1-ил, изоундецил, в частности, 1-метил-дец-1-ил, 9-метил-дец-1-ил, 3,7-диметил-нон-1-ил, 1,5,7-триметил-окт-1-ил, 1-этил-нон-1-ил, 1-этил-2-метил-окт-1-ил, 1,3-диэтид-гепт-1-ил или 1-бутил-гепт-1-ил, изододецил, в частности, 1-метил-ундец-1-ил, 10-метил-ундец-1-ил, 1,3,7-триметил-нон-1-ил, 1,3,5,7-тетраметил-окт-1-ил, 1-этил-дец-1-ил, 1,1-диэтид-окт-1-ил или 1-пропил-нон-1-ил, изотридецил, в частности, 1-метил-додец-1-ил, 11-метил-додец-1-ил, 1,5,9-триметил-дец-1-ил, 1,3,5,7-тетраметил-нон-1-ил, 1-этил-ундец-1-ил, 6-этил-1-метил-дец-1-ил, 1-(1-метилпропил)нон-1-ил, 1-бутил-1-этил-5-метил-гекс-1-ил, 1-пентил-окт-1-ил или 1-гексил-гепт-1-ил, изотетрадецил, в частности, 1-метил-тридец-1-ил, 12-метил-тридец-1-ил, 2,6,10-триметил-ундец-1-ил, 1-пропил-ундец-1-ил или 2-гексил-окт-1-ил, изопентадецил, в частности, 1-

метил-тетрадец-1-ил, 13-метил-тетрадец-1-ил, 1,3,7-триметил-додец-1-ил, 3,7,11-триметил-додец-1-ил, 1-этил-тридец-1-ил, 1-бутил-ундец-1-ил или 1-гексил-нон-1-ил, изогексадецил, в частности, 1-метил-пентадец-1-ил или 14-метил-пентадец-1-ил, изогептадецил, в частности, 1-метил-гексадец-1-ил или 15-метил-гексадец-1-ил, изооктадецил, в частности, 1-метил-гептадец-1-ил или 16-метил-гептадец-1-ил, изопонадецил, в частности, 1-метилоктадец-1-ил, 17-метил-октадец-1-ил или 1-октил-ундец-1-ил, или их смеси.

Линейный алифатический C₇-C₁₉ алкенил представляет собой, например, н-дец-9-ен-1-ил, C₁₇ алкенил, в частности, (8Z)-гептадец-8-ен-1-ил, (8E)-гептадец-8-ен-1-ил, (8Z,11Z)-гептадец-8,11-диен-1-ил или (8Z,11Z,14Z)-гептадец-8,11,14-триен-1-ил, или их смеси.

R¹ предпочтительно означает линейный или разветвленный алифатический C₁₁-C₁₉ алкил или линейный C₁₁-C₁₉ алифатический алкенил. Более предпочтительно, R¹ означает линейный или разветвленный алифатический C₁₁-C₁₇ алкил или линейный C₁₁-C₁₇ алифатический алкенил. Очень предпочтительно, R¹ означает линейный алифатический C₁₅-C₁₇ алкил или линейный C₁₅-C₁₇ алифатический алкенил. В частности, R¹ означает линейный алифатический C₁₅-C₁₇ алкил или линейный C₁₇ алифатический алкенил.

R¹ предпочтительно означает линейный или разветвленный алифатический незамещенный C₁₁-C₁₉ алкил или линейный незамещенный C₁₁-C₁₉ алифатический алкенил. Более предпочтительно, R¹ означает линейный или разветвленный алифатический незамещенный C₁₁-C₁₇ алкил или линейный C₁₁-C₁₇ алифатический незамещенный алкенил. Очень предпочтительно, R¹ означает линейный алифатический незамещенный C₁₅-C₁₇ алкил или линейный C₁₅-C₁₇ алифатический незамещенный алкенил. В частности, R¹ означает линейный алифатический незамещенный C₁₅-C₁₇ алкил или линейный C₁₇ алифатический незамещенный алкенил.

Линейный или разветвленный алифатический C₂-C₆ алкилен представляет собой, например, этилен, проп-1,3-диил, 1-метил-этилен, бут-1,4-диил, 1-метилпроп-1,3-диил, 2-метил-1,3-диил, 1-этилэтилен, pent-1,5-диил, 1-метил-бут-1,4-диил, 2-метил-бут-1,4-диил, 1,2-диметил-проп-1,3-диил, 1-этил-проп-1,3-диил,

2-этил-проп-1,3-диил, гекс-1,6-диил, 1-метилpent-1,5-диил, 2-метилpent-1,5-диил, 3-метилpent-1,5-диил, 1-этил-бут-1,4-диил, 2-этил-бут-1,4-диил или их смеси.

R^2 предпочтительно означает линейный или разветвленный C_2 - C_5 алкилен. Более предпочтительно, R_2 означает линейный или моно-разветвленный C_2 - C_5 алкилен. Очень предпочтительно, R^2 означает линейный или моно-разветвленный C_2 - C_3 алкилен или линейный или моно-разветвленный C_5 алкилен. В частности, R^2 означает линейный C_2 алкилен или моно-разветвленный C_5 алкилен.

R^2 предпочтительно означает линейный или разветвленный алифатический C_2 - C_5 алкилен. Более предпочтительно, R_2 означает линейный или моно-разветвленный алифатический C_2 - C_5 алкилен. Очень предпочтительно, R^2 означает линейный или моно-разветвленный алифатический C_2 - C_3 алкилен или линейный или моно-разветвленный алифатический C_5 алкилен. В частности, R^2 означает линейный алифатический C_2 алкилен или моно-разветвленный алифатический C_5 алкилен.

R^2 предпочтительно означает линейный или разветвленный алифатический незамещенный C_2 - C_5 алкилен. Более предпочтительно, R_2 означает линейный или моно-разветвленный алифатический незамещенный C_2 - C_5 алкилен. Очень предпочтительно, R^2 означает линейный или моно-разветвленный алифатический незамещенный C_2 - C_3 алкилен или линейный или моно-разветвленный алифатический незамещенный C_5 алкилен. В частности, R^2 означает линейный алифатический незамещенный C_2 алкилен или моно-разветвленный алифатический незамещенный C_5 алкилен.

C_1 - C_2 алкил означает метил или этил.

r предпочтительно означает 2 или 3. Более предпочтительно, r означает 2.

q предпочтительно означает 0, 1 или 2. Более предпочтительно, q означает 0 или 1. Очень предпочтительно, q означает 0.

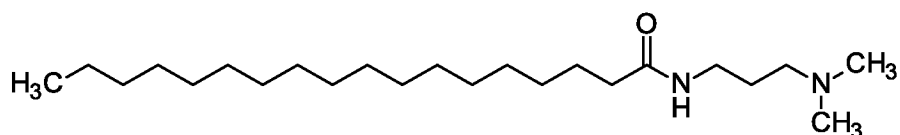
R^3 предпочтительно означает H, метил или этил. Более предпочтительно, R^3 означает H или метил. Очень предпочтительно, R^3 означает H.

Предпочтительным является способ, в котором R^3 означает H или C_1 - C_2 алкил.

R^4 предпочтительно означает H, C_1 - C_2 алкил или заместитель формулы I-S, причем p означает 2 или 3, и q означает 0, 1, 2 или 3. Более предпочтительно, R^4 означает H, C_1 - C_2 алкил или заместитель формулы I-S, причем p означает 2 или 3, и q означает 0, 1 или 2. Очень предпочтительно, R^4 означает H, метил или заместитель формулы I-S, причем p означает 2 или 3, и q означает 0, 1 или 2. В частности, R^4 означает H, метил или заместитель формулы I-S, причем p означает 2, и q означает 0, 1 или 2. Более конкретно, R^4 означает H, метил или заместитель формулы I-S, причем p означает 2, и q означает 0 или 1. Очень конкретно, R^4 означает H или метил.

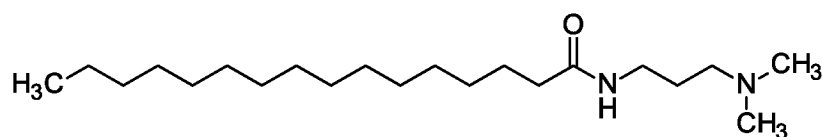
Предпочтительным является способ, в котором p означает 2, и q означает 1, 2 или 3.

Соединение формулы I, в которой R^1 означает линейный n -гептадец-1-ил, R^2 означает проп-1,3-диил, и R^3 и R^4 означают C_1 алкил, представлено ниже



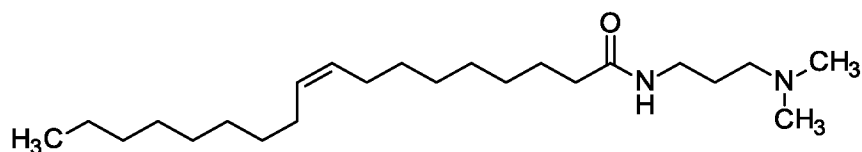
и химическим наименованием является N-[3-(диметиламино)пропил]октадецанамид.

Соединение формулы I, в которой R^1 означает n -пентадец-1-ил, R^2 означает проп-1,3-диил, и R^3 и R^4 означают C_1 алкил, представлено ниже



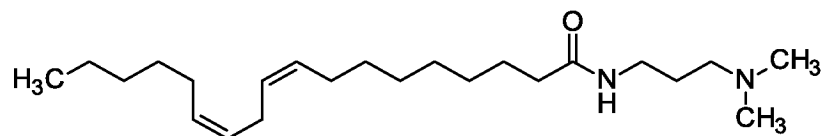
и химическим наименованием является N-[3-(диметиламино)пропил]гексадецанамид.

Соединение формулы I, в которой R^1 означает линейный C_{17} алкенил, который представляет собой (8Z)-гептадец-8-ен-1-ил, R^2 означает проп-1,3-диил, и R^3 и R^4 означают C_1 алкил, представлено ниже



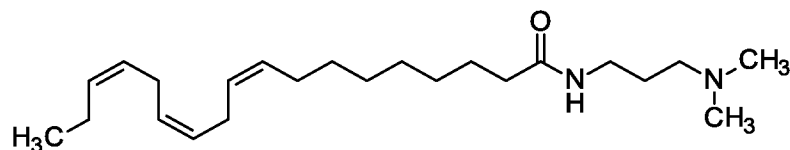
и химическим наименованием является (Z)-N-[3-(диметиламино)пропил]октадец-9-енамид.

Соединение формулы I, в которой R¹ означает линейный C₁₇ алкенил, который представляет собой (8Z,11Z)-гептадец-8,11-диен-1-ил, R² означает проп-1,3-диил, и R³ и R⁴ означают C₁ алкил, представлено ниже



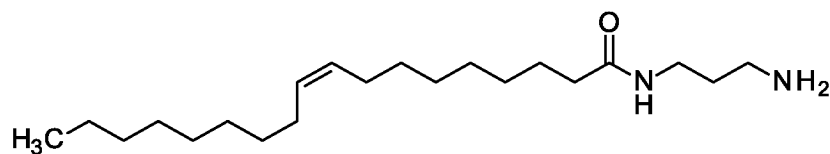
и химическим наименованием является (9Z,12Z)-N-[3-(диметиламино)пропил]октадеца-9,12-диенамид.

Соединение формулы I, в которой R¹ означает линейный C₁₇ алкенил, который представляет собой (8Z,11Z,14Z)-гептадец-8,11,14-триен-1-ил, R² означает проп-1,3-диил, и R³ и R⁴ означают C₁ алкил, представлено ниже



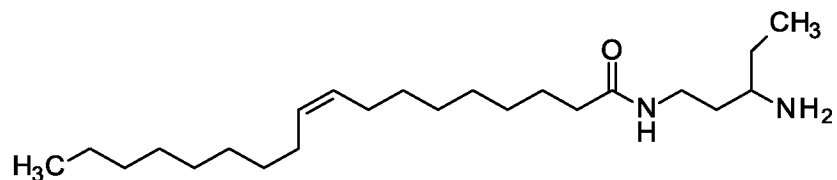
и химическим наименованием является (9Z,12Z,15Z)-N-[3-(диметиламино)пропил]октадеца-9,12,15-триенамид.

Соединение формулы I, в которой R¹ означает линейный C₁₇ алкенил, который представляет собой (8Z)-гептадец-8-ен-1-ил, R² означает проп-1,3-диил, и R³ и R⁴ означают H, представлено ниже



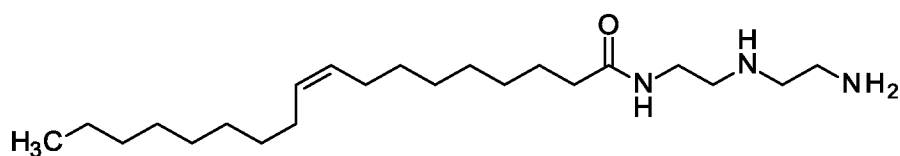
и химическим наименованием является (Z)-N-(3-аминопропил)октадец-9-енамид.

Соединение формулы I, в которой R¹ означает линейный C₁₇ алкенил, который представляет собой (8Z)-гептадец-8-ен-1-ил, R² означает 1-этил-проп-1,3-диил, и R³ и R⁴ означают H, представлено ниже



и химическим наименованием является (Z)-N-(3-аминопентил)октадец-9-енамид.

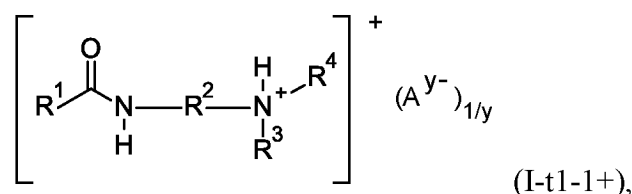
Соединение формулы I, в которой R^1 означает линейный C_{17} алкенил, который представляет собой (8Z)-гептадец-8-ен-1-ил, R^2 означает этилен, R^3 означает H, и R^4 означает формулу I-S, где $p = 2$ и $q = 0$, представлено ниже



и химическим наименованием является (Z)-N-[2-(2-аминоэтидамино)этид]октадец-9-енамид.

Анион представляет собой депротонированную форму кислоты $A(-H)_p$, причем $-H$ представляет собой кислотный протон, а p – количество кислых протонов кислоты $A(-H)_p$. В зависимости от крепости кислоты $A(-H)_p$, некоторые кислые протоны кислоты $A(-H)_p$ могут не депротонироваться в соли соединения формулы I.

Соль монопротонированного соединения формулы I и анион представляют собой, например, также выраженные формулой I-t1-1+



в которой A представляет собой анион, y – целое число, равное не менее 1, и y представляет собой отрицательный заряд аниона. Число y не превышает p , которое является числом кислых протонов кислоты $A(-H)_p$. Предпочтительным является анион, который представляет собой депротонированную кислоту $A(-H)_p$, причем p означает 1, 2 или 3, а y равно 1 для $p = 1$, y равно 1 или 2 для $p = 2$ и y равно 1, 2 или 3 для $p = 3$. В случае, если R^3 и/или R^4 независимо друг от друга

являются заместителем формулы I-S, один или более атомов азота формулы I-S находятся в равновесии с атомом азота, замещенным R^2 , R^3 и R^4 для протонирования. Это хорошо известно как таутомерия. В случае, если R^3 и/или R^4 независимо друг от друга являются заместителем формулы I-S, соединение формулы I может быть дважды протонировано и несет два положительных заряда. Соответственно, один или более атомов азота формулы I-S и атом азота, замещенный R^2 , R^3 и R^4 , в целом дважды протонированы и индивидуально находятся в равновесии для протонирования. По аналогии, соединение формулы I может быть протонировано более чем в два раза и до числа атомов азота в заместителях формулы I-S плюс один для атома азота, замещенного R^2 , R^3 и R^4 . Тем не менее, более экономически и экологически выгодно, когда соединение формулы I не протонировано, и, таким образом, соединение формулы I вообще не вводит или вводит меньшее количество анионов в способ производства концентрата. Предпочтительно, соединение формулы I протонировано не более трех раз, дважды или один раз, более предпочтительно не более двух или один раз, наиболее очевидно не более одного раза, и, в частности, соединение формулы I не содержит протонирования, соответственно соединение формулы I не является солью.

Анион представляет собой, например, C_1 - C_{18} карбоксилат, фтор, хлор, бром, йод, сульфонат, гидросульфат, сульфат, дигидрофосфат, гидрофосфат, фосфат, нитрат, гидрофторсиликат или фторсиликат. C_1 - C_{18} карбоксилат представляет собой, например, алифатический или олефиновый карбоксилат, предпочтительно алифатический C_1 - C_{13} карбоксилат, очень предпочтительно алифатический C_1 - C_6 карбоксилат и особенно формат, ацетат или пропионат. Предпочтительным является C_1 - C_{18} карбоксилат, фторид, хлорид, сульфонат, гидросульфат, сульфат, дигидрофосфат, гидрофосфат, фосфат или нитрат. Крайне предпочтительным является алифатический или олефиновый C_1 - C_{18} карбоксилат, в частности, предпочтительным является формат, ацетат или пропионат.

Предпочтительным является способ, в котором анион представляет собой C_1 - C_{18} карбоксилат, фтор, хлор, бром, йод, сульфонат, гидросульфат, сульфат, дигидрофосфат, гидрофосфат, фосфат, нитрат, гидрофторсиликат или фторсиликат.

Линейный или моно-разветвленный алифатический C_{10} - C_{20} алкил представляет собой, например, н-децил, в частности, н-дец-1-ил или н-дец-2-ил,

или моно-разветвленный изодецил, в частности, 2-метил-нон-1-ил, 8-метил-нон-1-ил или 3-пропил-гепт-1-ил; н-ундецил, в частности, н-ундец-1-ил или н-ундец-2-ил, или моно-разветвленный изоундецил, в частности, 2-метил-дец-1-ил или 9-метил-дец-1-ил; н-додецил, в частности, н-додец-1-ил или н-додец-2-ил, или моно-разветвленный изододецил, в частности, 2-метил-ундец-1-ил, 9-метил-ундец-1-ил, 2-этил-дец-1-ил или 2-бутил-окт-1-ил; н-тридецил, в частности, н-тридец-1-ил или н-тридец-2-ил, или моно-разветвленный изотридецил, в частности, 2-метил-додец-1-ил, 11-метил-додец-1-ил, 2-этил-ундец-1-ил или 2-пропил-дец-1-ил; н-тетрадецил, в частности, н-тетрадец-1-ил или н-тетрадец-2-ил, или моно-разветвленный изотетрадецил, в частности, 2-метил-тридец-1-ил, 12-метил-тридец-1-ил, 2-этил-додец-1-ил, 2-пентил-нон-1-ил или 2-гексил-окт-1-ил; н-пентадецил, в частности, н-пентадец-1-ил или н-пентадец-2-ил, или моно-разветвленный изопентадецил, в частности, 2-метил-тетрадец-1-ил, 13-метил-тетрадец-1-ил, 2-пропил-додец-1-ил или 3-гексил-нон-1-ил; н-гексадецил, в частности, н-гексадец-1-ил или н-гексадец-2-ил, или моно-разветвленный изогексадецил, в частности, 2-метил-пентадец-1-ил, 14-метил-пентадец-1-ил, 2-этил-тетрадец-1-ил, 2-бутил-додец-1-ил или 2-гексил-дец-1-ил; н-гептадецил, в частности, н-гептадец-1-ил или н-гептадец-2-ил, или моно-разветвленный изогептадецил, в частности, 2-метил-гексадец-1-ил или 15-метил-гексадец-1-ил; н-октадецил, в частности, н-октадец-1-ил или н-октадец-2-ил, или моно-разветвленный изооктадецил, в частности, 2-метил-гептадец-1-ил или 16-метил-гептадец-1-ил; н-нонадецил, в частности, н-нонадец-1-ил или н-нонадец-2-ил, или моно-разветвленный изопонадецил, в частности, 2-метил-октадец-1-ил или 17-метил-октадец-1-ил; н-икосил, в частности, н-икос-1-ил или н-икос-2-ил, или моно-разветвленный изоикосил, в частности, 2-метил-нонадец-1-ил или 18-метил-нонадец-1-ил; или их смеси.

Линейный алифатический C_{10} - C_{20} алкенил представляет собой, например, н-ундец-10-ен-1-ил, C_{18} алкенил, в частности, (9Z)-октадец-9-ен-1-ил, (9E)-октадец-9-ен-1-ил, (9Z,12Z)-октадец-9,12-диен-1-ил или (9Z,12Z,15Z)-октадец-9,12,15-триен-1-ил, или их смеси.

Если R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E , то R^E -ОН представляет собой первичный спирт ($-CH_2-OH$). Если R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который

ковалентно связан ровно с двумя другими атомами углерода в R^E , то R^E -ОН представляет собой вторичный спирт (-CH(OH)-).

R^E предпочтительно означает линейный или моно-разветвленный алифатический C_{12} - C_{18} алкил или линейный алифатический C_{18} алкенил. Более предпочтительно, R^E означает линейный алифатический C_{12} - C_{18} алкил или линейный алифатический C_{18} алкенил. Очень предпочтительно, R^E означает линейный алифатический C_{12} - C_{18} алкил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E , или линейный алифатический C_{18} алкенил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E . В частности, R^E означает линейный алифатический C_{16} - C_{18} алкил или линейный алифатический C_{18} алкенил. Более конкретно, R^E означает линейный алифатический C_{16} - C_{18} алкил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E , или линейный алифатический C_{18} алкенил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E . Особенно конкретно, R^E означает линейный алифатический C_{18} алкенил. В особенности, R^E означает линейный алифатический C_{18} алкенил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E . В еще более частном случае, R^E означает линейный алифатический C_{18} алкенил с одной двойной углеродной связью. В очень частном случае, R^E означает линейный алифатический C_{18} алкенил с одной двойной углеродной связью, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E . В наиболее частном случае, R^E представляет собой (9Z)-октадец-9-ен-1-ил или (9E)-октадец-9-ен-1-ил. В очень частном случае, R^E представляет собой (9Z)-октадец-9-ен-1-ил [= олеил].

R^E предпочтительно означает линейный или моно-разветвленный алифатический незамещенный C_{12} - C_{18} алкил или линейный алифатический незамещенный C_{18} алкенил. Более предпочтительно, R^E означает линейный

алифатический незамещенный C₁₂-C₁₈ алкил или линейный алифатический незамещенный C₁₈ алкенил. Очень предпочтительно, R^E означает линейный алифатический незамещенный C₁₂-C₁₈ алкил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E, или линейный алифатический незамещенный C₁₈ алкенил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E. В частности, R^E означает линейный алифатический незамещенный C₁₆-C₁₈ алкил или линейный алифатический незамещенный C₁₈ алкенил. Более конкретно, R^E означает линейный алифатический незамещенный C₁₆-C₁₈ алкил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E, или линейный алифатический незамещенный C₁₈ алкенил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E. Более конкретно, R^E означает линейный алифатический незамещенный C₁₈ алкенил. В особенности, R^E означает линейный алифатический незамещенный C₁₈ алкенил, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E. В еще более частном случае, R^E означает линейный алифатический незамещенный C₁₈ алкенил с одной двойной углеродной связью. В очень частном случае, R^E означает линейный алифатический незамещенный C₁₈ алкенил с одной двойной углеродной связью, причем R^E ковалентно соединяется с атомом кислорода в формуле II через атом углерода, который ковалентно связан только с одним другим атомом углерода в R^E.

Предпочтительным является способ, в котором R^E означает линейный или моно-разветвленный алифатический C₁₂-C₁₈ алкил или линейный алифатический C₁₈ алкенил.

Предпочтительным является способ, в котором R^E является линейным.

n представляет собой, например, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 или 12. Предпочтительно, n представляет собой 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 или 10. Более предпочтительно, n представляет собой 1, 2, 3, 4, 5, 6 или 7. Очень предпочтительно, n представляет собой 1, 2, 3, 4 или 5. В частности, n представляет

собой 1, 2, 3 или 4. Более конкретно, n представляет собой 2, 3 или 4. Наиболее конкретно, n означает 2 или 3. В особенности, n означает 2.

Предпочтительным является способ, в котором n означает 1, 2, 3 или 4.

В композиции собирателей, амидоамин может содержать различные соединения формулы I, т.е. два или более различных соединений формулы I, или соли протонированных различных соединений формулы I и анион. Различные соединения формулы I могут отличаться разными заместителями R^1 . Различные соединения формулы I могут отличаться разными заместителями R^2 , R^3 или R^4 . Предпочтительно, различные соединения формулы I отличаются разными заместителями R^1 . Более предпочтительно, различные соединения формулы I отличаются разными заместителями R^1 , и один из разных заместителей R^1 представляет собой линейный C_{17} алкенил. Очень предпочтительно, один из разных заместителей R^1 представляет собой линейный C_{17} алкенил, и один из разных заместителей R^1 представляет собой линейный пентадецил. В частности, один из разных заместителей R^1 представляет собой (8Z)-гептадец-8-енил, и один из разных заместителей R^1 представляет собой n -пентадец-1-ил. Более конкретно, один из разных заместителей (8Z)-гептадец-8-ен-1-ил, один из разных заместителей R^1 представляет собой n -пентадец-1-ил, и один из разных заместителей R^1 представляет собой (8Z,11Z)-гептадец-8,11-диенил.

В композиции собирателей, этоксилат может содержать различные соединения формулы II, т.е. два или более различных соединений формулы II. Различные соединения формулы II могут отличаться по разному числу n . Различные соединения формулы II могут отличаться разными R^E . Предпочтительно, различные соединения формулы II отличаются разными n . Более предпочтительно, различные соединения формулы II отличаются разными n , и одно из разных n равно 2, а одно из разных n равно 3. Предпочтительно, различные соединения формулы II отличаются разными R^E . Более предпочтительно, различные соединения формулы II отличаются разными R^E , и один из этих разных R^E представляет собой линейный или моно-разветвленный алифатический C_{13} алкил или один из этих разных R^E представляет собой (9Z)-октадец-9-ен-1-ил. Очень предпочтительно, различные соединения формулы II отличаются разными R^E , и один из этих разных R^E представляет собой линейный или моно-разветвленный алифатический C_{13} алкил, а один из этих разных R^E представляет собой линейный

или моно-разветвленный алифатический C_{15} алкил или один из этих разных R^E представляет собой (9Z)-октадец-9-ен-1-ил, и один этих разных R^E представляет собой н-гексадец-1-ил. В частности, различные соединения формулы II отличаются разными R^E , и один из этих разных R^E представляет собой линейный алифатический C_{13} алкил, а один из этих разных R^E представляет собой линейный алифатический C_{15} алкил или один из этих разных R^E представляет собой (9Z)-октадец-9-ен-1-ил, и один этих разных R^E представляет собой н-гексадец-1-ил. Более конкретно, различные соединения формулы II отличаются разными R^E , и один из разных R^E представляет собой (9Z)-октадец-9-ен-1-ил, а один из разных R^E представляет собой н-гексадец-1-ил. Более конкретно, различные соединения формулы II отличаются разными R^E , и один из разных R^E представляет собой (9Z)-октадец-9-ен-1-ил, один из разных R^E представляет собой н-гексадец-1-ил, и общее количество молекул соединения формулы II с $R^E = (9Z)$ -октадец-9-ен-1-ил превышает общее количество молекул формулы II с $R^E =$ н-гексадец-1-ил.

Средняя степень разветвления R^E в настоящем документе определяется как количество всех моно-разветвленных R^E , деленное на сумму количества всех моно-разветвленных R^E и числа всех линейных R^E . Значение средней степени разветвления находится между 0 в случае, если все R^E являются линейными, и 1 в случае, если все R^E являются моно-разветвленными. В случае если все R^E являются одинаковыми, средняя степень разветвления R^E составляет 0 или 1. В случае с двумя и более различными R^E средняя степень разветвления составляет 0 - 1. Предпочтительно, средняя степень разветвления R^E составляет 0 - 0,8. Более предпочтительно, средняя степень разветвления R^E составляет 0 - 0,7. Очень предпочтительно, средняя степень разветвления R^E составляет 0 - 0,65. Очевидно, что степень разветвления фрагмента обычно, т.е. не ограничиваясь в пределах R^E , определяется следующим образом: Средняя степень разветвления фрагмента, например, алкила или алкилена, в настоящем документе определяется как скорректированное количество всех разветвленных фрагментов, деленное на сумму количества всех разветвленных фрагментов и количества всех линейных фрагментов. Количество всех разветвленных фрагментов корректируется путем подсчета моно-разветвленных фрагментов один раз, дважды-разветвленных фрагментов дважды, трижды-разветвленных фрагментов трижды и т. д. Для фрагмента рассчитывается, является ли он моно-разветвленным, дважды-

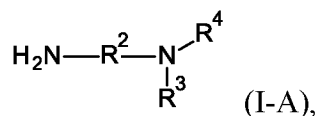
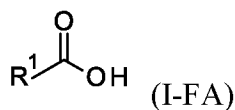
разветвленным, трижды-разветвленным и т.д. Это делается путем подсчета атома углерода, ковалентно связанного с 3 другими атомами углерода с 1, и атома углерода, ковалентно связанного с 4 другими атомами углерода с 2. Например, 2-метил-додец-1-ил является моноразветвленным, 2,4 -диметил-ундец-1-ил является дважды-разветвленным, 10,10-диметил-ундеци-1-ил является дважды-разветвленным, а 2,9,9-триметил-дец-1-ил является трижды разветвленным. Значение средней степени разветвления находится между 0 в случае, если все фрагменты являются линейными, и 1 в случае, если все фрагменты являются моноразветвленными. В случае если, все фрагменты являются одинаковыми, средняя степень разветвления фрагмента будет выражена целым числом. В случае если имеются два или более разных фрагмента, средняя степень разветвления составляет 0 – верхний предел. Верхний предел достигает максимально возможного целого числа для данного числа атомов углерода.

Предпочтительным является способ, в котором в случае если этоксилат содержит только соединения формулы II с одинаковым R^E , одинаковый R^E является линейным, или в случае если этоксилат содержит соединения формулы II с двумя или более различными R^E , средняя степень разветвления R^E для всех соединений формулы II составляет 0 - 0,8.

Предпочтительным является способ, в котором

- (i) амидоамин содержит различные соединения формулы I, или соли протонированных различных соединений формулы I и анион;
- (ii) этоксилат содержит различные соединения формулы II.

Амидоамин, содержащий соединение формулы I, предпочтительно может быть получен путем конденсации жирной кислоты формулы I-FA с амином формулы I-A



в которой R^1 , R^2 , R^3 , R^4 и формула I-S, p, q и * определены в указанном выше порядке. В случае с жирной кислотой и амином под конденсацией понимается

удаление воды, обычно путем нагрева жирной кислоты и амина при повышенной температуре, а также удаление воды путем перегонки. Предпочтительно один моль жирной кислоты формулы I-FA конденсируется с 0,8-1,5 моля амина формулы I-A. Более предпочтительно, один моль жирной кислоты формулы I-FA конденсируется с 0,9-1,4 моля амина формулы I-A. Очень предпочтительно, один моль жирной кислоты формулы I-FA конденсируется с 1-1,3 моля амина формулы I-A. Иными словами, очень предпочтительно, когда один моль жирной кислоты формулы I-FA конденсирован с эквимольным количеством или до 0,3 мольного избытка амина формулы I-A. Предпочтительно, жирная кислота формулы I-FA происходит из природного источника, который представляет собой природный жир или масло растительного или животного происхождения. Более предпочтительно, жирная кислота формулы I-FA может быть получена путем гидролиза глицерида, происходящего из природного источника, который представляет собой природный жир или масло растительного или животного происхождения.

Предполагается, что в случае с подходящим амином формулы I-A может произойти реакция внутримолекулярной конденсации, которая приводит к равновесию амидамина формулы I и внутримолекулярно циклизированной молекулы. Подходящий амин формулы I-FA имеет R^2 , который представляет собой C_2 - C_3 алкилен, и, по меньшей мере, один из R^3 и R^4 представляет собой H. Когда R^2 представляет собой C_2 алкилен, это позволяет сформировать пятичленное кольцо, которое является производным дигидроимидазола. Если R^3 представляет собой C_3 алкилен, это позволяет образовывать шестичленное кольцо, которое представляет собой производное тетрагидропиримидина.

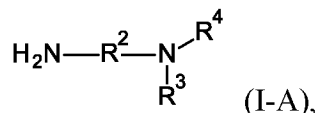
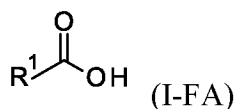
Например, под № CAS 85408-42-0 известен продукт конденсации N',N'-диметилпропан-1,3-диамина с рапсовым маслом. Под № CAS 68650-79-3 известен продукт конденсации N',N'-диметилпропан-1,3-диамина с талловым маслом. Под № CAS 97552-95-9 известен продукт конденсации N',N'-диметилпропан-1,3-диамина с рыбьим жиром. Продукт конденсации N',N'-диметилпропан-1,3-диамина (альтернативное название: 3-(диметиламино)пропиламин) с соевым маслом известен под № CAS 68188-30-7 и в реестре CAS назван амидами, соей, N-[3-(диметиламино)пропил]ом. Соевое масло имеет диапазоны распределения отдельных жирных кислот, которые описаны в одних источниках, например, как содержащиеся в качестве основных компонентов от около 8 до 14 мол.%

пальмитиновой кислоты, от около 1 до 6 мол.% стеариновой кислоты, от около 17 до 30 мол.% олеиновой кислоты, от около 48 до 59 мол.% линолевой кислоты и от около 4 до 11 мол.% линоленовой кислоты – все в расчете на общее молярное количество жирных кислот, которое составляет 100 мол.%. Также следует отметить, что соевое масло является натуральным продуктом, и его состав может незначительно меняться в зависимости от условий произрастания и породы соевого растения. Например, в упомянутой литературе описано специфическое распределение основных компонентов жирных кислот соевого масла: около 10 мол.% пальмитиновой кислоты, около 5 мол.% стеариновой кислоты, около 21 мол.% олеиновой кислоты, около 53 мол.% линолевой кислоты и около 8 мол.% линоленовой кислоты - в расчете на общее молярное количество жирных кислот, составляющее 100 мол.%. Значение слова «около» в двух предыдущих предложениях относится также к небольшим различиям, если рассматривать мас.% и моль%. Молекулярная масса основных компонентов не одинакова, но и не слишком сильно различается, в связи с чем в первом приближении мас.% можно принять за мол.% и наоборот. Жирные кислоты соевого масла можно перегонять, что может привести к изменению распределения жирной кислоты перед перегонкой. Под № CAS 39669-97-1 известен амидоамин, полученный конденсацией N',N'-диметилпропан-1,3-диамина с пальмитиновой кислотой, под № CAS 151190-60-2 известна хлоридная соль протонированного амидоamina, под № CAS 220820-88-2 известна пальмитатная соль протонированного амидоamina, под № CAS 83763-68-2 известна ацетатная соль протонированного амидоamina. Под № CAS 7651-02-7 известен амидоаминовый продукт, полученный конденсацией N',N'-диметилпропан-1,3-диамина со стеариновой кислотой, под № CAS 83607-13-0 известна хлоридная соль протонированного амидоamina, под № CAS 127358-77-4 известна стернатная кислая соль протонированного амидоamina, под № CAS 13282-70-7 известна ацетатная соль протонированного амидоamina. Под № CAS 109-28-4 известен амидоаминовый продукт, полученный конденсацией N',N'-диметилпропан-1,3-диамина с олеиновой кислотой, под № CAS 76959 - 11-0 известна бромидная соль протонированного амидоamina, под № CAS 70715-14-9 известна олеатная соль протонированного амидоamina, под № CAS 13282-68-3 известна ацетатная соль протонированного амидоamina, под № CAS 1638206-65-1 известна сульфатная соль с двумя монопротонированными амидоaminaми. Под № CAS 81613-56-1 известен амидоаминовый продукт, полученный конденсацией

N',N'-диметилпропан-1,3-диамина с линолевой кислотой, под № CAS 651294-42-7 известна линолеатная соль протонированного амидоамина, под № CAS 187939-51-1 известна 2-гидроксипропионатная соль протонированного амидоамина. Под № CAS 122955-03-7 известен амидоаминовый продукт, полученный конденсацией N',N'-диметилпропан-1,3-диамина с линоленовой кислотой.

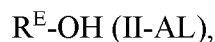
Предпочтительным является способ, в котором

- (i) амидоамин может быть получен путем конденсации жирной кислоты формулы I-FA с амином формулы I-A



в которой R¹, R², R³, R⁴ и формула I-S, p, q и * имеют значения как в п. 1.

Этоксилат, содержащий соединение формулы II предпочтительно может быть получен путем этоксилирования одного эквивалента спирта формулы II-AL



в которой R^E имеет значение, как указано выше, с n эквивалентами этиленоксида, причем n имеет значение, как указано выше. Этоксилирование спирта формулы II-AL можно выполнять хорошо известными способами. Соответствующий спирт обычно реагирует с этиленоксидом в присутствии подходящего катализатора, например, обычного основного катализатора, такого как гидроксид калия. Предпочтительно, алкоксилирование проводят с основным катализатором, более предпочтительно с гидроксидом щелочного металла, очень предпочтительно с гидроксидом калия или гидроксидом натрия и в частности, с гидроксидом калия.

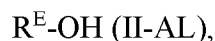
Линейные первичные спирты получают из природного источника, которым является природный жир или масло растительного или животного происхождения, путем гидрогенизации (= линейный первичный спирт из природного источника). Вторичные линейные спирты получают окислением линейного алкана по Башкирову (= вторичный линейный спирт в результате окисления по Башкирову).

Линейные или моно-разветвленные первичные спирты можно получить реакцией гидроформилирования путем добавления монооксида углерода и водорода к линейному моноолефину с двойной связью на конце линейной алкиленовой цепи с получением альдегида с последующей гидрогенизацией альдегида с получением окоспиртов. Путем введения карбонильной группы в положение 1 линейного моноолефина получают окончательно линейный первичный спирт. Путем введения карбонильной группы в положение 2 линейного моноолефина получают окончательно моно-разветвленный спирт с одной метильной группой в положении 2 моно-разветвленного первичного спирта (= линейный или моно-разветвленный окоспирт). Разветвленные первичные спирты можно получить реакцией гидроформилирования путем добавления монооксида углерода и водорода к разветвленному моноолефину с двойной связью на конце разветвленной алкиленовой цепи с получением альдегида с последующей гидрогенизацией альдегида с получением окоспиртов. Путем введения карбонильной группы в положение 1 разветвленного моноолефина получают окончательно разветвленный первичный спирт. Степень разветвления остается прежней (= разветвленный окоспирт). Путем введения карбонильного фрагмента в положение 2 разветвленного моноолефина получают разветвленный спирт с одной метильной группой в положении 2 разветвленного первичного спирта. Степень разветвления увеличивается на единицу (= разветвленный окоспирт). Если разветвленный моноолефин сам по себе является дважды-разветвленным, то разветвленный окоспирт содержит дважды-разветвленный и трижды-разветвленный первичные спирты. Моно-разветвленные первичные спирты можно получить реакцией Гербе, т.е. превращением первичного линейного исходного спирта в его бета-алкилированный димерный спирт с потерей одного эквивалента воды (= моно-разветвленный первичный спирт Гербе). Предпочтительно, спирт формулы II-AL представляет собой первичный линейный спирт из природного источника, вторичный линейный спирт окисления по Башкирову, линейный или моно-разветвленный первичный окоспирт или моно-разветвленный первичный спирт Гербе. Более предпочтительно, спирт формулы II-AL представляет собой первичный линейный спирт из природного источника, вторичный линейный спирт окисления по Башкирову или линейный или моно-разветвленный первичный окоспирт. Очень предпочтительно, спирт формулы II-AL представляет собой первичный линейный спирт из природного источника или линейный или моно-

разветвленный первичный оксоспирт. Очень предпочтительно, спирт формулы II-AL представляет собой первичный линейный спирт из природного источника или вторичный линейный спирт окисления по Башкирову. В частности, спирт формулы II-AL представляет собой первичный линейный спирт из природного источника.

Предпочтительным является способ, в котором

- (ii) этоксилят может быть получен путем этоксилирования одного эквивалента спирта формулы II-AL

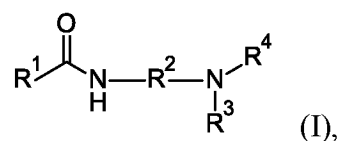


в которой R^E имеет значение, как указано выше, с n эквивалентами этиленоксида,

причем n имеет значение, как указано выше.

Предпочтительным является способ, в котором композиция собирателя содержит

- (i) амидоамин, который содержит соединение формулы I

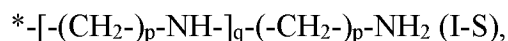


в которой

R^1 означает линейный или разветвленный алифатический C_{11} - C_{19} алкил или линейный C_{11} - C_{19} алифатический алкенил,

R^2 означает линейный или разветвленный алифатический C_2 - C_6 алкилен,

R^3 и R^4 означают независимо друг от друга H, C_1 - C_2 алкил или заместитель формулы I-S



в которой

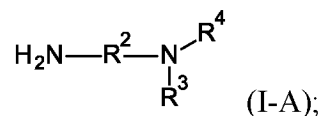
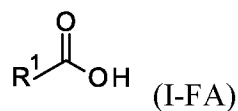
p означает 2, 3 или 4,

q означает 0, 1, 2 или 3, и

* представляет собой место присоединения заместителя, или

соль протонированного соединения формулы I и анион, и

который может быть получен путем конденсации жирной кислоты формулы I-FA с амином формулы I-A



(ii) этоксилат, который содержит соединение формулы II

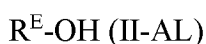


в которой

R^E означает линейный или моно-разветвленный алифатический C_{10} - C_{20} алкил или линейный алифатический C_{10} - C_{20} алкенил,

n означает целое число от 1 до 12, и

который может быть получен путем этоксилирования одного эквивалента спирта формулы II-AL



с n эквивалентами этиленоксида.

Композиция собирателей, используемая в способе согласно настоящему изобретению, содержит больше массовых частей (i) амидоamina, чем (ii) этоксилата.

Это означает, что композиция собирателей, используемая в способе согласно настоящему изобретению, содержит больше чем 50 массовых частей (i) амидоamina и меньше чем 50 массовых частей (ii) этоксилата.

Композиция собирателей, используемая в способе согласно настоящему изобретению, содержит значительно больше массовых частей (i) амидоamina, чем (ii) этоксилата.

“Значительно больше” означает, что композиция собирателей, используемая в способе согласно настоящему изобретению, содержит больше чем 60 массовых частей (i) амидоamina и меньше чем 40 массовых частей (ii) этоксилата.

Предпочтительно, композиция собирателя содержит (i) 65 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 35 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. Более предпочтительно, композиция собирателя содержит (i) 75 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 25 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых

частей. Очень предпочтительно, композиция собирателя содержит (i) 85 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 15 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. В частности, композиция собирателя содержит (i) 88 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 12 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. Более конкретно, композиция собирателя содержит (i) 89 - 98,8 массовых частей амидоamina, (ii) 1,2 - 11 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. Очень конкретно, композиция собирателя содержит (i) 89,5 - 98,6 массовых частей амидоamina, (ii) 1,4 - 10,5 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. Особенно, композиция собирателя содержит (i) 89,8 - 98,4 массовых частей амидоamina, (ii) 1,6 - 10,2 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. В особенности, композиция собирателя содержит (i) 89,9 - 98,2 массовых частей амидоamina, (ii) 1,8 - 10,1 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. Очень особенно, R^E означает линейный алифатический C₁₀-C₂₀ алкенил, и композиция собирателя содержит (i) 95 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 5 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. В особенности, R^E означает линейный алифатический C₁₀-C₂₀ алкенил, и композиция собирателя содержит (i) 96 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 4 массовые части этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей.

Таким образом, в способе согласно настоящему изобретению применяемая композиция собирателей содержит больше массовых частей (i) амидоamina, чем (ii) этоксилата.

Это означает, что композиция собирателей содержит больше чем 50 массовых частей (i) амидоamina и меньше чем 50 массовых частей (ii) этоксилата.

В способе согласно настоящему изобретению применяемая композиция собирателей содержит значительно больше массовых частей (i) амидоamina, чем (ii) этоксилата.

“Значительно больше” означает, что композиция собирателей, используемая в способе согласно настоящему изобретению, содержит больше чем 60 массовых частей (i) амидоamina и меньше чем 40 массовых частей (ii) этоксилата.

Предпочтительным является способ, в котором композиция собирателя содержит

- (i) 65 - 99 массовых частей амидоamina, и
- (ii) 1 - 35 массовых частей этоксилата,

и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей.

Более предпочтительным является способ, в котором композиция собирателя содержит

- (i) 75 - 99 массовых частей амидоamina, и
- (ii) 1 - 25 массовых частей этоксилата,

и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей.

Особенно предпочтительным является способ, в котором композиция собирателя содержит

- (i) 85 - 99 массовых частей амидоamina, и
- (ii) 1 - 15 массовых частей этоксилата,

и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей.

Предпочтительно, композиция собирателей состоит из (i) амидоamina и (ii) этоксилата. Более предпочтительно, композиция собирателей состоит из (i) 65 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 35 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. Очень предпочтительно, композиция собирателей состоит из (i) 75 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 25 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. В частности, композиция собирателей состоит из (i) 85 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 15 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. Более конкретно, композиция собирателей состоит из (i) 88 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 12 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. Очень конкретно, композиция собирателя содержит (i) 89 - 98,8 массовых частей амидоamina, (ii) 1,2 - 11 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. Особенно, композиция

собирателей состоит из (i) 89,5 - 98,6 массовых частей амидоamina, (ii) 1,4 - 10,5 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. В еще более частном случае, композиция собирателей состоит из (i) 89,8 - 98,4 массовых частей амидоamina, (ii) 1,6 - 10,2 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. В очень частном случае, композиция собирателей состоит из (i) 89,9 - 98,2 массовых частей амидоamina, (ii) 1,8 - 10,1 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей. В наиболее частном случае, R^E означает линейный алифатический C₁₀-C₂₀ алкенил и композиция собирателей состоит из (i) 95 - 99 массовых частей амидоamina, (ii) 1 - 5 массовых частей этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей.

Композицию собирателей добавляют предпочтительно в виде водного раствора или суспензии. Водный раствор или суспензия композиции собирателей может быть, например, получена путем растворения амидоamina и этоксилата в воде при перемешивании. Растворение осуществляют при комнатной температуре или при температуре, выше комнатной температуры, но ниже точки кипения воды. Водный раствор или суспензия композиции собирателей содержит композицию собирателей и воду. Водный раствор или суспензия композиции собирателей содержит предпочтительно 0,3 - 80 мас.% композиции собирателей из расчета на массу водного раствора или суспензии композиции собирателей и воды. Более предпочтительно, водный раствор или суспензия композиции собирателей содержит 0,5 - 60 мас.% композиции собирателей из расчета на массу водного раствора или суспензии композиции собирателей и воды. Очень предпочтительно, водный раствор или суспензия композиции собирателей содержит 0,6 - 40 мас.% композиции собирателей из расчета на массу водного раствора или суспензии композиции собирателей и воды. В частности, водный раствор или суспензия композиции собирателей содержит 0,7 - 30 мас.% композиции собирателей из расчета на массу водного раствора или суспензии и воды. Более конкретно, водный раствор или суспензия композиции собирателей содержит 0,8 - 20 мас.% композиции собирателей из расчета на массу водного раствора или суспензии и воды. Очень конкретно, водный раствор или суспензия композиции собирателей содержит 0,9 - 10 мас.% композиции собирателей из расчета на массу водного раствора или суспензии и воды.

Предпочтительным является способ, в котором композицию собирателей добавляют в виде водного раствора или суспензии.

Композицию собирателей добавляют предпочтительно в количестве 10 г - 500 г на тонну руды. Расчет производится по сухой руде. Состав собирателей приводят в количестве от 10 г до 500 г на тонну руды, очень предпочтительно от 40 г до 250 г на тонну руды, в частности, от 60 г до 220 г на тонну руды, в частности, от 70 г до 180 г на тонну руды, в особенности от 80 г до 160 г на тонну руды и особенно от 90 г до 140 г на тонну руды.

Предпочтительным является способ, в котором композицию собирателей добавляют в количестве 10 г - 500 г на тонну руды.

Значение рН на этапах (с) и (d) данного способа предпочтительно корректируется регулятором рН до определенного значения, обычно это значение рН 8 - 12, в частности, 9 - 11. Регулятор рН как правило представляет собой сильное основание, например, гидроксид натрия, гидроксид калия, карбонат натрия или карбонат калия. Предпочтительно, значение рН водной пульпы составляет 8 - 12, в частности, 9 - 11. Предпочтительно, этап (с), т.е. добавление композиции собирателей в водную пульпу происходит при значении рН 8 - 12, в частности, 9 - 11. Предпочтительно, значение рН водной смеси составляет 8 - 12, в частности, 9 - 11. Предпочтительно этап (d), т.е. аэрация водной смеси, происходит при значении рН 8 - 12, в частности, 9 - 11. Предпочтительно, этап (е), т.е. получение концентрата, обогащенного железосодержащим минералом, происходит при значении рН 8 - 12, в частности, 9 - 11. Регулирование значения рН поддерживает ситуацию, при которой руда, особенно частицы руды, имеют правильный поверхностный заряд.

Предпочтительным является способ, в котором значение рН на этапе (с) составляет 8 - 12.

Предпочтительным является способ, в котором значение рН на этапе (с) и на этапе (b) составляет 8 - 12.

Предпочтительным является способ, в котором значение рН на этапе (с) и на этапе (d) составляет 8 - 12.

Предпочтительным является способ, в котором значение рН на этапе (с), и этапе (b) и на этапе (d) составляет 8 - 12.

Предпочтительным является способ, в котором значение pH на этапе (с), на этапе (b), на этапе (d) и на этапе (e) составляет 8 - 12.

Вспомогательное флотационное средство отличается для (i) амидоamina и (ii) оксилата и, например, представляет собой подавитель, регулятор пенообразования, со-собираатель или масло-наполнитель.

Подавитель помогает предотвратить флотацию ингредиента руды, в результате чего нежелательно его попадание в часть пены, или в целом поддерживает селективность метода изготовления концентрата. Подавитель представляет собой, например, гидрофильный полисахарид, в частности, крахмал или силикат натрия. Крахмал представляет собой, например, нативный или модифицированный крахмал. Нативный крахмал представляет собой, например, крахмал из кукурузы, пшеницы, овса, ячменя, риса, проса, картофеля, гороха, тапиоки или маниока. Нативный крахмал предпочтительно предварительно желатинизирован, то есть нагрет для желатинизации крахмала в водном растворе, или каустизации, т.е. обработке сильным основанием, например, NaOH, KOH или Ca(OH)₂, в водном растворе. Модифицированный крахмал может представлять собой деградированный крахмал, который имеет пониженную среднемолекулярную массу по сравнению с исходным крахмалом, химически модифицированный крахмал или комбинацию деградированного и химически модифицированного крахмала. Разложение крахмала возможно, например, путем окисления или обработки кислотой, основанием или ферментами. В результате разложения, как правило, увеличивается содержание олигосахаридов или декстринов. Химическое модифицирование – это функционализация крахмала путем ковалентного связывания химической группы с крахмалом. Химически модифицированный крахмал можно получить, например, путем эстерификации или этерификации крахмала. Эстерификация кислоты крахмалом представляет собой, например, использование ангидрида или хлорида кислоты. Этерификация крахмала возможна, например, с использованием органического реагента, который содержит реакционноспособную эпоксидную функциональность. Предпочтительным является подавитель, который представляет собой крахмал, очень предпочтительно нативный крахмал, в частности, предварительно желатинизированный крахмал или каустифицированный крахмал, особенно каустифицированный крахмал. Подавитель предпочтительно добавляют в количестве 100 - 3000 г на тонну руды.

Расчет осуществляют по сухой руде. Это количество более предпочтительно составляет 200 г - 2000 г на тонну руды, очень предпочтительно 300 г - 1200 г на тонну руды, в частности, 400 г - 900 г на тонну руды и более конкретно 450 г - 600 г на тонну руды.

Регулятор пенообразования повышает эффективность способа производства, препятствуя образованию пены. К свойствам пены можно отнести, например, высоту пены, соответственно, объем пены или стабильность пены, т.е. время схлопывания после прекращения аэрации. Регулятор пенообразования представляет собой, например, сосновое масло, терпинол, метилизобутилкарбинол, спирт C₆-C₉, в частности, 2-этилгексанол или гексанол, сложный эфир спирта, в частности, смесь, содержащую 2,2,4-триметил-1,3-пентандиолмоноизобутират, остаток от перегонки оксо-синтеза 2-этилгексанола, триэтоксипутана, алкоксилированного спирта C₁-C₆, в частности, этоксилата и/или пропоксилированного спирта C₁-C₆, полиэтиленгликоля или полипропиленгликоля. По-прежнему привлекательной является ситуация, когда способ не требует добавления регулятора пенообразования. Предпочтительно, для реализации способа не требуется использования регулятора пенообразования.

Со-собиратель представляет собой поверхностно-активное соединение, отличное от амидоamina и оксилата. Со-собиратель является, например, катионный, неионогенным или анионным, предпочтительно катионным или неионогенным и очень предпочтительно катионным. Катионный со-собиратель представляет собой, например, C₉-C₁₈ алкиламин, 2-(C₉-C₁₈ алкил-амино)этид-1-амин, N¹-(C₉-C₁₈ алкил)пропан-1,3-диамин, 3-(C₉-C₁₈ алкокси)пропил-1-амин, N¹-(3-(C₉-C₁₈ алкокси)пропил)пропан-1,3-диамин. Анионный со-собиратель представляет собой, например, C₈-C₁₈ алкилсульфат, в частности, лаурилсульфат натрия, C₆-C₁₀ алкилсульфосукцинатный моноэфир или C₈-C₂₀ жирную кислоту. Неионогенный со-собиратель представляет собой, например, C₉-C₁₅ алкиловый спирт, который является разветвленным. При использовании со-собирателя в качестве вспомогательного средства флотации, со-собиратель может добавляться вместе с композицией собирателей. В этом случае данная часть этапа (b) происходит одновременно с этапом (c).

По-прежнему привлекательной является ситуация, когда способ не требует добавления со-собирателя.

Предпочтительным является способ, при котором амин формулы R^2-NH_2 , где R^2 представляет собой C_1-C_{24} алкил, фенил, бензил, C_1-C_{24} алкенил, гетероциклил, незамещенный арил или арил, замещенный одним или более C_1-C_8 алкильными заместителями, содержится в массовом соотношении ниже 1 к 100, где 100 представляет собой массовое количество всех соединений формулы I. Очень предпочтительно, когда этот способ не требует добавления амина формулы R^2-NH_2 . Особенно предпочтительно, чтобы способ не предусматривал добавление амина формулы R^2-NH_2 или соли протонированного амина формулы R^2-NH_2 и аниона.

Предпочтительным является способ, при котором эфирамин содержится в массовом соотношении ниже 20 к 100, где 100 является массовым количеством всех соединений формулы I. Очень предпочтительным является способ, при котором эфирамин содержится в массовом соотношении ниже 1 к 100, где 100 представляет собой массовое количество всех соединений формулы I. Особенно предпочтительно, чтобы способ не предусматривал добавление эфирамина. Особенно предпочтительно, чтобы способ не предусматривал добавление эфирамина или соли протонированного эфирамина и аниона. В настоящем документе под эфирамином понимается молекула, которая содержит структурный элемент алкил-О-алкилен-NH-..., например, молекулы, описанные как алкил-О-алкилен- NH_2 или алкил-О-алкилен-NH-алкилен- NH_2 .

Масло-наполнитель представляет собой, например, керосин, дизельное топливо или метиловый или этиловый эфир жирных кислот $C_{12}-C_{20}$.

Предпочтительным является способ, при котором на этапе (b) добавляются одно или более вспомогательных флотационных средств, и одним из таких вспомогательных флотационных средств является подавитель, регулятор пенообразования, со-собиратель или масло-наполнитель.

Предпочтительным является способ, при котором одно из вспомогательных флотационных средств, добавленных на этапе (b), является подавителем.

Предпочтительным является способ, в котором добавляют подавитель, который представляет собой крахмал.

Предпочтительным является способ, при котором одно из вспомогательных флотационных средств, добавленных на этапе (b), является подавителем, а еще

одно из вспомогательных флотационных средств является со-собирателем, который добавляют на этапе (b) перед этапом (c) или одновременно с композицией собирателей.

Зачастую обычной практикой является добавление кукурузного крахмала, обычно предусматриваемого в качестве подавителя. Предпочтительно, этот способ не требует добавления предварительно желатинизированного кукурузного крахмала, очень предпочтительно не требует добавления кукурузного крахмала, в частности, не требует добавления крахмала и в особенности не требует добавления гидрофильного полисахарида.

В способе производства концентрата можно использовать обычное оборудование установки обратной флотации. Предпочтительно, композиция собирателей и, при необходимости, одно или более вспомогательных флотационных средств, которые представляют собой со-собиратель, добавляют к водной пульпе, которая уже находится во флотационной камере, используемой для аэрации смеси на этапе (d).

После добавления композиции собирателей к водной пульпе полученную водную смесь предпочтительно выдерживают, в частности, при перемешивании, в течение периода кондиционирования перед аэрацией водной смеси. Это позволяет композиции собирателей и, при необходимости, вспомогательного флотационного средства, которое представляет собой со-собиратель, кондиционировать руду, в частности, частицы руды, в водной смеси. Период кондиционирования составляет, например, одну минуту или до 10 или 15 минут.

При аэрировании водной смеси воздух, как правило, подают в нижнюю часть флотационной камеры. Образуются пузырьки воздуха, которые поднимаются к поверхности с образованием на поверхности пены. Подача воздуха может продолжаться до тех пор, пока не прекратится пенообразование. Это может длиться, например, одну минуту или до 15 или 20 минут. Пену удаляют.

Для получения концентрата, обогащенного железосодержащими минералами, аэрацию обычно прекращают. Концентрат, обогащенный железосодержащими минералами, обычно опускается на дно флотационной камеры.

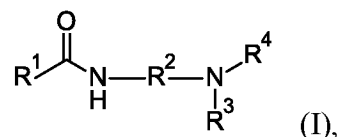
В некоторых случаях может быть желательно повторно обработать концентрат, обогащенный железосодержащими минералами, аналогичным образом. Например, могут повторяться этапы (c) и (d): перед этапом (e) осуществляют этап (d-c), а за ним следует этап (d-d).

Концентрат, обогащенный железосодержащими минералами, содержит, по меньшей мере, 60 мас.% атомов Fe из расчета на общую массу концентрата, обогащенного железосодержащими минералами, очень предпочтительно, по меньшей мере, 65 мас.%. Масса атомов Fe аналогична массовому содержанию железа. Концентрат, обогащенный железосодержащими минералами, содержит менее 2,5 мас.% SiO₂ из расчета на общую массу концентрата, обогащенного железосодержащими минералами, более предпочтительно менее 2,1 мас.%, очень предпочтительно 2,0 мас.% и в частности, менее 1,9 мас.% SiO₂. Концентрат, обогащенный железосодержащими минералами, предпочтительно содержит не менее 60 мас.% атомов Fe и менее 2,5 мас.% SiO₂ из расчета на общую массу концентрата, обогащенного железосодержащим минералом, очень предпочтительно не менее 65 мас.% атомов Fe и менее чем 2,1 мас.%.

Описанные выше предпочтения относительно способа получения концентрата или относительно добавляемой композиции собирателей описаны для рассматриваемого способа. Эти предпочтения также применимы к дополнительным вариантам осуществления изобретения.

Еще одним вариантом осуществления изобретения является применение композиции собирателей, содержащей

- (i) амидоамин, который содержит соединение формулы I

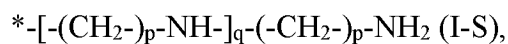


в которой

R¹ означает линейный или разветвленный алифатический C₇-C₁₉ алкил или линейный C₇-C₁₉ алифатический алкенил,

R² означает линейный или разветвленный алифатический C₂-C₆ алкилен,

R³ и R⁴ означают независимо друг от друга H, C₁-C₂ алкил или заместитель формулы I-S



в которой

p означает 2, 3 или 4,

q означает 0, 1, 2 или 3, и

* представляет собой место присоединения заместителя, или соль протонированного соединения формулы I и анион;

(ii) этоксилат, который содержит соединение формулы II



в которой

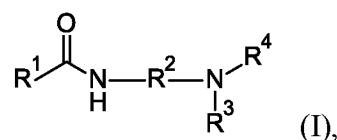
R^E означает линейный или моно-разветвленный алифатический $\text{C}_{10}\text{-C}_{20}$ алкил или линейный алифатический $\text{C}_{10}\text{-C}_{20}$ алкенил,

n означает целое число от 1 до 12,

в качестве флотационного собирателя для производства концентрата, обогащенного железосодержащим минералом из руды, который содержит железосодержащий минерал и силикат, путем обратной флотации.

Еще одним вариантом осуществления изобретения является композиция собирателей, содержащая

(i) амидоамин, который содержит соединение формулы I

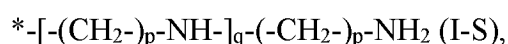


в которой

R^1 означает линейный или разветвленный алифатический $\text{C}_7\text{-C}_{19}$ алкил или линейный $\text{C}_7\text{-C}_{19}$ алифатический алкенил,

R^2 означает линейный или разветвленный алифатический $\text{C}_2\text{-C}_6$ алкилен,

R^3 и R^4 означают независимо друг от друга H, $\text{C}_1\text{-C}_2$ алкил или заместитель формулы I-S



в которой

p означает 2, 3 или 4,

q означает 0, 1, 2 или 3, и

* представляет собой место присоединения заместителя, или

соль протонированного соединения формулы I и анион;

- (ii) этоксилат, который содержит соединение формулы II



в которой

R^E означает линейный или моно-разветвленный алифатический C_{10} - C_{20} алкил или линейный алифатический C_{10} - C_{20} алкенил, и n означает целое число от 1 до 12.

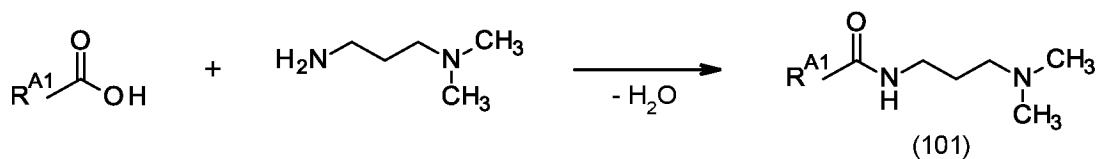
Предпочтительно, композиция собирателей является частью водного раствора или суспензии, которая содержит композицию собирателей и воду.

Настоящее изобретение поясняется следующими примерами, которые не имеют ограничительного характера. Если не указано иное, процентные значения означают массовый процент.

A) собиратель амидоаминов

SOFA-1 представляет собой дистиллированное соевое масло сорта жирных кислот со спецификацией $\leq 0,1$ мас.% насыщенной карбоновой кислоты C_{14} (например, тетрадекановой кислоты), 10 - 23 мас.% насыщенной карбоновой кислоты C_{16} (например, пальмитиновой кислоты), 2 - 8 мас.% насыщенной карбоновой кислоты C_{18} (например, стеариновой кислоты), 24 - 34 мас.% моно-ненасыщенной карбоновой кислоты C_{18} (например, олеиновой кислоты), 38 - 50 мас.% ди-ненасыщенной карбоновой кислоты C_{18} (например, линолевой кислоты) и 2 - 8 мас.% три-ненасыщенной карбоновой кислоты C_{18} (например, линоленовой кислоты).

A-1: Продукт реакции жирной кислоты соевого масла и N,N-диметилпропан-1,3-диамина (101)

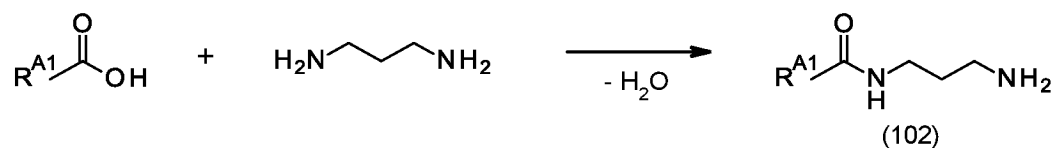


Перемешиваемый раствор дистиллированной жирной кислоты соевого масла (410 г SOFA-1, 1,5 моль, на схеме реакции обозначено как $\text{R}^{\text{A}1}\text{-C}(=\text{O})\text{OH}$) нагревают до 40°C и через 5 минут добавляют N,N'-диметилпропан-1,3-диамин (199 г, 1,95 моль; молярное отношение $\text{R}^{\text{A}1}\text{-C}(=\text{O})\text{OH}$ к N,N-диметилпропан-1,3-диамина составляет от 1 до 1,3). Данное добавление вызывает экзотермическую реакцию из-за образования соли. После завершения добавления реакцию смесь быстро нагревают до 80°C , а затем в течение 1,5 часов медленно нагревают до 150°C . Смесь выдерживают в течение 1 часа с обратным холодильником при температуре 150°C . После этого воду дистиллируют. Затем температуру реакции медленно повышают до 180°C и поддерживают на этом уровне в течение 1 часа. Кислотный индекс измеряют титрованием раствором KOH (0,05 моль/л) для определения момента окончания реакции, используя 50 мл нейтрализованного этанола в качестве растворителя и фенолфталеин в качестве индикатора. После того как вся жирная кислота израсходуется, что определяется измеренным кислотным показателем 0 мг KOH/г, смесь охлаждают до 50°C . Продукт реакции (101) получают в виде желто-коричневатого твердого вещества с выходом 91%.

FT-IR ν_{max} (жидкая пленка) основные полосы [cm^{-1}]: 3292.2, 3083.6, 2926.3, 2855.7, 1648.8, 1559, 1462.7

^{13}C NMR (126 МГц, хлороформ -d): δ 173.04 (C-6), 130.19 (двойные связи), 130.03 (двойные связи), 129.97 (двойные связи), 129.74 (двойные связи), 128.05 (двойные связи), 127.92 (двойные связи), 58.60 (C-2), 45.39 (C-10, C-11), 39.19 (C-4), 36.95 (C-7), 31.93, 31.91, 31.53, 29.78, 29.75, 29.70, 29.67, 29.65, 29.53, 29.43, 29.36, 29.33, 29.18, 27.22 (C-21, C-24), 26.28 (C-3), 25.79 (C-34), 25.64, 22.69, 22.58, 14.11 (C-13).

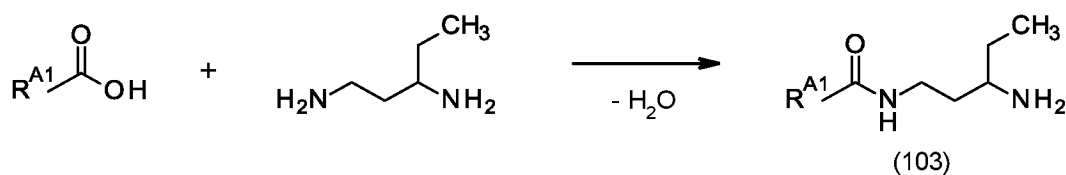
А-2: Продукт реакции жирной кислоты соевого масла и 1,3-диаминопропана
(102)



Перемешанный раствор прошедшей перегонку жирной кислоты соевого масла (410 г SOFA-1, 1,5 моль, на схеме реакции представлено как $\text{R}^{\text{A1}}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$) нагревают до 40°C и через 5 минут добавляют 1,3-диаминопропан (144 г, 1,95 моль; молярное соотношение $\text{R}^{\text{A1}}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ к 1,3-диаминопропану составляет от 1 до 1,3). Данное добавление вызывает экзотермическую реакцию из-за образования соли. После завершения добавления реакцию смесь быстро нагревают до 80°C , а затем в течение 1,5 часов медленно нагревают до 180°C . Смесь выдерживают в течение 2,5 часов с обратным холодильником при температуре 180°C . После этого воду дистиллируют. Затем реакцию смесь в течение 1 часа выдерживают под вакуумом. Кислотный индекс измеряют титрованием раствором KOH (0,05 моль/л) для определения момента окончания реакции, используя 50 мл нейтрализованного этанола в качестве растворителя и фенолфталеин в качестве индикатора. После израсходования всей жирной кислоты, что определяется по измеренному кислотному показателю 0 мг $\text{KOH}/\text{г}$, смесь охлаждают до 50°C . Продукт реакции (102) получают в виде желто-коричневатого твердого вещества. На схеме реакции изображены производные N-(3-аминопропил)амида. Предполагается, что за счет дальнейшей реакции внутримолекулярной конденсации в продукте реакции также содержатся производные 2- R^{A1} -1,4,5,6-тетрагидропиримидина.

^1H ЯМР (400,33 МГц, хлороформ-d): δ 6,28 (двойные связи), 5,93 (двойные связи), 5,65 (двойные связи), 5,33 (двойные связи), 3,31 (C12, C14), 3,25 (C5), 2,76 (CH_2 помимо $\text{C}=\text{C}$), 2,15 (CH_2 помимо $\text{C}=\text{O}$), 2,01 (CH_2 помимо $\text{C}=\text{O}$), 1,77 (C6, C13), 1,59, 1,28, 0,88 (CH_3 алифатическая цепь).

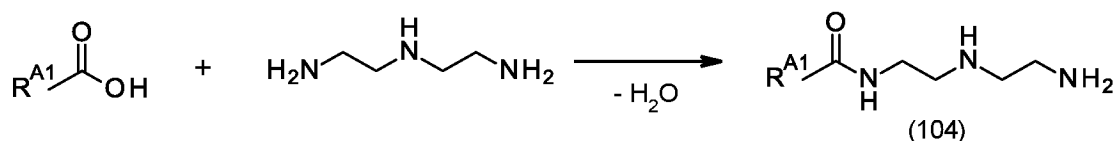
А-3: Продукт реакции жирной кислоты соевого масла и 1,3-диаминопентана



Перемешанный раствор прошедшей перегонку жирной кислоты соевого масла (410 г SOFA-1, 1,5 моль, на схеме реакции представлено как $\text{R}^{\text{A1}}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$) нагревают до 40°C и через 5 минут добавляют 1,3-диаминопропан (199 г, 1,95 моль; молярное соотношение $\text{R}^{\text{A1}}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ к 1,3-диаминопропану составляет от 1 до 1,3). Данное добавление вызывает экзотермическую реакцию из-за образования соли. После завершения добавления реакционную смесь быстро нагревают до 80°C , а затем в течение 1,5 часов медленно нагревают до 150°C . Смесь выдерживают с обратным холодильником при 150°C в течение 1 часа. После этого воду дистиллируют. Затем температуру реакции медленно повышают до 180°C и поддерживают эту температуру в течение 2,5 часов. Кислотный индекс измеряют титрованием раствором KOH (0,05 моль/л) для определения момента окончания реакции, используя 50 мл нейтрализованного этанола в качестве растворителя и фенолфталеин в качестве индикатора. После израсходования всей жирной кислоты, что определяется по измеренному кислотному показателю 0 мг $\text{KOH}/\text{г}$, смесь охлаждают до 50°C . Продукт реакции получают в виде желто-коричневатого твердого вещества. На приведенной выше реакционной схеме изображены ожидаемые производные N -(3-аминопентил)амида (103). Предполагается, что продукт реакции также содержит производные N -(3-амино-1-этил-пропил)амида. Также предполагается, что в результате дальнейшей внутримолекулярной конденсации продукт реакции содержит также производные 2- R^{A1} -4-этил-1,4,5,6-тетрагидропиримидина или производные 2- R^{A1} -6-этил-1,4,5,6-тетрагидропиримидина. Однако, поскольку ожидаемое производное N -(3-аминопентил)амида (103) невозможно идентифицировать в показанных ниже данных ^1H ЯМР, пример А-3 ко вниманию не принимается.

^1H ЯМР (400,33 МГц, хлороформ-d): 6,28 (двойные связи), 5,93 (двойные связи), 5,66 (двойные связи), 5,33 (двойные связи), 3,36 (C-8), 3,30 (C-3), 2,76 (CH_2 помимо $\text{C}=\text{C}$), 2,38, 2,14, 2,04, 1,99, 1,73, 1,61, 1,45, 1,25, 0,96 (C-9, CH 3 алифатическая цепь), 0,88 (CH_3 алифатическая цепь).

А-4: Продукт реакции жирной кислоты соевого масла и диэтилентриамина
(104)



Перемешиваемый раствор дистиллированной жирной кислоты соевого масла (410 г SOFA-1, 1,5 моль, на реакционной схеме обозначен как $\text{R}^{\text{A1}}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$) нагревают до 40°C и через 5 минут добавляют диэтилентриамин (155 г, 1,5 моль; молярное соотношение $\text{R}^{\text{A1}}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ к диэтилентриамину составляет 1:1). Данное добавление вызывает экзотермическую реакцию из-за образования соли. После завершения добавления реакционную смесь автоматически нагревают до 80°C , а затем в течение 1,5 часов медленно нагревают до 180°C . Смесь в течение двух часов выдерживают с обратным холодильником при температуре 180°C , после чего вода является дистиллированной. Затем в течение 1 часа реакционную смесь выдерживают под вакуумом (-700 мм рт. ст. соответственно 93 кПа ниже атмосферного давления). Кислотный индекс измеряют титрованием раствором KOH ($0,05$ моль/л) для определения момента окончания реакции, используя 50 мл нейтрализованного этанола в качестве растворителя и фенолфталеин в качестве индикатора. После израсходования всей жирной кислоты, что определяется по измеренному кислотному показателю 0 мг $\text{KOH}/\text{г}$, смесь охлаждают до 50°C . Продукт реакции (104) получают в виде желто-коричневатого твердого вещества. На реакционной схеме изображены производные N -[2-(2-аминоэтидамино)-этид]амида. Предполагается, что в результате дальнейшей реакции внутримолекулярной конденсации в продукте реакции также содержатся производные 2-(2- R^{A1} -4,5-дигидроимидазол-1-ил)эианамина.

^1H NMR (400.33 MHz, хлороформ -d): 6.86 (двойные связи), 6.25 (двойные связи), 6.01 (двойные связи), 5.35 (двойные связи), 3.68 (C21), 3.39 (C4, C20), 3.28, 3.19 (C8, C11, C15), 3.12, 2.84 (C12, C14), 2.77 (C5, C7 + CH_2 помимо $\text{C}=\text{C}$), 2.17 (C23, C24), 2.04 (CH_2 помимо $\text{C}=\text{O}$), 1.62 (CH_2 -цепь), 1.31 (CH_2 -цепь), 1.25 (CH_2 -цепь), 0.97 (CH_3 алифатическая цепь), 0.88 (CH_3 алифатическая цепь).

В) неионогенный собиратель

В-1: оксоспирт C13-C15 3ЕО (201) (изобретательский пример)

К оксоспирту C13-C15 добавляют 50%-ный водный раствор КОН (3,9 г) (535 г = 2,5 моль, первичный спирт, мольное соотношение C13 к C15 около 1, линейные соединения и моно-разветвленные соединения, средняя степень разветвления около 0,6), а воду в течение 2 часов удаляют при 100°C и давлении 20 мбар. Смесь переносят в реактор емкостью 5 л, который трижды продувают азотом и нагревают до 130°C под давлением 2 бар. Этиленоксид (330 г = 7,5 моль) добавляют следующим образом: 80 г вводят в течение первых 15 минут, а остальное - в течение 4 часов. Реакционную смесь перемешивают в течение 2 часов при 130°C, затем охлаждают до температуры окружающей среды. Катализатор нейтрализуют уксусной кислотой (2,1 г). Полученный продукт (201) используют без дополнительной очистки.

В-2: линейный спирт C16-C18:1 2ЕО (202) (изобретательской пример)

К перегнанному талловому олеиновому спирту добавляют 50% водный раствор КОН (3,9 г) (665 г = 2,5 моль, талловый олеиновый спирт изготовлен на основе природного сырья, мольное соотношение цетилового спирта [гексадекан-1-ола - 242,4 г/ моль] и олеилового спирта [(Z)-октадец-9-ен-1-ол, 268,5 г/моль] составляет 10 цетилового спирта к 90 олеилового спирта в расчете на 100 для молярной суммы всего цетилового спирта и всего олеилового спирта [среднее значение молекулярной массы 265,9 г/моль], количество этиленоксида соответственно должно быть скорректировано с учетом соответствующего соотношения эквивалентов этиленоксида к одному эквиваленту гидроксигруппы спирта) и в течение 2 часов удаляют воду при 100 °С и давлении 20 мбар. Смесь переносят в реактор емкостью 5 л, который трижды продувают азотом и нагревают до 130°C под давлением 2 бар. Этиленоксид (220 г = 5 моль) добавляют следующим образом: 80 г вводили в течение первых 15 минут, а остальное - в течение 4 часов. Реакционную смесь перемешивают в течение 2 часов при 130°C, затем охлаждают до температуры окружающей среды. Катализатор нейтрализуют уксусной кислотой (2,1 г). Полученный продукт (202) используют без дополнительной очистки.

В-3: изоС13 оксоспирт 3 ЕО (203) (для сравнительного примера)

К изотридеканолу добавляют 50% водный раствор КОН (3,9 г) (500 г = 2,5 моль, первичный изоС13 оксоспирт, получаемый тримеризацией бутена с последующим гидроформилированием, дважды-разветвленные соединения и трижды-разветвленные соединения, средняя степень разветвления между 2,0 и 2,5) и в течение 2 часов удаляют вода при 100 °С и давлении 20 мбар. Смесь переносят в реактор емкостью 5 л, который трижды продувают азотом и нагревают до 130°С под давлением 2 бар. Этиленоксид (330 г = 7,5 моль) добавляют следующим образом: 80 г вводят в течение первых 15 минут, а остальное - в течение 4 часов. Реакционную смесь перемешивают в течение 2 часов при 130°С, затем охлаждают до температуры окружающей среды. Катализатор нейтрализуют уксусной кислотой (2,1 г). Полученный продукт (203) используют без дополнительной очистки.

С) вспомогательное флотационное средство

St-1: каустицированный крахмал

В химический стакан на 600 мл добавляют 4 г кукурузного крахмала и 50 г дистиллированной воды. Добавляют 1 г водного раствора NaOH 50 мас.% и быстро перемешивают в течение 10 минут, пока он не приобретет вид геля. К смеси добавляют 345 г дистиллированной воды и производят гомогенизацию магнитной мешалкой в течение 5 минут с получением раствора каустицированного крахмала St-1.

D) раствор собирателя

Водный раствор собирателя готовят путем растворения амидоамина, т.е. полученного продукта реакции, и, при необходимости, неионогенного собирателя, т.е. полученного продукта реакции, в массовом соотношении согласно таблице D-1, в воде в количестве для получения 1 мас.% водного раствора собирателя.

Таблица D-1

№ раствора собирателя	собиратель амидоаминов	количество ^{с)}	неионогенный собиратель	количество ^{с)}
D-1-1 ^{а)}	(101)	100	-	-
D-1-2 ^{б)}	(101)	90	(201)	10
D-1-3 ^{а)}	(102)	100	-	-
D-1-4 ^{б)}	(102)	90	(201)	10
D-1-5 ^{б)}	(102)	98	(202)	2
D-1-6 ^{а)}	(104)	100	-	-
D-1-7 ^{б)}	(104)	90	(201)	10
D-1-8 ^{б)}	(104)	98	(202)	2
D-1-9 ^{а)}	(104)	90	(203)	10

Сноски: а) сравнительный
 б) изобретательский
 с) массовых частей из расчета на 100 массовых частей суммы
 амидоамина и при наличии неионогенного собирателя

Е) расчет селективности

Мерой селективности по ценному минералу и по пустой породе может быть Эффективность разделения (SE), определяемая как $SE = R_V - R_G$, где R_V – это коэффициент извлечения ценного элемента, а R_G – это коэффициент извлечения пустой породы, как описано в разделе «Эффективность разделения», Норман Ф. Шульц, Общество горных инженеров Американского института горных инженеров, препринт № 69-B-44, документ для представления на ежегодном собрании Американского института горных, металлургических и нефтяных инженеров, Вашингтон, округ Колумбия, 1969 г. (имеется в наличии в цифровой форме, например, по адресу www.911metallurgist.com/separation-efficiency/). Такой же расчет можно выполнить на основе анализа элементов концентрата и хвостовой фракции и представить, как показано на странице по адресу

$$SE = 100 \frac{c_m}{f} \left[\frac{(f-t)(c-f)}{(c-t)(c_m-f)} \right] = 100 \frac{f-t}{c-t} \left[\frac{c}{f} - \frac{c_m-c}{c_m-f} \right],$$

где

с: атомное содержание желаемого элемента [мас. %] в концентрате

c_m : атомное содержание желаемого элемента [мас.%] в концентрируемом минерале

f : атомное содержание целевого элемента [мас.%] в сырьевом потоке

t : атомное содержание желаемого элемента [мас.%] в хвостах

Значение показателя Эффективности разделения при идеальном разделении равно 100, однако реальные значения ниже. Чем ближе это значение к 100, тем лучше разделение и коэффициент извлечения ценного элемента.

В случае с итабиритовой рудой целевым элементом является железо (Fe), а концентрируемым минералом – гематит Fe_2O_3 с атомным содержанием железа в минерале 69,9%. Пустая порода в итабиритовой руде состоит преимущественно из кварца (SiO_2), который определяется как Si с помощью дисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии по длине волны и пересчитывается как SiO_2 в концентрате. Для расчета показателя Эффективности разделения используют только содержание железа во фракции.

Ф) Флотация

F-1: флотация железной руды итабиритового типа

500 г измельченной железной руды итабиритового типа (железо содержится в основном в виде гематита, 43,9 мас.% Fe и 33,9 мас.% SiO_2) и 333 мл дистиллированной воды помещают во флотационную камеру емкостью 1,5 л во флотационной машине CDC и перемешивают на скорости 1000 об/мин. Пульпу в течение 3 минут кондиционируют раствором каустизированного крахмала St-1 в количестве, соответствующем 500 г крахмала на тонну высушенной руды (25 г раствора каустизированного крахмала St-1 с концентрацией 1 мас.%). Показатель pH поддерживают на уровне 9,8, используя 5 мас.% водный раствор NaOH. Затем к суспензии добавляют примерно 7,5 или 10 г 1 мас.% раствора собирателя согласно описанию в Таблицах F-1-1 и F-1-2, что соответствует примерно 150 или 200 г собирателя на тонну высушенной руды, и кондиционируют в течение 1 минуты.

После кондиционирования добавляют еще 600 мл дистиллированной воды, и суспензию аэрируют со скоростью 1 л/мин до завершения флотации (3 мин). Пенную фракцию собирают и аэрацию прекращают. Уровень воды поддерживают одинаковым в течение всего времени флотации. Оставшуюся клеточную фракцию

(далее – концентрат) и отделенную пену (далее – хвосты) сушат в печи при 100°C, взвешивают, гомогенизируют, а содержание в них Fe и Si определяют с помощью дисперсноэнергетического рентгеновского флуоресцентного анализа в матрице с таблеткой из бората лития. Содержание Si фиксируется как SiO₂. Результаты приведены в Таблицах F-1-1 и F-1-2.

Таблица F-1-1:

пример №	F-1-1-1 ^{a)}	F-1-1-2 ^{b)}	F-1-1-3 ^{a)}	F-1-1-4 ^{b)}	F-1-1-5 ^{b)}
раствор собирателя	D-1-1	D-1-2	D-1-3	D-1-4	D-1-5
собиратель	(101)	(101)+(201)	(102)	(102)+(201)	(102)+(202)
количество ^{c)}	100	90:10	100	90:10	98:2
дозировка [г/т]	200	150	150	150	150
SE ^{d)}	83,9	85,9	81,6	83,8	87,4
Сорт концентрата Fe ^{e)} [мас. %]	66,9	66,5	67,1	66,9	67,0
Концентрат SiO ₂ ^{f)} [мас. %]	1,04	1,93	0,73	0,71	1,31
Хвосты Fe ^{g)} [мас. %]	10,0	6,9	12,5	10,0	6,5
Хвосты SiO ₂ ^{h)} [мас. %]	86,4	91,4	82,7	84,5	91,3
Восстановление Fe в конц. ⁱ⁾ [%]	92,4	95,2	90,6	92,0	94,8
комментарии		j)			j)

Сноски: а) сравнительный

б) изобретательский

в) относительная масса частей собирателя амидоаминов и неионогенного собирателя, исходя из суммы 100 частей собирателя амидоamina и (если присутствует) неионогенного собирателя.

д) Эффективность разделения

е) массовый процент Fe в клеточном концентрате

ф) массовый процент SiO₂ в клеточном концентрате

г) массовый процент Fe в хвостах (отделенной пене)

- h) массовый процент SiO_2 в хвостах (отделенной пене)
 i) извлечение Fe из клеточного концентрата в расчете на общее содержание Fe в руде
 j) более высокое, но все же приемлемое содержание SiO_2 в концентрате компенсируется меньшими потерями Fe в хвосты

Таблица F-1-2:

пример №	F-1-2-1 ^{a)}	F-1-2-2 ^{b)}	F-1-2-3 ^{b)}	F-1-2-4 ^{a)}
раствор собирателя	D-1-6	D-1-7	D-1-8	D-1-9
собиратель	(104)	(104)+(201)	(104)+(202)	(104)+(203)
количество ^{c)}	100	90:10	98:2	90:10
дозировка [г/т]	200	150	200	200
SE ^{d)}	76,4	83,9	83,2	75,9
Сорт концентрата Fe ^{e)} [мас. %]	67,2	67,4	67,3	67,2
Концентрат SiO_2 ^{f)} [мас. %]	0,77	0,85	1,03	0,83
Хвосты Fe ^{g)} [мас. %]	17,0	10,9	11,4	17,4
Хвосты SiO_2 ^{h)} [мас. %]	76,1	84,2	83,4	74,0
Восстановление Fe в конц. ⁱ⁾ [%]	83,3	91,2	90,4	84,6
комментарии		j)	j)	k)

Сноски: а) сравнительный

b) изобретательский

в) относительная масса частей собирателя амидоаминов и неионогенного собирателя, исходя из суммы 100 частей собирателя амидоамина и (если присутствует) неионогенного собирателя.

d) Эффективность разделения

e) массовый процент Fe в клеточном концентрате

f) массовый процент SiO_2 в клеточном концентрате

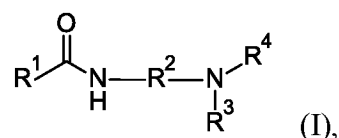
- g) массовый процент Fe в хвостах (отделенной пене)
- h) массовый процент SiO₂ в хвостах (отделенной пене)
- i) извлечение Fe из клеточного концентрата в расчете на общее содержание Fe в руде
- j) более высокое, но все же приемлемое содержание SiO₂ в концентрате компенсируется меньшими потерями Fe в хвосты
- k) неприемлемые результаты из-за высоких потерь Fe в хвосты и более низкого SE по сравнению с самим амидоамином

Результаты в Таблицах F-1-1 и F-1-2 демонстрируют, что использование композиций собирателя по настоящему изобретению, содержащих собиратель амидоаминов и неионогенный собиратель, обеспечивает улучшение характеристик разделения по сравнению с использованием только собирателя амидоаминов. Сравнение результатов изобретательского примера F-1-2-2 со сравнительными примерами F-1-2-1 и F-1-2-4 показывает, что не каждый неионогенный собиратель пригоден для использования в комбинации соответственно с собирателем амидоаминов, и средняя степень разветвления выше 1 недопустима для такого сочетания. Относительно содержания SiO₂ в концентрате стоит отметить, что на каждом руднике устанавливается свой собственный коммерчески приемлемый верхний предел, например, <2 мас.% SiO₂ в концентрате. На значения сорта концентрата Fe влияние оказывает мас.% SiO₂ в концентрате. Это означает, что при достижении коммерчески приемлемого верхнего предела содержания SiO₂ в концентрате степень извлечения Fe имеет решающее значение для эффективности использования собирателя.

Формула изобретения

1. Способ производства концентрата, обогащенного железосодержащим минералом из руды, который содержит железосодержащий минерал и силикат, путем обратной флотации, **отличающийся тем**, что указанный способ включает этап

- (с) добавления композиции собирателей, содержащей
- (i) амидоамин, который содержит соединение формулы I

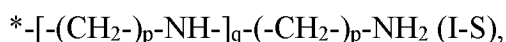


в которой

R¹ означает линейный или разветвленный алифатический C₇-C₁₉ алкил или линейный C₇-C₁₉ алифатический алкенил,

R² означает линейный или разветвленный алифатический C₂-C₆ алкилен,

R³ и R⁴ означают независимо друг от друга H, C₁-C₂ алкил или заместитель формулы I-S



в которой

p означает 2, 3 или 4,

q означает 0, 1, 2 или 3, и

* представляет собой место присоединения заместителя, или

соль протонированного соединения формулы I и анион;

- (ii) этоксилят, который содержит соединение формулы II



в которой

R^E означает линейный или моно-разветвленный алифатический C₁₀-C₂₀ алкил или линейный алифатический C₁₀-C₂₀ алкенил,

n означает целое число от 1 до 12,

к приготовленной водной пульпе руды и, при необходимости, одному или более вспомогательным флотационным средствам для получения водной смеси.

2. Способ по п. 1, **отличающийся тем**, что способ включает следующие этапы:

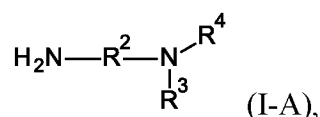
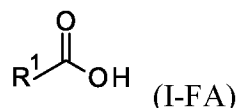
- (a) предоставление руды, содержащей железосодержащие минералы и силикат,
- (b) приготовление водной пульпы из предоставленной руды путем добавления воды и, при необходимости, одного или более вспомогательных флотационных средств,
- (c) добавление композиции собирателей к приготовленной водной пульпе из руды и, при необходимости, одного или более флотационных вспомогательных средств для получения водной смеси,
- (d) аэрация водной смеси во флотационной камере для образования пены, обогащенной содержанием силикатов, и удаление образовавшейся пены из флотационной камеры,
- (e) получение из флотационной камеры концентрата, обогащенного железосодержащими минералами.

3. Способ по п. 1 или 2, **отличающийся тем**, что

- (i) амидоамин содержит различные соединения формулы I, или соли протонированных различных соединений формулы I и анион;
- (ii) этоксилат содержит различные соединения формулы II.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что

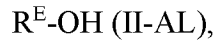
- (i) амидоамин может быть получен путем конденсации жирной кислоты формулы I-FA с амином формулы I-A



в которой R^1, R^2, R^3, R^4 представляют собой формулу I-S, p, q и $*$ имеют значения как в п. 1.

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем,** что

(ii) этоксилат может быть получен путем этоксилирования одного эквивалента спирта формулы II-AL

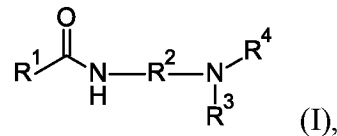


в которой R^E имеет значение как в п. 1, с n эквивалентами этиленоксида,

причем n имеет значение как в п. 1.

6. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем,** что композиция собирателя содержит

(i) амидоамин, который содержит соединение формулы I

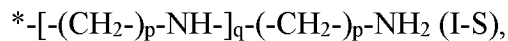


в которой

R^1 означает линейный или разветвленный алифатический $C_{11}-C_{19}$ алкил или линейный $C_{11}-C_{19}$ алифатический алкенил,

R^2 означает линейный или разветвленный алифатический C_2-C_6 алкилен,

R^3 и R^4 означают независимо друг от друга H, C_1-C_2 алкил или заместитель формулы I-S



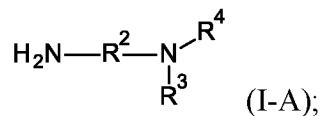
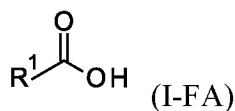
в которой

p означает 2, 3 или 4,

q означает 0, 1, 2 или 3, и

$*$ представляет собой место присоединения заместителя, или

соль протонированного соединения формулы I и анион, и который может быть получен путем конденсации жирной кислоты формулы I-FA с амином формулы I-A



(ii) этоксилат, который содержит соединение формулы II

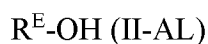


в которой

R^E означает линейный или моно-разветвленный алифатический C_{10} - C_{20} алкил или линейный алифатический C_{10} - C_{20} алкенил,

n означает целое число от 1 до 12, и

который может быть получен путем этоксилирования одного эквивалента спирта формулы II-AL



с n эквивалентами этиленоксида.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что композиция собирателя содержит больше массовых частей амидоamina, чем этоксилата, и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что композиция собирателя содержит

(i) 65 - 99 массовых частей амидоamina, и

(ii) 1 - 35 массовых частей этоксилата,

и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что композиция собирателя содержит

(i) 75 - 99 массовых частей амидоamina, и

(ii) 1 - 25 массовых частей этоксилата,

и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что композиция собирателя содержит

(i) 85 - 99 массовых частей амидоamina, и

(ii) 1 - 15 массовых частей этоксилата,

и сумма амидоamina и этоксилата составляет 100 массовых частей.

11. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что R^3 означает H или C_1 - C_2 алкил.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что p означает 2, и q означает 1, 2 или 3.

13. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что n означает 1, 2, 3 или 4.

14. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что R^E означает линейный или моно-разветвленный алифатический C_{12} - C_{18} алкил или линейный алифатический C_{18} алкенил.

15. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что в случае если этоксилят содержит только соединения формулы II с одинаковым R^E , одинаковый R^E является линейным, или в случае если этоксилят содержит соединения формулы II с двумя или более различными R^E , средняя степень разветвления R^E для всех соединений формулы II составляет 0 - 0,8.

16. Способ по п. 15, **отличающийся тем**, что R^E является линейным.

17. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что анион представляет собой C_1 - C_{18} карбоксилат, фтор, хлор, бром, йод, сульфонат, гидросульфат, сульфат, дигидрофосфат, гидрофосфат, фосфат, нитрат, гидрофторсиликат или фторсиликат.

18. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что композицию собирателей добавляют в количестве 10 г - 500 г на тонну руды.

19. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что значение pH на этапе (с) составляет 8 - 12.

20. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что композицию собирателей добавляют в виде водного раствора или суспензии.

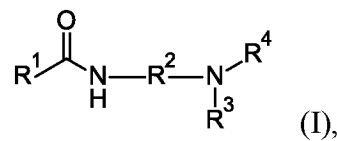
21. Способ по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что на этапе (b) добавляют одно или более вспомогательных флотационных средств, и одним из таких вспомогательных флотационных средств является подавитель, регулятор пенообразования, со-собиратель или масло-наполнитель.

22. Способ по п. 21, **отличающийся тем**, что добавляют подавитель, который представляет собой крахмал.

23. Применение композиции собирателей в качестве флотационного собирателя для производства концентрата, обогащенного железосодержащим минералом из руды, который содержит железосодержащий минерал и силикат, путем обратной флотации, **отличающееся тем**, что композиция собирателей имеет значение как в п. 1.

24. Композиция собирателей, **отличающаяся тем**, что содержит

(i) амидоамин, который содержит соединение формулы I

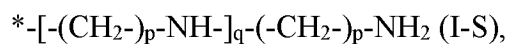


в которой

R^1 означает линейный или разветвленный алифатический $\text{C}_7\text{-C}_{19}$ алкил или линейный $\text{C}_7\text{-C}_{19}$ алифатический алкенил,

R^2 означает линейный или разветвленный алифатический $\text{C}_2\text{-C}_6$ алкилен,

R^3 и R^4 означают независимо друг от друга H , $\text{C}_1\text{-C}_2$ алкил или заместитель формулы I-S



в которой

p означает 2, 3 или 4,

q означает 0, 1, 2 или 3, и

* представляет собой место присоединения заместителя, или

соль протонированного соединения формулы I и анион;

(ii) этоксилат, который содержит соединение формулы II



в которой

R^E означает линейный или моно-разветвленный алифатический $\text{C}_{10}\text{-C}_{20}$ алкил или линейный алифатический $\text{C}_{10}\text{-C}_{20}$ алкенил, и

n означает целое число от 1 до 12.