

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202193283** (13) **A1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**(43) Дата публикации заявки
2022.04.06(51) Int. Cl. *C09K 8/524* (2006.01)
C10L 3/10 (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2020.04.24(54) **СПОСОБ ИНГИБИРОВАНИЯ ЗАКУПОРИВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ НЕФТИ И ГАЗА ГАЗОГИДРАТАМИ**

(31) 16/424,241

(32) 2019.05.28

(33) US

(86) PCT/EP2020/061457

(87) WO 2020/239338 2020.12.03

(71) Заявитель:

**КЛАРИАНТ ИНТЕРНЭШНЛ ЛТД
(СН)**

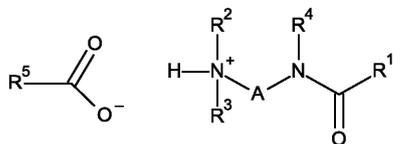
(72) Изобретатель:

**Боднар Скот Харрис, Смит Дэн
(US), Хёфельманн Феликс, Крюгер
Коринна, Круль Маттиас (DE),
Уайлд Джонатан, Грини Теяда Лиза
(US)**

(74) Представитель:

Фелицына С.Б. (RU)

(57) Изобретение относится к способу ингибирования агломерации газогидратов, включающему в себя впрыскивание противоагломерата, содержащего N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I)



в которой R¹ представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода, каждый R² и R³ независимо представляют алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей, R⁴ представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода, R⁵ представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и А представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода, в текучую среду, содержащую газ, воду и нефть, в условиях, способствующих образованию газогидратов, при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают аминолизом эфира жирной кислоты и C₁-C₄-спирта с N,N-диалкиламиноалкиламиноом с последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

A1

202193283

202193283

A1

СПОСОБ ИНГИБИРОВАНИЯ ЗАКУПОРИВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ НЕФТИ И ГАЗА ГАЗОГИДРАТАМИ

Настоящее изобретение относится к улучшенному способу ингибирования образования газогидратных пробок в трубопроводах, трансферных линиях и других трубных системах, заключающих в себе многофазную смесь, содержащую воду, газ и конденсат, чёрную нефть и/или буровую грязь. Способ включает в себя обработку многофазной смеси, по меньшей мере, одним N,N-диалкиламмонийалкиламидом жирной кислоты, полученным конденсацией N,N-диалкиламиноалкиламина с эфиром жирной кислоты и одноатомного спирта. В данном способе предлагаются пониженные дозировки добавки. Одновременно с этим уменьшается образование обратных эмульсий в размещённых далее по ходу потока сепараторах, что приводит к повышению качества водной фазы, подлежащей утилизации.

Известно, что ряд углеводородов, особенно углеводороды с низкой молекулярной массой, содержащие от 1 до 6 атомов углерода, образуют гидраты в соединении с водой, присутствующей в системе, в разнообразных условиях, конкретно при сочетании пониженной температуры и повышенного давления. В нефтяной и газовой промышленности такие условия часто преобладают в случае пластовых текучих сред и в оборудовании, заключающем в себе природный газ. Обычно такие гидраты представляют собой твёрдые вещества, которые практически нерастворимы в самой текучей среде. Любые твёрдые вещества, в том числе гидраты, присутствующие в текучей среде пласта или природного газа, являются проблематичными в аспекте добычи, проведения технологических операций и транспортировки указанных текучих сред. Твёрдые гидраты могут вызывать закупоривание и/или блокирование трубопроводов, трансферных линий и других трубных систем, клапанов и/или предохранительных устройств и/или другого оборудования. В результате это может приводить к прекращению эксплуатации, потере добычи нефти, повреждению трубопровода, риску взрыва и/или непреднамеренного высвобождения углеводородов в окружающую среду, либо на суше, либо в прибрежной зоне. С учётом вышесказанного, образование газогидратов ставит под угрозу безопасность полевого персонала и населения. Повреждение, возникающее в результате блокирования, может быть очень затратным с точки зрения ремонта оборудования, а также потери продуктивности, и в конечном итоге может обуславливать появляющееся в результате этого воздействие на окружающую среду. Соответственно, газогидраты представляют существенный интерес, равно как и проблему, требующую разрешения, во многих отраслях промышленности, конкретно, в нефтяной и газовой промышленности.

Газогидраты являются клатратами и также называются соединениями включения. Клатраты представляют собой каркасные структуры, формирующиеся между молекулой хозяина и молекулой гостя. Как правило, газогидрат состоит из кристаллов, образуемых хозяевами, молекулами воды, окружающими гостевые молекулы углеводородов. Особенно проблематичными являются более низкокипящие углеводороды с более короткими молекулами, особенно C_1 -(метан)- C_4 -углеводороды и их смеси, поскольку кристаллы их гидратов или клатратов легко образуются. Например, в случае этана возможно образование гидратов при температуре вплоть до $4^{\circ}C$, и давлении около 1 МПа. Если давление составляет около 3 МПа, гидраты этана могут образовываться при температуре вплоть до $14^{\circ}C$. Известно, что в определённых условиях гидраты образуют даже некоторые неуглеводородные соединения, такие как диоксид углерода, азот и сероводород. Таким образом, при наличии соответствующих условий гидраты могут легко образовываться, например, в ходе транспортировки сырого, соответственно, влажного газа в трубопроводах.

Наблюдается тенденция к осуществлению современных нефтяных и газовых технологий во всё более жёстких условиях. Например, в ходе буровых работ, а также при извлечении и добыче нефти, применяются высокая скорость перекачивания, высокое давление в трубопроводах, протяжённая длина трубопроводов и низкая температура нефти и газа, протекающих по трубопроводам, например, в случае подводных операций. Это увеличивает частоту образования газогидратов.

Существуют две основные технологии для преодоления или контроля проблем, обусловленных газогидратами, а именно, термодинамическая и кинетическая. В рамках термодинамического подхода сообщалось о ряде способов, в том числе удалении воды, повышении температуры, снижении давления, добавлении «антифриза» к текучей среде и/или сочетания указанных веществ (известных в промышленности как термодинамические ингибиторы гидратов и сокращённо обозначаемых ТИ). В рамках кинетического подхода, как правило, предпринимаются попытки ингибирования и/или торможения начального образования зародышей кристаллов газогидрата и/или дальнейшего роста кристаллов (известные в промышленности как кинетические ингибиторы гидратов и сокращённо обозначаемые КИ). Способы термодинамического и кинетического контроля гидратов можно использовать в сочетании.

Количество химического вещества, требуемого для предотвращения закупориваний, варьируется в широком диапазоне, в зависимости от типа используемого ингибитора. Термодинамические ингибиторы гидратов являются веществами, способными понижать температуру, при которой образуются гидраты при данном

давлении и содержании воды. Обычно их используют при очень высоких концентрациях (путём равномерного дозирования, достигающего 50 масс.% в расчёте на содержание воды, причём гликоль часто используют в количествах, равных массе воды, присутствующей в системе). С учётом вышесказанного, имеется существенный расход средств, связанный со снабжением, транспортированием и хранением больших количеств указанных растворителей. Применение кинетических ингибиторов гидратов является экономически более эффективной альтернативой, поскольку для ингибирования образования зародышей и/или роста газогидратов они, как правило, требуют дозировки примерно менее 2 масс.% в расчёте на содержание воды. Кинетические ингибиторы гидратов часто обозначают также как ингибиторы гидратов с низкой дозировкой (сокращённо LDHI).

Кроме кинетических ингибиторов гидратов (КНИ), существует тесно связанный с ними второй общий тип ингибиторов LDHI, так называемые противоагломераты (сокращённо АА). Тогда как ингибиторы КНИ действуют путём замедления роста кристаллов газогидратов и могут функционировать как «замедлители образования зародышей», ингибиторы АА позволяют гидратам образовываться, но предотвращают их агломерирование, а затем концентрирование в более крупные агрегаты, способные вызывать образование пробок. Часто ингибиторы АА предохраняют уже образовавшиеся более мелкие кристаллы газогидратов от прилипания к стенке трубы.

Кинетические усилия в отношении контролирования гидратов включали в себя применение различных химических веществ в качестве ингибиторов. Как правило, ингибиторы КНИ представляют собой полимеры с низкой молекулярной массой, которые адсорбируются на гранях кристаллов газогидратов и препятствуют образованию зародышей, а также росту кристаллов газогидратов. Например, для контролирования клатратных гидратов в системах текучих сред использовались полимеры, содержащие лактамные циклы (образующиеся, например, на основе винилкапролактама). Аналогичным образом, для ингибирования закупорки трубных систем газогидратами используются ониевые соединения, по меньшей мере, с четырьмя углеродными заместителями. К сожалению, имеется несколько ограничений, обнаруженных при использовании ингибиторов КНИ, такие как пределы переохлаждения, проблемы растворимости в связи с температурой и содержанием соли в воде, а также химическая несовместимость с системой, подвергаемой обработке.

Противоагломераты, как правило, представляют собой вещества с поверхностно-активными молекулами (амфифильные соединения). Когда начинают образовываться мелкие кристаллы газогидратов, ингибиторы АА присоединяются к ним через посредство

своей полярной головной группы. Это делает поверхность гидрофобной, что содействует капиллярному притяжению между кристаллами и водой и благоприятствует дисперсии кристаллов в жидкой углеводородной фазе. В результате это приводит к образованию относительно стабильной и транспортабельной суспензии гидрата в жидкой углеводородной фазе, которая может поступать в технологическое оборудование. Ингибиторы АА обычно добавляют в дозировках от величины меньше 0,5 масс.% и до 2,0 масс.% в расчёте на водную фазу.

Кроме некоторых полимерных веществ и особенно азотсодержащих полимеров, сообщалось о функционировании многих различных мономерных веществ в качестве противоагломерата. Оказалось, что для контролирования гидратов особенно эффективным в функции противоагломерата является химическое воздействие четвертичных аминов. Наиболее эффективными ингибиторами АА являются поверхностно-активные вещества на основе четвертичного аммония, в которых аммониевая головная группа содержит две или три бутильные или пентильные группы, связанные с четвертичным азотом.

Воплощены разнообразные подходы для оптимизации показателей противоагломератов путём модифицирования структуры гидрофильных и липофильных групп и их баланса.

В патенте Великобритании GB 2349889 раскрыт способ ингибирования образования и агломерирования газогидратов в текучей среде, заключающей в себе гидратобразующие компоненты, путём введения в гидратобразующие текучие среды добавки, содержащей одно или несколько амидных соединений с молекулярной массой меньше 1 000.

В документе WO 2005/042675 раскрыт способ и амидная композиция, используемая в нём для ингибирования, торможения, ослабления, уменьшения, контролирования и/или замедления образования газогидратов или агломератов газогидратов. Данное раскрытие охватывает амиды, полученные по реакции N,N-диалкиламиноалкиламина со сложным эфиром или глицеридом, как например, растительным маслом или талловым маслом, и последующей реакции с реагентом, выбранным из алкилгалогенида, пероксида водорода и кислоты, выбранной из минеральных кислот и определённых карбоновых кислот.

В документе WO 2013/048365 раскрыта композиция противоагломератного ингибитора гидрата, имеющая в своём составе продукт взаимодействия органического амина и кислоты, выбранной из группы, состоящей из неорганических кислот, не содержащих галогенидов, и органических кислот, а также их смесей, в которых продукт реакции по существу не включает в себе соединений, содержащих галогениды.

Композиции AA-LDHI, не содержащие галогенидов, не столь коррозионны, как композиции HCl или HX, не вызывают растрескивания за счёт напряжений в условиях воздействия галогенида и не являются столь токсичными.

В документе WO 2015/051137 раскрыта рецептура противоагломерата газогидратов, содержащая гидрокарбиламидогидрокарбиламин и реагент для удаления кислот и/или присадку для обеспечения совместимости. Гидрокарбиламидогидрокарбиламин получают из растительного масла или полученных из него жирных кислот. Реагент для удаления кислот представляет собой основное соединение, выбранное, по меньшей мере, из одного из веществ: амина, оксида, алкоксида, гидроксида, карбоната, карбоксилата или соли металла любого из вышеупомянутых веществ и смесей любых из вышеупомянутых веществ. Соответственно, обработка газогидратов происходит при щелочном уровне pH, т.е. уровне pH выше 7. В указанных условиях гидрокарбиламидогидрокарбиламин не протонируется.

В документе WO 2017/105507 раскрыты высоко температурные ингибиторы гидратов и способы применения таких композиций для ингибирования образования агломератов газогидратов. Ингибитор содержит амид, полученный по реакции N,N-диалкиламинопропиламина с одной или несколькими жирными кислотами или эфирами жирных кислот и в результате последующей нейтрализации органическим сульфатом, например, метансульфоновой кислотой, соответственно, кватернизации органическим сульфатом, например, диэтилсульфатом. Указанные ингибиторы LDHI не содержат галогенов и могут подвергаться воздействию температур выше 200°F (93°C) в течение протяжённого периода времени, по существу, без разложения.

В документе WO 2018/115186 раскрыт способ ингибирования образования газогидратов в системах, содержащих смесь углеводородов и воды, включающий в себя добавление алкилсульфата или алкилкарбоната или карбонатной соли амида четвертичного аммония с относительно короткой жирной цепью.

Однако разделение текучих сред после применения четвертичных аммониевых поверхностно-активных веществ и качество получаемой в результате этого воды представляют собой технические проблемы на уровне всей промышленности, что, следовательно, препятствует широкомасштабному воплощению упомянутой технологии для замены традиционных способов с использованием THI. Часто противоагломераты вызывают проблемы, связанные с обратной эмульсией, в верхней части сепараторов. Это включает в себя и свободные капли нефти в воде, и конденсированные мезофазы на границе раздела, содержащие поверхностно-активные соли нафтеновых кислот из нефтяной фазы. Таким образом, желательны ингибиторы LDHI, которые обеспечивают

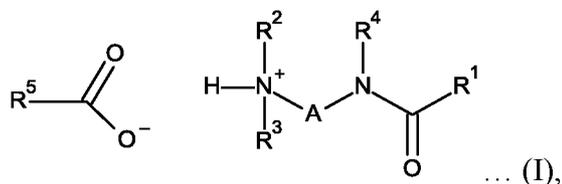
повышенное качество воды после разделения многофазной смеси, содержащей нефтяную, газовую и водную фазу, в условиях, больше не способствующих образованию гидратов, например, перед дальнейшей обработкой газовых и нефтяных фаз. Кроме облегчения утилизации отделённой водной фазы, одновременно это будет повышать темп добычи нефти и газа. Другим недостатком существующих в настоящее время противоагломератов является их высокая вязкость. Противоагломераты обычно впрыскивают в устье скважины или даже в пласт. Зачастую это требует транспортировки в водонепроницаемых шлангокабелях на длинные расстояния при низких температурах около 4°C или ниже, особенно в случаях глубоководного применения, что вызывает необходимость использования сильного разбавления добавки и/или высокой мощности закачки. Соответственно, имеется потребность в противоагломератах с пониженной вязкостью, которые позволяют применять более низкую мощность закачивания и/или более высокую концентрацию противоагломерата. Кроме того, желательно, если бы были обнаружены новые ингибиторы газогидратов, которые демонстрируют улучшенные показатели по сравнению с известными ингибиторами газогидратов. Соответственно, существует постоянное стремление получать более продуктивные ингибиторы LDHI, которые требуют более низких дозировок при одновременном сохранении эффективного ингибирования образования гидратов. Аналогичным образом, существует целенаправленная устремлённость к новым маршрутам синтеза ингибиторов газогидратов, характеризующимся улучшенной экономикой.

Соответственно, имеется постоянная потребность в композициях и способах, которые эффективно предотвращают агломерацию газогидратов, особенно при транспортировке нефти и газа и выполнении технологических операций с ними. Конкретно, существует необходимость в противоагломератах, которые требуют пониженных дозировок для обеспечения эффективного ингибирования гидратов. Кроме того, ведётся поиск способа ослабления воздействия на окружающую среду в результате применения ингибитора газогидратов путём улучшения качества воды, получаемой после разделения многофазной смеси на её компоненты.

Неожиданно было обнаружено, что N,N-диалкиламмонийалкиламидные соли жирных кислот, описанные в документе WO 2005/042675, предотвращают агломерацию газогидратов более эффективно, если их получают из N,N-диалкиламиноалкиламина и эфира жирной кислоты и одноатомного спирта, содержащего от 1 до 4 атомов углерода. Кроме того, после разделения многофазной смеси на её компоненты имеет место лишь незначительное или даже нулевое образование обратной эмульсии нефти в водной фазе, и граница раздела демонстрирует лишь небольшое количество или даже отсутствие

эмульсии. Неожиданно растворы противоагломератов, полученных в соответствии с изобретением, имеют пониженную вязкость, особенно при низких температурах.

Соответственно, в первом аспекте изобретения предлагается способ ингибирования агломерации газогидратов, включающий в себя добавление противоагломерата, содержащего N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I)



в которой

R¹ представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода,

каждый R² и R³ независимо представляют алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R⁴ представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода,

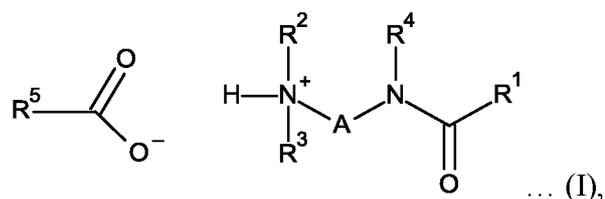
R⁵ представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода,

к смеси, содержащей газ, воду и нефть, в условиях, способствующих образованию газогидратов,

при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают аминлизом эфира жирной кислоты и одноатомного спирта, содержащего от 1 до 4 атомов углерода, с N,N-диалкиламиноалкиламином и последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

Во втором аспекте изобретения предлагается применение противоагломерата, содержащего N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I):



в которой

R^1 представляет алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода,

каждый R^2 и R^3 независимо представляет алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода,

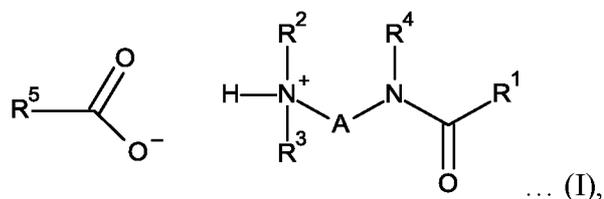
R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода,

для ингибирования агломерации газогидратов в смеси, содержащей газ, воду и нефть, в условиях, способствующих образованию газогидратов,

при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают аминлизом эфира жирной кислоты и одноатомного спирта, содержащего от 1 до 4 атомов углерода, с N,N-диалкиламиноалкиламином с последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

В третьем аспекте изобретения предлагается текучая среда, заключающая в себе газ, воду и нефть, а также противоагломерат газогидратов, содержащий N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I):



в которой

R^1 представляет алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода,

каждый R^2 и R^3 независимо представляет алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода,

R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома

углерода,

при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают по реакции аминолита эфира жирной кислоты и одноатомного спирта, содержащего от 1 до 4 атомов углерода, с N,N-диалкиламиноалкиламином с последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

В контексте настоящего изобретения все термины - гидрат, гидрат углеводов, газогидрат и клатрат – относятся к твёрдым гидратам, образуемым углеводородами с низкой молекулярной массой и водой, и употребляются как синонимы. Термины «противоагломерат» и «противоагломерат газогидратов» употребляются как синонимы и относятся к веществам, которые ингибируют агломерацию газогидратов. Термин «ингибирование агломерации газогидратов» охватывает ингибирование, торможение, уменьшение, контролирование и/или замедление образования гидратов и/или агломерации кристаллов гидратов.

N,N-диалкиламмонийалкиламиды (I) жирных кислот, используемые в различных аспектах данного изобретения, получают аминолитом эфира жирной кислоты и одноатомного спирта, содержащего от 1 до 4 атомов углерода, с N,N-диалкиламиноалкиламином и в результате последующей реакции промежуточного амидоamina с карбоновой кислотой.

Эфир жирной кислоты

Предпочтительными эфирами жирных кислот в качестве исходных материалов для получения N,N-диалкиламмонийалкиламидов (I) жирных кислот являются эфиры, имеющие формулу (II)



в которой

R¹ представляет алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода, и

R⁶ представляет алкильный остаток, содержащий от 1 до 4 атомов углерода.

В предпочтительном варианте осуществления R¹ представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 9 до 17 атомов углерода, а особенно предпочтительно, содержащую от 11 до 13 атомов углерода, как например, от 9 до 21, или от 9 до 13, или от 7 до 17, или от 7 до 13, или от 11 до 21, или от 11 до 17 атомов углерода. Предпочтительные алкильные группы R¹ могут быть линейными или разветвлёнными. Более предпочтительно, они являются линейными. Предпочтительные алкенильные группы R¹ могут иметь одну или несколько двойных C=C-связей, как например, одну или две двойные C=C-связи.

Предпочтительно, эфиры (III) жирных кислот являются производными жирных кислот, имеющих формулу (IV):



где R^1 имеет значение, приведённое выше. Примерами предпочтительных жирных кислот (IV) являются октановая кислота, 2-этилгексановая кислота, нонановая кислота, изононановая кислота, декановая кислота, неodeкановая кислота, ундекановая кислота, неоундекановая кислота, додекановая кислота, додеценная кислота, неододекановая кислота, тридекановая кислота, изотридекановая кислота, тетрадекановая кислота, тетрадеценная кислота, пентадекановая кислота, гексадекановая кислота, октадекановая кислота, бегеновая кислота, олеиновая кислота и их смеси. Особенно предпочтительными жирными кислотами являются додекановая кислота, тетрадекановая кислота и их смеси.

В предпочтительном варианте осуществления используется эфир (III), который получен на основе смеси жирных кислот (IV). Смеси жирных кислот (IV) могут содержать, например, кислоты с различной длиной цепи, разными степенями ненасыщенности и/или различными степенями разветвления. В предпочтительных смесях жирных кислот, по меньшей мере, 60 мол.%, более предпочтительно, по меньшей мере, 75 мол.%, наиболее предпочтительно, по меньшей мере, 85 мол.%, и особенно предпочтительно, по меньшей мере, 90 мол.% алкильных и/или алкенильных остатков R^1 , как например, от 60 до 99 мол.%, или от 60 до 95 мол.%, или от 75 до 99 мол.%, или от 75 до 95 мол.%, или от 85 до 99 мол.%, или от 85 до 90 мол.%, или от 90 до 99 мол.%, или от 90 до 95 мол.% жирных кислот формулы (IV) содержат от 12 до 14 атомов углерода. В ещё более предпочтительном варианте осуществления мольное соотношение жирных кислот, содержащих 12 атомов углерода, и жирных кислот, содержащих 14 атомов углерода, составляет от 20:1 до 1:20, более предпочтительно, от 10:1 до 1:10 и особенно предпочтительно, от 8:1 до 1:1. В предпочтительном варианте осуществления жирные кислоты, содержащие от 12 до 14 атомов углерода, являются линейными или, по меньшей мере, по существу линейными, т.е. предпочтительно, по меньшей мере, 60 мол.%, а более предпочтительно, по меньшей мере, 80 мол.% и особенно предпочтительно, по меньшей мере, 90 мол.% жирных кислот являются линейными.

Жирные кислоты (IV) могут представлять собой кислоты природного или синтетического происхождения. Особенно предпочтительными являются смеси жирных кислот, полученные из возобновляемых материалов, как например, пальмовая жирная кислота, кокосовая жирная кислота, соевая жирная кислота, подсолнечная жирная кислота, рапсовая жирная кислота, а также талловая жирная кислота, и в том числе соответствующие дистилляты жирных кислот. Такие жирные кислоты и их смеси легко

доступны на рынке. Смеси жирных кислот, полученные из природных источников, можно использовать как таковые или после гидрирования, соответственно, частичного гидрирования. Предпочтительно, жирные кислоты и смеси жирных кислот (IV) характеризуются кислотными числами, определяемыми по стандарту DIN/EN/ISO 2114, составляющими, по меньшей мере, 50 мг КОН/г, более предпочтительно, от 100 до 390 мг КОН/г, а особенно предпочтительно, от 120 до 320 мг КОН/г, как например, от 50 до 390 мг КОН/г, или от 50 до 320 мг КОН/г, или от 100 до 320 мг КОН/г, или от 120 до 390 мг КОН/г. Кислотные числа можно определять по стандарту DIN/EN/ISO 2114.

Эфир, используемый для получения N,N-диалкиламмонийалкиламидов (I) жирных кислот, представляет собой эфир жирной кислоты (IV) с одноатомным C₁-C₄-спиртом. Предпочтительными одноатомными спиртами являются метанол, этанол, н-пропанол, изопропанол, н-бутанол, изобутанол, трет-бутанол и их смеси. Особенно предпочтительными являются метиловые эфиры.

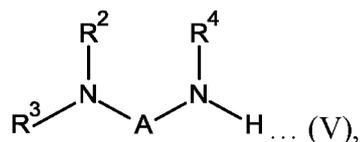
Примерами предпочтительных эфиров являются метиловый эфир октановой кислоты, метиловый эфир 2-этилгексановой кислоты, метиловый эфир нонановой кислоты, метиловый эфир изононановой кислоты, метиловый эфир декановой кислоты, метиловый эфир неodeкановой кислоты, метиловый эфир ундекановой кислоты, метиловый эфир неоундекановой кислоты, метиловый эфир додекановой кислоты, метиловый эфир додеценновой кислоты, метиловый эфир неodeдекановой кислоты, метиловый эфир тридекановой кислоты, метиловый эфир изотридекановой кислоты, метиловый эфир тетрадекановой кислоты, метиловый эфир тетрадеценновой кислоты, метиловый эфир пентадекановой кислоты, метиловый эфир гексадекановой кислоты, метиловый эфир октадекановой кислоты, метиловый эфир бегеновой кислоты, метиловый эфир олеиновой кислоты, соответственные этиловые, н-пропиловые, изопрпиловые, н-бутиловые, изобутиловые, трет-бутиловые эфиры и их смеси. Особенно предпочтительными эфирами жирных кислот являются метиловый эфир додекановой кислоты, метиловый эфир тетрадекановой кислоты и их смеси. Особенно предпочтительными эфирами на основе природных жиров являются метиловый эфир кокосового масла, гидрированный метиловый эфир кокосового масла, этиловый эфир кокосового масла и метиловый эфир пальмоядрового масла.

Описание эфиров, используемых для получения N,N-диалкиламмонийалкиламидов (I) жирных кислот, приведённое выше, базируется на жирной кислоте, которая лежит в их основе. Однако это следует воспринимать как характеристику длины алкильной цепи, соответственно, распределение длины алкильной цепи жирнокислотного компонента эфира. Помимо синтеза путём этерификации соответственной жирной кислоты (IV) C₁-C₄-

спиртом, данный эфир также можно синтезировать при помощи других процедур, известных специалисту в данной области техники, как например, трансэтерификацией триглицерида C₁-C₄-спиртом.

N,N-Диалкиламиноалкиламин

Предпочтительные N,N-диалкиламиноалкиламины как исходный материал для получения N,N-диалкиламмонийалкиламидов (I) жирных кислот имеют общую формулу (V):



в которой

каждый R² и R³ независимо представляет алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R⁴ представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода.

В предпочтительном варианте осуществления каждая из групп R² и R³, независимо от другой, является алкильной группой, содержащей от 2 до 6 атомов углерода, более предпочтительно, содержащей от 3 до 5 атомов углерода, и особенно предпочтительно, содержащей 3 или 4 атома углерода, как например, содержащей от 1 до 6 атомов углерода, или от 1 до 5 атомов углерода, или от 1 до 4 атомов углерода, или от 2 до 10 атомов углерода, или от 2 до 5 атомов углерода, или от 2 до 4 атомов углерода, или от 3 до 10 атомов углерода, или от 3 до 6 атомов углерода. Примерами предпочтительных алкильных групп R² и R³ являются метильная, этильная, пропильная, изопропильная, н-бутильная, изобутильная, трет-бутильная группа и разнообразные изомеры пентильной, гексильной, гептильной, октильной, нонильной и децильной группы. Особенно предпочтительными являются линейные алкильные группы. R² и R³ могут быть различными или могут быть одинаковыми. В предпочтительном варианте осуществления обе группы, R² и R³, содержат от 3 до 5 атомов углерода. В более предпочтительном варианте осуществления обе группы, R² и R³, являются линейными алкильными группами. В наиболее предпочтительном варианте осуществления обе группы, R² и R³, представляют собой линейные C₃-, C₄- или C₅-алкильные группы.

В более предпочтительном варианте осуществления R² и R³ совместно образуют

цикл, содержащий от 5 до 8, и особенно предпочтительно, содержащий 5 или 6 атомов в кольце, включая атом азота, приносящий остатки R^2 и R^3 . Предпочтительно дополняющими атомами цикла являются атомы углерода. В более предпочтительном варианте осуществления, кроме атомов углерода, цикл содержит один или два атома в кольце, выбранных из N, O и S. Примерами предпочтительных циклических структур являются 1-пиперидильные, пирролидин-1-ильные, пиперазин-1-ильные и морфолинильные остатки. Цикл, образуемый R^2 и R^3 , может быть замещённым, с одним, двумя или тремя заместителями. В предпочтительном варианте осуществления цикл приносит один заместитель. Предпочтительными заместителями являются алкильные остатки, содержащие от 1 до 4 атомов углерода, как например, метильная, этильная, н-пропильная, изопропильная, н-бутильная, изобутильная и трет-бутильная группы. Заместитель может быть связан с атомом углерода. Предпочтительно, он связан с атомом азота, при его наличии.

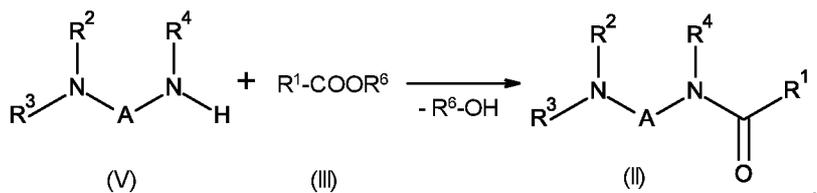
A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода. Предпочтительно, A является этиленовой или пропиленовой группой. В случае, когда A содержит 3 атома углерода, она может быть прямоцепной или разветвлённой. В более предпочтительном варианте осуществления A является этиленовой группой, имеющей формулу $-CH_2-CH_2-$, а в особенно предпочтительном варианте осуществления A является пропиленовой группой, имеющей формулу $-CH_2-CH_2-CH_2-$.

Предпочтительно, R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 4 атомов углерода, как например, метильную, этильную, пропильную, изопропильную, бутильную, изобутильную или трет-бутильную группу. Особенно предпочтительной R^4 является водород.

Примерами предпочтительных N,N-диалкиламиноалкиленаминов, соответствующих формуле (V), являются N,N-диметиламиноэтиламин, N,N-диэтиламиноэтиламин, N,N-дипропиламиноэтиламин, N,N-дибутиламиноэтиламин, N,N-дипропиламинопропиламин, N,N-дибутиламинопропиламин и N,N-диметиламино-2-гидроксипропиламин, N-(3-аминопропил)пирролидин, N-(3-аминопропил)пиперидин, 1-(3-аминопропил)пиперазин и 1-(3-аминопропил)-4-метилпиперазин. Получение N,N-диалкиламиноалкиленаминов описано, например, в публикации Journal of the American Chemical Society 1944, 66(5), 725-731.

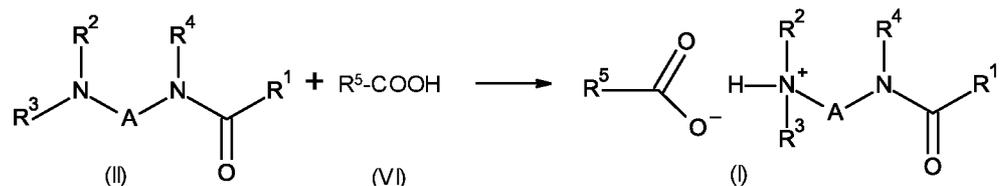
На первой стадии реакции эфир (III) жирной кислоты и N,N-диалкиламиноалкиламин (V) реагируют с образованием соответствующего

N,N-диалкиламиноалкиламиноамида (II) жирной кислоты



где R¹, R², R³, R⁴, R⁶ и A имеют значения, приведённые выше.

На последующей стадии реакции промежуточный N,N-диалкиламиноалкиламид (II) жирной кислоты подвергается взаимодействию с карбоновой кислотой (VI) для образования N,N-диалкиламмонийалкиламида (I) жирной кислоты.



где R¹, R², R³, R⁴, R⁵ и A имеют значения, приведённые выше.

Карбоновая кислота

Карбоновые кислоты, предпочтительные для реакции с промежуточным амидоамином (II), имеют формулу (VI):



в которой R⁵ представляет собой водород или, необязательно, замещённый гидрокарбильный остаток, содержащий от 1 до 22 атомов углерода, предпочтительно, от 2 до 12 атомов углерода, и особенно предпочтительно, от 3 до 6 атомов углерода, как например, от 1 до 12 атомов углерода, или от 1 до 6 атомов углерода, или от 2 до 22 атомов углерода, или от 2 до 6 атомов углерода, или от 3 до 22 атомов углерода, или от 3 до 12 атомов углерода.

В предпочтительных карбоновых кислотах, соответствующих формуле (VI), необязательно, замещённый гидрокарбильный остаток R⁵ представляет собой алкильный или алкенильный остаток, при этом алкенильные остатки содержат, по меньшей мере, два атома углерода. Предпочтительные алкильные и алкенильные остатки могут быть линейными или те, что содержат три или больше атомов углерода, могут быть разветвлёнными. Предпочтительные алкенильные остатки R⁵ имеют одну или несколько, как например, одну, две или три двойные связи. Предпочтительными заместителями являются гидроксигруппы, карбоксильные кислотные группы и аминогруппы. Предпочтительные карбоновые кислоты (VI) включают в себя природные и синтетические жирные кислоты. Особенно предпочтительными являются карбоновые кислоты, полученные на базе возобновляемых видов сырья. Такие жирные кислоты можно

получать, например, омылением масел и жиров природного происхождения, необязательно, с дальнейшим получением производных.

Примерами предпочтительных карбоновых кислот R^5 -COOH (VI) являются муравьиная кислота, уксусная кислота, пропионовая кислота, масляная кислота, пивалиновая кислота, гексановая кислота, октановая кислота, 2-этилгексановая кислота, декановая кислота, неodeкановая кислота, ундекановая кислота, неоундекановая кислота, додекановая кислота, неододекановая кислота, тридекановая кислота, изо-тридекановая кислота, тетрадекановая кислота, гексадекановая кислота, октадекановая кислота, акриловая кислота, метакриловая кислота и их смеси. Смеси карбоновых кислот могут иметь в своём составе кислоты с различной длиной цепи, различными степенями ненасыщенности и/или разными степенями разветвления. Особенно предпочтительными являются смеси карбоновых кислот, полученные на основе природных жиров и масел, как например, кокосовая жирная кислота, рапсовая жирная кислота, соевая жирная кислота, пальмовая жирная кислота, пальмоядровая жирная кислота, жирная кислота из таллового жира и жирная кислота из таллового масла. Упомянутые смеси карбоновых кислот можно использовать как таковые или после гидрирования, соответственно, частичного гидрирования. В особенно предпочтительном варианте осуществления R^5 является насыщенным C_1 - C_{18} -алкильным остатком. В ещё большей степени особо предпочтительном варианте осуществления R^5 представляет собой ненасыщенный C_2 - C_6 -алкенильный остаток. Примерами особенно предпочтительных карбоновых кислот являются акриловая кислота, метакриловая кислота, уксусная кислота, пропионовая кислота, додекановая кислота и кокосовая жирная кислота. Жирная кислота, используемая на первой стадии реакции, и карбоновые кислоты, используемые на второй стадии реакции, могут быть одинаковыми или различными.

В предпочтительном варианте осуществления большинство исходных жирных кислот и/или карбоновых кислот выбрано из возобновляемых материалов. В особенно предпочтительном варианте осуществления все или, по меньшей мере, по существу, все исходные жирные кислоты и/или карбоновые кислоты выбраны из возобновляемых материалов. Соответственно, полагается, что ингибиторы гидратов, соответствующие изобретению, являются возобновляемыми.

Синтез

Для получения промежуточного N,N-диалкиламиноалкиламида (II) жирной кислоты эфир (III) жирной кислоты можно подвергать взаимодействию с N,N-диалкиламиноалкиламином (V) при температуре от 100 до 240°C, предпочтительно, при температуре от 120 до 200°C, как например, от 100 до 200°C или от 120 до 240°C. Реакцию

аминолиза осуществляют соответствующим образом при нагревании смеси в течение периода времени от 2 до 20 часов. Давление предпочтительно составляет от 0,001 до 1,2 бар, а более предпочтительно, от 0,01 до 1,0 бар. Оказалось, что часто предпочтительным является пониженное давление, составляющее от 5 до 200 мбар. Предпочтительно, спирт, образующийся в ходе реакции аминолиза, удаляют дистилляцией. Степень полноты протекания реакции можно отслеживать путём определения числа омыления и/или установления распределения функциональных аминогрупп. В предпочтительном варианте осуществления конденсацию в соответствующий N,N-диалкиламиноалкиламид (II) жирной кислоты проводят до тех пор, пока не образуется никакой дополнительный спирт. Это указывает на полную, соответственно, по существу, полную конверсию.

На стадии реакции аминолиза предпочтение отдаётся использованию, по существу, эквимольных количеств эфира (III) жирной кислоты и N,N-диалкиламиноалкиламина (V). По существу эквимольные соотношения включают в себя мольные соотношения между эфиром (III) жирной кислоты и N,N-диалкиламиноалкиламином (V), составляющие от 3:1 до 1:3, более предпочтительно от 1,5:1 до 1:1,5, и особенно предпочтительно от 1,1:1 до 1:1,1, как например, от 3:1 до 1:1,5, или от 3:1 до 1:1,1, или от 1,5:1 до 1:3, или от 1,5:1 до 1:1,1; или от 1,1:1 до 1:3, или от 1,1:1 до 1:1,5. Реакция аминолиза может включать в себя промежуточную этерификацию низшим спиртом, предпочтительно, низшим одноатомным спиртом, с последующим аминолизом образующегося таким образом эфира. Это может протекать *in situ* в рамках реакции в одном реакторе. Подходящими спиртами являются, например, этанол, пропанол, изопропанол, н-бутанол, изобутанол, трет-бутанол или 2-этилгексанол. Особенное предпочтение отдаётся 2-этилгексанолу.

В вариантах осуществления, где в качестве исходного материала используют эфир жирной кислоты с одноатомным C₁-C₄-спиртом, в ходе реакции высвобождается C₁-C₄-спирт как побочный продукт. Для смещения реакции в сторону завершения спирт можно отгонять. Однако в определённых вариантах осуществления спирт может оставаться в продукте.

Реакцию аминолиза можно ускорять путём добавления подходящих катализаторов. Предпочтительными являются катализаторы, характеризующиеся уровнем рКа, равным 5 или меньше, при этом особенно предпочтительными являются основания Бренстеда и Льюиса. Примерами предпочтительных катализаторов являются гидроксиды и алкоксиды, включая гидроксид натрия, гидроксид калия, метоксид натрия, этоксид натрия, метоксид калия, трет-бутоксид калия, триэтиламин, морфолин и пиридин, но не ограничиваясь ими. Обычно используют от 0,01 до 1 масс.%, а предпочтительно от 0,1 до 0,5 масс.% катализатора по отношению к объединённым массам N,N-диалкиламиноалкиламина (V) и

эфира (III) жирной кислоты. В первом предпочтительном варианте осуществления катализатор остаётся в продукте реакции. Соответственно, N,N-диалкиламиноалкиламид (II) жирной кислоты может содержать до 1,5 мол.%, а особенно предпочтительно, меньше 0,5 мол.% катализатора по отношению к N,N-диалкиламиноалкиламиду (II) жирной кислоты. Во втором предпочтительном варианте осуществления катализатор удаляют из амидного продукта реакции после её завершения, например, экстракцией. В третьем предпочтительном варианте осуществления реакцию проводят в отсутствие катализатора. Соответственно, во втором и третьем предпочтительных вариантах осуществления N,N-диалкиламиноалкиламид (II) жирной кислоты не содержит никакого катализатора, и особенно предпочтительно, никакой щёлочи.

Для получения N,N-диалкиламмонийалкиламида (I) жирной кислоты промежуточный N,N-диалкиламиноалкиламид (II) жирной кислоты подвергают взаимодействию с карбоновой кислотой (VI). Предпочтительно, получение соли осуществляют путём смешивания N,N-диалкиламиноалкиламида (II) жирной кислоты с надлежащим количеством карбоновой кислоты (VI) для образования соответствующей N,N-диалкиламмонийалкиламидной соли (I) жирной кислоты. Предпочтительно, образование соли воплощают при температурах от температуры окружающей среды до 100°C, а более предпочтительно, при температурах от 30 до 60°C. Предпочтительно, карбоновую кислоту (VI) добавляют к N,N-диалкиламиноалкиламиду (II) жирной кислоты таким образом, что температура не превышает 100°C, а более предпочтительно, не превышает 70°C. Предпочтительно, карбоновая кислота (VI) и N,N-диалкиламиноалкиламид (II) жирной кислоты подвергаются взаимодействию в мольном соотношении от 1:10 до 5:1, более предпочтительно, от 1:5 до 3:1, и особенно предпочтительно, от 1:2 до 1:1, как например, от 1:10 до 3:1, или от 1:10 до 1:1, или от 1:5 до 5:1, или от 1:5 до 1:1, или от 1:2 до 5:1, или от 1:2 до 3:1. В конкретном варианте осуществления карбоновая кислота (VI) и N,N-диалкиламиноалкиламид (II) жирной кислоты подвергаются взаимодействию в эквимольных или, по меньшей мере, практически эквимольных количествах, как например, от 1:1,5 до 1,5:1 или от 1:1,2 до 1,2:1. Данные мольные соотношения касаются числа карбоксильных кислотных групп карбоновой кислоты (VI) и аминогрупп N,N-диалкиламиноалкиламида (II) жирной кислоты.

Данную последовательность реакций можно осуществлять без растворителя. Однако во многих случаях оказалось предпочтительным проводить реакцию или, по меньшей мере, одну или несколько её стадий в присутствии растворителя. Присутствие растворителя является предпочтительным особенно для реакции эфира (III) жирной

кислоты с N,N-диалкиламиноалкиламином (V), когда целью является достижение высокой конверсии в образующийся продукт реакции. Предпочтительными растворителями для данной реакции являются ароматические растворители или смеси растворителей, или спирты. Особое предпочтение отдаётся растворителям, имеющим температуру кипения, по меньшей мере, 100°C, а предпочтительно, от 110 до 200°C в стандартных условиях. Примерами подходящих растворителей являются декан, толуол, ксилол, диэтилбензол, нафталин, тетралин, декалин и промышленные смеси растворителей, такие как продукты типа Shellsol[®], Exxsol[®], Isopar[®], Solvesso[®], растворитель Naphtha и/или керосин. В предпочтительном варианте осуществления растворитель содержит, по меньшей мере, 10% масс., предпочтительно от 20 до 100% масс., например, от 30 до 90% масс. ароматических составляющих. Продукты марок Shellsol[®] и Exxsol[®] можно получать от фирм Shell и ExxonMobil, соответственно. В таком случае реакцию осуществляют при температуре кипения азеотропной смеси.

Полученную таким образом N,N-диалкиламмонийалкиламидную соль (I) жирной кислоты можно очищать любыми способами, известными специалисту в данной области техники, например, фильтрованием, экстракцией, дистилляцией или перекристаллизацией. Однако в большинстве случаев оказалось, что прямой продукт реакции подходит для непосредственного применения.

Противоагломераты настоящего раскрытия можно использовать для ингибирования, торможения, ослабления, уменьшения, контролирования и/или замедления образования одного или нескольких гидратов или агломератов гидратов. В предпочтительном варианте осуществления один или несколько противоагломератов настоящего раскрытия можно вводить в текучую среду, содержащую воду, газ и жидкий углеводород. Несмотря на то, что газ перечислен отдельно от жидкого углеводорода, в некоторых вариантах осуществления он может включать в себя газообразный углеводород, хотя газ необязательно должен включать в себя углеводород.

Текущие среды, в которых ингибируется агломерация газогидратов, могут характеризоваться различными значениями обводнённости (т.е. отношением объёма воды в текучей среде к общему объёму текучей среды). Например, противоагломераты, соответствующие раскрытию изобретения, успешно применялись в текучих средах, характеризующихся обводнённостью от значения около 1 примерно до 65 об.%. В предпочтительных вариантах осуществления текучая среда может иметь обводнённость 5% или больше, 10% или больше, 15% или больше, 20% или больше, 30% или больше, 40% или больше, 50% или больше, либо 60% или больше.

В предпочтительном варианте осуществления текучая среда, в которой

ингибируется агломерация газогидратов, представляет собой нефтяную текучую среду, являющуюся смесью варьирующихся количеств воды/солевого раствора, сырой нефти/конденсата и природного газа. Нефтяная текучая среда может заключать в себе различные уровни солёности. Текучая среда может иметь солёность от значения около 0% примерно до 25% или от значения около 10% примерно до 25% масса/общая масса (масс./масс.) растворённых твёрдых веществ (TDS).

Нефтяные текучие среды, в которых применяется противоагломерат газогидратов согласно первому и второму аспекту изобретения, могут быть заключены во многих различных типах устройств, особенно тех, что транспортируют водную среду из одного местоположения в другое. В предпочтительном варианте осуществления нефтяная текучая среда заключена в трубопроводе для нефти и газа. В более предпочтительном варианте осуществления нефтяная текучая среда, подлежащая обработке, может размещаться на нефтеперерабатывающих заводах, как например, в разделительных сосудах, установках обезвоживания, газовых линиях и трубопроводах.

Для ингибирования агломерации газогидратов согласно первому и второму аспекту изобретения N,N-диалкиламмонийалкиламидную соль (I) жирной кислоты впрыскивают в текучую среду, подлежащую ингибированию агломерации газогидратов. Предпочтительно, противоагломерат гидратов впрыскивают в текучую среду, подлежащую ингибированию, до существенного образования гидратов. Противоагломерат можно вводить в текучую среду через систему труб или точку впрыска. В определённых вариантах осуществления один или несколько противоагломератов настоящего раскрытия могут вводиться в ствол скважины, систему труб, сосуд и тому подобное, а также могут контактировать и/или вводиться в текучую среду, находящуюся в них. Типичная точка впрыска для операций по добыче нефти находится в скважине вблизи подводного предохранительного клапана, управляемого с поверхности. Это является гарантией того, что при остановке скважины противоагломерат газогидратов может диспергироваться по всей области, где будут наблюдаться гидраты. Обработка также может иметь место на других участках выкидной линии с учётом плотности впрыскиваемой текучей среды. Если точка впрыска находится гораздо выше глубины образования гидратов, то противоагломерат гидратов можно вводить в состав композиции вместе с растворителем, имеющим достаточно высокую плотность для того, чтобы ингибитор опускался вниз по выкидной линии для накапливания на границе раздела вода/нефть. Кроме того, данную обработку также можно использовать в трубопроводах или каком-либо другом месте системы, где существует возможность образования гидратов.

Способ в соответствии с первым аспектом изобретения и применение

противоагломерата в соответствии со вторым аспектом изобретения являются равноприменимыми для текучих сред, которые движутся потоком, а также для текучих сред, которые пребывают по существу в стационарном состоянии. Соответственно, текучая среда может находиться внутри сосуда или внутри трубной системы (например, трубной системы, по которой можно перемещать текучую среду), или внутри подземного пласта и/или ствола скважины, пронизающего часть подземного пласта. Примеры трубных систем включают в себя трубопроводы, технологические трубопроводные обвязки, системы подводных труб, технологическое оборудование и тому подобное оборудование, используемое в промышленных условиях и/или применяемое при добыче нефти и/или газа из подземного пласта и тому подобное, но не ограничиваются ими. В определённых вариантах осуществления трубная система может пронизать, по меньшей мере, часть подземного пласта, как в случае нефтяной и/или газовой скважины. В конкретных вариантах осуществления трубная система может представлять собой ствол скважины или может располагаться внутри ствола скважины, пронизающего, по меньшей мере, часть подземного пласта. Такая нефтяная и/или газовая скважина может представлять собой, например, подводную скважину (например, при этом подземный пласт расположен под морским дном), или она может являться скважиной на поверхности (например, при этом подземный пласт расположен под землёй). Согласно другим вариантам осуществления сосуд или трубная система в промышленном применении может размещаться, как например, на нефтеперерабатывающем заводе (например, разделительные сосуды, установки обезвоживания, трубопроводы, теплообменники и тому подобное), или она может представлять собой транспортный трубопровод.

Согласно изобретению противоагломерат газогидратов используют предпочтительно в количествах от 0,01 до 5,0% масс. (в расчёте на массу водной фазы), более предпочтительно, в количествах от 0,05 до 3,0 масс.% и особенно предпочтительно, в количествах от 0,1 до 1,0 масс.%, как например, от 0,01 до 3,0 масс.%, или от 0,01 до 1,0 масс.%, или от 0,05 до 5,0 масс.%, или от 0,05 до 1,0 масс.%, или от 0,1 до 5,0 масс.% или от 0,1 до 3,0 масс.%. Специалисту обычной квалификации в данной области техники будет понятно, что количество противоагломерата согласно настоящему изобретению, эффективное для ингибирования, торможения, уменьшения, контролирования, замедления образования и/или агломерации гидратов, может зависеть, например, от объёма воды и/или добавок в текучей среде, подлежащей обработке.

Противоагломераты согласно раскрытию можно применять в отдельности, а также в составе композиции, содержащей растворитель и/или добавочные активные вещества, которые дополнительно ингибируют образование гидратов.

В первом предпочтительном варианте осуществления первого и второго аспекта изобретения используют смеси двух или больше противоагломератов согласно раскрытию данного изобретения. Такие смеси могут включать в себя две или больше N,N-диалкиламмонийалкиламидных солей формулы (I) жирных кислот, различающихся, по меньшей мере, в одном из признаков: R¹, R², R³, R⁴ и/или A, например, отличающихся алкильной или алкенильной группой R¹ жирной кислоты.

Во втором предпочтительном варианте осуществления первого и второго аспекта изобретения N,N-диалкиламмонийалкиламидную соль (I) карбоновой кислоты применяют в сочетании с N,N-диалкиламиноалкиламидом (II) карбоновой кислоты. Такую композицию можно получать путём смешения отдельных компонентов. В качестве альтернативы, такую смесь можно получать частичной нейтрализацией N,N-диалкиламиноалкиламида (II) жирной кислоты карбоновой кислотой (VI). Предпочтительно, доли обоих веществ (II) и (I) в таких смесях составляют от 100:1 до 1:100, более предпочтительно, от 20:1 до 1:20, более предпочтительно, от 10:1 до 1:10, и особенно предпочтительно, от 5:1 до 1:2, как например, от 100:1 до 1:20, или от 100:1 до 1:10, или от 100:1 до 1:2, или от 20:1 до 1:100, или от 20:1 до 1:10, или от 20:1 до 1:2, или от 10:1 до 1:100, или от 10:1 до 1:20, или от 10:1 до 1:2, или от 5:1 до 1:100, или от 5:1 до 1:20, или от 5:1 до 1:10.

В первом и втором предпочтительных вариантах осуществления, упомянутых выше, смеси противоагломератов используют с теми же предпочтительными общими дозировками, что и раскрытые выше, в отношении одного противоагломерата, соответствующего раскрытию. Однако зачастую общую дозировку можно снижать.

В третьем предпочтительном варианте осуществления первого и второго аспекта изобретения противоагломераты, соответствующие раскрытию изобретения, применяют в виде композиции в органическом растворителе. Это облегчает обращение с ингибиторами, а кроме того, часто поддерживает дисперсность кристаллов гидратов. В первом варианте осуществления особенно предпочтительным является спиртовой растворитель, такой как водорастворимый моноспирт, например, метанол, этанол, пропанол, бутанол, оксиэтилированный моноспирт, такой как бутилгликоль, изобутилгликоль, бутилдигликоль, полигликоль или их смесь. В дополнительном варианте осуществления предпочтительным оказался высококипящий алифатический, ароматический или алкилароматический углеводород или их смесь. Примерами подходящих растворителей являются декан, толуол, ксилол, диэтилбензол, нафталин, тетралин, декалин и промышленные смеси растворителей, такие как продукты типа Shellsol[®], Exxsol[®], Isopar[®], Solvesso[®], дизельное топливо, растворитель Naphtha и/или

керосин. В предпочтительном варианте осуществления растворитель содержит, по меньшей мере, 10% масс., предпочтительно от 20 до 100% масс., например, от 30 до 90% масс. ароматических составляющих. Продукты марок Shellsol[®] и Exxsol[®] можно получать от фирм Shell и ExxonMobil, соответственно.

В предпочтительном варианте осуществления основной частью рецептуры противоагломерата является растворитель, и в некоторых случаях композиция противоагломерата включает в себя до 50% масс. растворителя. В предпочтительном варианте осуществления растворитель присутствует в композиции противоагломерата в количестве от значения около 0,01 примерно до 50%, или от 0,1 примерно до 40% или от 0,5 примерно до 30%, или даже от значения около 1,0 примерно до 25% в расчёте на массу композиции. В некоторых вариантах осуществления растворитель может присутствовать в количестве от значения около 1,5 примерно до 20%, или от 2,0 примерно до 15%, либо даже от 2,5 или 5 примерно до 10%. Например, рецептура противоагломерата может содержать от 10 до 30 процентов масс. N,N-диалкиламмонийалкиламидной соли (I) жирной кислоты и от 70 до 90 процентов масс. такого растворителя, как метанол. В качестве дополнительного примера, рецептура противоагломерата может содержать от 10 до 30 процентов масс. N,N-диалкиламмонийалкиламидной соли (I) жирной кислоты, от 10 до 30 процентов масс. полимерного кинетического ингибитора, от 20 до 40 процентов масс. воды и от 20 до 40 процентов масс. этиленгликоля. В предпочтительном варианте осуществления композиция, по существу, не содержит глицерина. Термин «по существу не содержит глицерина» означает, что композиция содержит меньше 1 масс.%, предпочтительно, меньше 0,1 масс.%, а особенно предпочтительно, не содержит глицерина.

В ещё более предпочтительном варианте осуществления агломерацию газогидратов ингибируют путём впрыскивания сочетания противоагломератов формулы (I) и, необязательно, (II) с одним или несколькими полимерами, известными в отношении ингибирования образования и/или агломерации гидратов, с целью дальнейшего повышения показателей способа согласно данному раскрытию, как например, для уменьшения общей дозировки. Предпочтительными дополнительными ингибиторами гидратов являются полимеры, имеющие углеродную основную цепь и амидные связи в боковых цепях. В частности, они включают в себя гомо- и сополимеры на основе винилпирролидона, винилкапролактама, изопропилакриламида, акрилоилпирролидона, N-акрилоилморфолина, N-акрилоилпиперидина и/или N-метил-N-винилацетамида и, необязательно, заключающие в себе дополнительные анионные, катионные и нейтральные сомомеры, содержащие винильную двойную связь, такие как, например, 2-

диметиламиноэтилметакрилат, олефины-1, N-алкилакриламида, N-винилацетамид, акриламид, 2-акриламидо-2-метил-1-пропансульфонат (AMPS) натрия или акриловая кислота.

При использовании смесей противоагломератов, соответствующих данному раскрытию, в сочетании с дополнительными полимерными ингибиторами газогидратов, соотношение концентраций между противоагломератами, соответствующими раскрытию данного изобретения, и вводимыми в смесь полимерами предпочтительно составляет от 90:10 до 10:90 процентов масс., более предпочтительно, от 75:25 до 25:75, и особенно предпочтительно от 60:40 до 40:60, как например, от 90:10 до 25:75, или от 90:10 до 40:60, или от 75:25 до 10:90, или от 75:25 до 40:60, или от 60:40 до 10:90, или от 60:40 до 25:75.

Обычно такие смеси позволяют дополнительно снижать при обработке расход ингибитора газогидратов согласно раскрытию, и предпочтительно, они позволяют уменьшать общую дозировку. При использовании противоагломератов, соответствующих данному раскрытию, в смеси с полимерными ингибиторами газогидратов концентрация смеси в водной фазе, подлежащей обработке, составляет от 0,01 до 2% масс. или от 0,02 до 1% масс.

В ещё более предпочтительном варианте осуществления агломерацию газогидратов ингибируют путём впрыскивания противоагломератов формулы (I) и, необязательно, формулы (II) вместе с одним или несколькими термодинамическими ингибиторами газогидратов с целью дальнейшего повышения показателей способа согласно данному раскрытию, как например, для дополнительного снижения дозировки противоагломерата, соответствующего формуле (I) и, необязательно, формуле (II), для уменьшения количества термодинамического ингибитора газогидратов или для уменьшения их обоих. Принимая во внимание, что термодинамический ингибитор газогидратов смещает равновесие в кристаллическом состоянии в сторону более низких температур, можно полагать, что противоагломерат, соответствующий раскрытию, будет уменьшать или даже подавлять агломерацию образовавшихся ранее кристаллитов. Предпочтительными термодинамическими ингибиторами газогидратов являются спирты, как например, метанол, этанол и/или этиленгликоль. Предпочтительная дозировка термодинамических ингибиторов газогидратов составляет от 10 до 60 об.%, и особенно предпочтительно, от 20 до 50 об.%, как например, от 10 до 50 об.%, или от 20 до 60 об.% по отношению к водной фазе, подлежащей обработке. Предпочтительная дозировка противоагломерата, соответствующего формуле (I), и, необязательно, формуле (II) является такой, как изложена для указанных противоагломератов выше. Однако дозировка, по меньшей мере, одного из термодинамических ингибиторов газогидратов

и/или противоагломерата согласно данному раскрытию ниже его дозировки, требуемой при его индивидуальном использовании.

В ещё более предпочтительном варианте осуществления текучая среда, в которую можно вводить один или несколько противоагломератов настоящего раскрытия, может содержать любое число дополнительных добавок. Примеры таких дополнительных добавок включают в себя соли, поверхностно-активные вещества, кислоты, расклинивающие агенты в форме твёрдых частиц, потокоотклоняющие агенты, добавки для контроля потерь текучей среды, азот, диоксид углерода, реагенты для модифицирования поверхности, вспениватели, ингибиторы коррозии, ингибиторы образования отложений, катализаторы, реагенты для стабилизации глин, биоциды, понизители трения, противовспениватели, флокулянты, поглотители H_2S , поглотители CO_2 , поглотители кислорода, смазки, добавки для увеличения вязкости, разжижители, утяжелители, модификаторы относительной проницаемости, смолы, смачиватели, антифризы (например, этиленгликоль), и тому подобное, но не ограничиваются ими. При помощи положительного эффекта настоящего раскрытия, специалист в данной области техники узнает типы добавок, которые можно включать в текучие среды настоящего раскрытия для конкретного применения.

В предпочтительном варианте осуществления агломерацию газогидратов подавляют путём впрыскивания противоагломерата формулы (I) и, необязательно, формулы (II), соответствующих изобретению, в ствол скважины, подземный пласт, сосуд и/или трубную систему (и/или в текучую среду внутри любого из вышеизложенного) с использованием любого способа или оборудования, известного в данной области техники. Например, агломерацию газогидратов можно подавлять путём впрыскивания противоагломерата в подземный пласт и/или ствол скважины с использованием периодических обработок, обработок под давлением, непрерывных обработок и/или их любого сочетания. В определённых вариантах осуществления можно реализовать периодическую обработку в подземном пласте при остановке добычи из скважины и закачивании растворённого противоагломерата в ствол скважины, что можно выполнять в один или несколько моментов времени в течение срока эксплуатации скважины. В других вариантах осуществления можно воплощать обработку под давлением путём растворения противоагломерата в подходящем растворителе при соответствующей концентрации и нагнетания указанного растворителя, доставляющего противоагломерат, вглубь скважины, в пласт, что позволяет при добыче из пласта доставлять противоагломерат в желаемое для него положение. В ещё одном предпочтительном варианте осуществления противоагломерат можно впрыскивать в часть подземного пласта с использованием

кольцевого пространства или системы капиллярного впрыска для непрерывного ввода противоагломерата в пласт. В ещё более предпочтительном варианте осуществления можно выполнять циркуляцию композиции (такой как текучая среда для обработки), содержащей противоагломерат согласно настоящему раскрытию, в стволе скважины с использованием тех же типов насосных систем и оборудования на поверхности, что и применяемые с целью ввода текучих сред для обработки или добавок в ствол скважины, проникающий, по меньшей мере, часть подземного пласта.

Перед следующей далее обработкой ценной углеводородной части многофазной текучей среды, многофазную текучую среду можно разделять на её компоненты. Такое разделение может происходить в сепараторе, например, на конечной станции трубопровода или на нефтеперерабатывающем заводе, с отведением водной фазы на утилизацию. Из многофазной текучей среды, обработанной N,N-диалкиламмонийалкиламидной солью (I) жирной кислоты, образующейся при аминолизе эфира согласно раскрытию настоящего изобретения, получают чистую водную фазу лишь с небольшим количеством эмульсии на границе раздела нефть-вода или даже без эмульсии и лишь с небольшим количеством нефти, эмульгированной в водной фазе, или даже без эмульгированной нефти. Это позволяет быстрее разделять нефтяную и водную фазы. Кроме того, это повышает продуктивность по нефти и сокращает усилия для утилизации водной фазы.

Агломерацию газогидратов можно подавлять путём впрыскивания противоагломератов в соответствии с данным раскрытием, равно как и их смесей с другими ингибиторами газогидратов, в многофазную смесь, которая склонна к образованию гидратов в ходе добычи сырой нефти и природного газа или в ходе подготовки буровых растворов с использованием обычного оборудования, такого как впрыскивающие насосы или тому подобное; вследствие хорошей растворимости противоагломератов, соответствующих данному изобретению, имеет место быстрое и равномерное распределение противоагломератов в водной фазе или фазе конденсата, проявляющей тенденцию к образованию гидратов.

Углеводороды в контексте данного изобретения представляют собой органические соединения, которые являются составляющими частями минеральной нефти/природного газа и продуктов их превращения. Углеводороды в связи с данным изобретением также представляют собой летучие углеводороды, например, метан, этан, пропан, бутан. Для целей настоящего изобретения они также включают в себя дополнительные газообразные компоненты сырой нефти/природного газа, например, сероводород и диоксид углерода.

Все процентные величины приведены в процентах масс., если не указано иного.

Примеры

Использованные материалы:

Для синтеза N,N-диалкиламмонийалкиламидов жирных кислот использовали эфиры жирных кислот, N,N-диалкиламиноалкиламины и растворители, описанные в таблице 1. Они характеризуются марками чистоты для технического использования.

Таблица 1. Описание характеристик использованных реагентов

Метиловый эфир C _{12/14} -кислот	Смесь, содержащая 67% метиловых эфиров C ₁₂ -кислот и 21% C ₁₄ -кислот; число омыления 251 мг КОН/г
Метиловый эфир жирных кислот кокосового масла	Метиловый эфир кокосового масла; эфир C ₈ -C ₁₈ -кислот, частично ненасыщенный, содержащий в качестве основного компонента 46 масс.% метиловых эфиров насыщенных жирных C ₁₂ -кислот; число омыления 254 мг КОН/г
Метиловый эфир пальмоядрового масла	Метиловый эфир смеси жирных C ₈ -C ₁₈ -кислот, содержащий в качестве основных компонентов 48 масс.% метиловых эфиров насыщенных жирных C ₁₂ -кислот и 13 масс.% метиловых эфиров мононенасыщенных жирных C ₁₈ -кислот; число омыления 241 мг КОН/г
Метиловый эфир C _{8/10} -кислот	Метиловый эфир смеси жирных кислот, содержащий в качестве основных компонентов 83% метиловых эфиров жирных C ₈ - и C ₁₀ -кислот; число омыления 324 мг КОН/г
Метилолеат	Метиловый эфир олеиновой кислоты (марки для технического использования с чистотой 74%, дополнительно содержащий стеариновую кислоту и линолеовую кислоту); число омыления 188 мг КОН/г
Кокосовое масло	Триглицерид жирных C ₈ -C ₁₈ -кислот, содержащий в качестве основных компонентов 45% триглицеридов насыщенных жирных C ₁₂ -кислот и 9% триглицеридов ненасыщенных жирных кислот. Содержание свободных жирных кислот составляет 1%.
DBAPA	N,N-Дибутиламинопропиламин ($\geq 98\%$)
DMAPA	N,N-Диметиламинопропиламин ($> 98\%$)
MSA	Метансульфоновая кислота
Растворитель Naphtha (SN)	Смесь ароматических углеводородов с числом атомов углерода предпочтительно в диапазоне C ₉ -C ₁₁ и выкипающая в диапазоне от 177°C до 216°C

Числа омыления определяли по стандарту DIN/EN/ISO 3681.

N,N-диалкиламмонийалкиламиды жирных кислот получали из исходных материалов, характеристики которых изложены в таблице 1, в соответствии со следующей общей процедурой:

В 4-горлую колбу, снабжённую устройством Дина-Старка, верхнеприводной мешалкой, термометром и линией для продувки азотом, загружали эфир жирной кислоты, N,N-диалкиламиноалкиламин и 0,5 масс.% метоксида натрия. Полученную смесь нагревали до 140 - 180°C в течение периода времени от 6 до 12 часов. Спирт, выделяющийся в течение аминолиза, отгоняли. Степень превращения отслеживали при

помощи титрования для установления распределения аминовых чисел; реакцию останавливали, когда аминовое число, соответствующее первичным аминам, составляло <6 мг КОН/г. В случае сравнительных примеров (с использованием триглицерида) реакцию останавливали, когда аминовое число, соответствующее первичным аминам, достигало значения меньше 15 мг КОН/г.

По завершении реакции аминолита продукт реакции охлаждали до температуры ниже 80°C и разбавляли растворителем (метанолом или растворителем Naphtha). Затем добавляли органическую кислоту таким образом, что температура реакционной смеси не превышала 50°C, для образования конечной N,N-диалкиламмонийалкиламидной соли карбоновой кислоты. Подробности различных вариантов синтеза приведены в таблице 2.

Таблица 2. Реагенты и маршруты реакции для получения N,N-диалкиламиноалкиламидов (II) жирных кислот и N,N-диалкиламмонийалкиламидных солей (I) карбоновых кислот

Соль аммония	N,N-диалкиламиноалкиламид (II) жирной кислоты			Соль (I) аммония		Раствор	
	эфир (IV) жирной кислоты	N,N-диалкиламиноалкиламин (V)	мольное отношение (IV):(V)	карбоновая кислота (VI)	мольное отношение (II):(VI)	растворитель	концентрация активного вещества
AS 1	метилвые эфиры кислот C _{8/10}	DBAPA	1:1	акриловая кислота	1:1	метанол	85%
AS 2	метилвые эфиры кислот C _{12/14}	DBAPA	1:1	акриловая кислота	1:1	SN	85%
AS 3	метилкокоат	DBAPA	1:1	акриловая кислота	1:1	метанол	60%
AS 4	метиловый эфир пальмоядрового масла	DBAPA	1:1	уксусная кислота	1:1	этиленгликоль	60%
AS 5	метилолеат	DMAPA	1:1	акриловая кислота	1:1	метанол	60%
AS 13 (сравн.)	кокосовое масло	DBAPA	1:1	акриловая кислота	1:1	метанол	85%
AS 14 (сравн.)	кокосовое масло	DBAPA	1:1	акриловая кислота	1:1	SN	85%
AS 15 (сравн.)	кокосовое масло	DBAPA	1:1	уксусная кислота	1:1	метанол	60%
AS 16 (сравн.)	метилвые эфиры кислот C _{12/14}	DBAPA	1:1	MSA	1:1	SN	60%

Значения динамической вязкости образцов, соответствующих таблице 1, определяли с использованием реометра фирмы Anton-Paar при заданной температуре и скорости сдвига 106 с^{-1} . Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Значения вязкости N,N-диалкиламмонийалкиламидных солей карбоновых кислот, измеренные в различных растворителях

Пример	N,N-диалкиламмоний-алкиламидная соль карбоновой кислоты	Растворитель	Содержание активного вещества	Вязкость @10°C	Вязкость @20°C
1	AS 3	метанол	60%	1	<1
2	AS 4	метанол	60%	2	<1
3	AS 5	метанол	60%	1	<1
10 (сравн.)	AS 16 (сравн.)	SN	60%	148	86
11 (сomp.)	AS 15 (сравн.)	метанол	60%	22	5
13	AS 1	метанол	85%	162	105
14 (сравн.)	AS 13 (сравн.)	метанол	85%	295	144
15	AS 2	SN	85%	450	202
16 (сравн.)	AS 14 (сравн.)	SN	85%	835	365

Для оценки показателей раскрытых в настоящем документе N,N-диалкиламмонийалкиламидных солей (I) жирных кислот как низкодозированных ингибиторов газогидратов использовали испытание с помощью качающихся ячеек. Испытание с помощью качающихся ячеек представляет собой испытание, обычно используемое в данной области техники для выполнения оценки показателей химических свойств противоагломератов. Если коротко, добавки оценивают на основе их способности эффективно доводить до минимума размер агломератов частиц гидратов, а затем диспергировать указанные частицы в углеводородной фазе. Результаты классифицировали как «прохождение» или «непрохождение» на основании того, обнаруживались ли закупорки гидратами или нет. Показатели оценивают путём определения минимальной эффективной дозы (МЭД), требуемой для регистрации квалификации «прохождения» в условиях испытания с помощью качающихся ячеек. Эффективные дозы (МЭД) проверяли в солевом растворе с концентрацией NaCl, равной 5,0 масс.%, для обводнённости 50 об.%, при давлении 138 бар и температуре 4°C.

Устройство с качающимися ячейками («рейка») состоит из множества сапфировых трубок, каждая из которых размещена внутри опорного корпуса из нержавеющей стали. В каждую из установленных сапфировых трубок и стальной корпус (называемый в настоящем документе качающейся ячейкой) обычно загружают текучую среду, содержащую углеводородную фазу и фазу солевого раствора, вместе с шариком из нержавеющей стали для смешивания. Качающаяся ячейка может выдерживать давления

до 350 бар (5000 фунт/кв. дюйм). Сразу после загрузки текучих сред качающуюся ячейку затем устанавливают на рейке, снабжённой впрыском газа и контролем давления. По мере охлаждения газов и образования гидратов в ходе испытания израсходованный газ компенсировали с помощью шприцевого насоса высокого давления для поддержания системы при постоянном давлении.

На рейку загружали 10 качающихся ячеек в конфигурации 2x5 (две ячейки по ширине и 5 ячеек по высоте). Закрепляли центральную позицию на рейке (между двумя ячейками) и позволяли вращаться, в то время как внешние позиции на рейке перемещались вертикально вверх и вниз. Указанное вертикальное перемещение позволяло качающимся ячейкам поворачиваться до положительного или отрицательного углового положения. В ходе вращательного движения стальной шарик, размещённый внутри сапфировой трубки, перемещался от одного конца ячейки до другого. Рейка качалась вверх и вниз со скоростью около 5 полных циклов (вверх и вниз) за каждую минуту. Кроме того, рейка располагалась внутри температурно-контролируемой ванны, присоединённой к охладителю с контролем температуры в диапазоне от -10°C до 60°C .

Качающиеся ячейки наполняли тремя компонентами: углеводородом, водной фазой и газом. Прежде всего, каждую качающуюся сапфировую трубку наполняли 5 мл додекана и 5 мл солевого раствора с 5%-ной концентрацией NaCl (обводнённость 50 об.%) для суммарной загрузки жидкостью, составляющей 50% от общего объёма трубки (общий объём 20 мл). Противоагломераты, соответствующие таблице 2, добавляли в дозировках, выражаемых в объёмных процентах по объёму воды (об.%). Для проведения указанного испытания использовали газ блока Грин Каньон, имеющий состав, приведённый в таблице 4.

Таблица 4. состав газа блока Грин Каньон

Название компонента	Химический символ	Количество (мол.)
Азот	N_2	0,14
Диоксид углерода	CO_2	0
Метан	C_1	87,56
Этан	C_2	7,6
Пропан	C_3	3
i-Бутан	i- C_4	0,5
n-Бутан	n- C_4	0,8
i-Пентан	i- C_5	0,2
n-Пентан	n- C_5	0,2

Процедура испытания с помощью качающихся ячеек:

А. Стадии, предшествующие испытанию. Сразу после загрузки рейки качающимися ячейками, заключающими в себе углеводородную текучую среду, солевой раствор и противоагломерат, качающиеся ячейки откачивали вакуумным насосом в течение 15-20 минут. При откачке температуру ванны повышали до начальной

температуры испытания, равной 49°C. По достижении в ванне температуры 49°C в ячейки и шприцевой насос нагнетали газ блока Грин Каньон до давления 138 бар и включали шприцевой насос для поддержания давления в ходе начального насыщения.

В. Стадия насыщения. Настраивали режим качания устройства со скоростью 5 качаний в минуту в течение 2 часов для обеспечения того, чтобы углеводородные текучие среды и солевой раствор, загруженные в ячейку, насытились газом. Указанное испытание выполняют при постоянном давлении, а шприцевой насос остаётся включённым и настроенным на 138 бар в течение остального периода испытания.

С: Стадия охлаждения. При поддержании скорости качаний, равной 5 качаний в минуту, систему охлаждают от 49°C до 4°C за 6 часов.

Д. Стадия перемешивания в стационарном состоянии перед выключением. При постоянной температуре, равной 4°C, устройство сохраняют качающимся со скоростью 5 качаний в минуту в течение 12 часов для обеспечения полного образования гидратов.

Е. Стадия выключения. Устройство настраивают на прекращение качания и установку ячеек в горизонтальное положение и поддерживают при постоянной температуре, равной 4°C, в течение 12 часов.

Ф. Стадия перемешивания в стационарном состоянии после выключения. По завершении периода выключения устройство снова запускают со скоростью 5 качаний в минуту при постоянной температуре, равной 4°C, в течение 4 часов.

Г. Завершение испытания. По окончании эксперимента устройство настраивают на прекращение качания и устанавливают ячейки в положение отрицательного отклонения для отдаления текучих сред от канала впрыска газа. Ванну охладителя настраивают на 49°C для расплавления всех образовавшихся гидратов, а также обеспечения возможности создания повышенного давления и очистки.

Для определения относительных показателей каждого ингибитора или его дозировки осуществляли визуальные наблюдения на стадии перемешивания в стационарном состоянии после выключения (период F) и устанавливали корреляцию с объяснением длительности периода времени, требуемого для перемещения шарика между двумя магнитными датчиками внутри ячейки. Для подтверждения воспроизводимости каждый эксперимент проводили в двух параллельных испытаниях. Ниже в таблице 5 показаны результаты (средние величины) испытаний с помощью качающихся ячеек.

Таблица 5. Результаты испытаний в качестве противоголомерата в испытаниях с помощью качающихся ячеек

Испытание	Соль аммония	Минимальная эффективная дозировка (масс.% в расчёте на содержание воды)
17	AS 1	0,35%
18	AS 2	0,35%
19	AS 3	0,50%
20	AS 4	0,60%
21	AS 5	0,55%
26	AS 1 + AS 3 (1:1)	0,40%
27 (сравн.)	AS 13	0,70%
28 (сравн.)	AS 15	0,75%
29 (сравн.)	AS 16	0,90%

Испытание качества воды после разделения фаз газа и текучей среды

Для оценки качества воды, полученной после сброса давления и отделения газа от углеводородной и водной фазы, образцы (25 и/или 45 мл) сырых нефтей, описанных в таблице 6, наливали в градуированные стеклянные бутылки на 120 мл и заполняли водопроводной водой до 100 мл. Бутылки помещали в нагревательную баню при 100°F (37, 8°C) на 1 час. После этого добавляли количество противоголомерата, приведённое в таблицах 7 и 8, объединяли бутылки в боксе и встряхивали 200 раз. Затем бутылки снова помещали в нагревательную баню. Отделение воды в мл и её качество оценивали визуально по истечении 5 мин и 120 мин времени термостатирования с использованием следующих оценок:

- Качество воды
- 1 = Чистая и прозрачная
 - 2 = Слегка мутная
 - 3 = Мутная
 - 4 = Непрозрачная

Таблица 6. Описание характеристик испытательных нефтей

	Нефть А	Нефть В
Плотность по шкале API...	30,9	21,8
Насыщенные соединения	23,11%	27,82%
Ароматические соединения	32,36%	54,71%
Смолы	35,08%	14,50%
Асфальтены	7,27%	2,97%

Данные нефти были дополнительно охарактеризованы посредством содержания в них насыщенных соединений, ароматических соединений, смол и асфальтенов. SARA-анализ выполняли с использованием хроматографической системы Iatroscan TLC-FID в соответствии со стандартным методом IP 469.

Как можно понимать исходя из результатов испытаний, продукты, соответствующие данному изобретению, имеют превосходящие показатели в качестве противоголомерата для газогидратов в сопоставлении со сравнительными добавками,

соответствующими уровнем техники. Кроме того, они позволяют повышать качество воды после фазового разделения, что является явным улучшением по сравнению с предшествующим уровнем техники.

Таблица 7. Результаты испытаний на качество воды в нефти А

Испытание	Соль аммония	Дозировка [масс. %]	Вода/ нефть (75:25 об. %)				Вода / нефть (55:45 об. %)			
			отделение воды		качество воды		отделение воды		качество воды	
			5 мин	120 мин	5 мин	120 мин	5 мин	120 мин	5 мин	120 мин
30	AS 1	0,5	51 мл	70 мл	1	1	42 мл	51 мл	1	1
31	AS 1	1,0	55 мл	71 мл	1	1	43 мл	52 мл	1	1
32	AS 2	0,5	53 мл	73 мл	1	1	45 мл	51 мл	1	1
33	AS 2	1,0	58 мл	69 мл	1	1	38 мл	53 мл	1	1
34	AS 5	0,5	59 мл	71 мл	1	1	40 мл	52 мл	1	1
35	AS 5	1,0	59 мл	71 мл	1	1	43 мл	53 мл	1	1
36 (сравн.)	AS 13	0,5	44 мл	65 мл	3	2	40 мл	50 мл	1-2	1
37 (сравн.)	AS 13	1,0	47 мл	68 мл	3	2	35 мл	45 мл	2-3	1-2
38 (сравн.)	AS 16	0,5	40 мл	59 мл	3	3	37 мл	46 мл	2	1-2
39 (сравн.)	AS 16	1,0	42 мл	63 мл	4	3	31 мл	41 мл	3	2

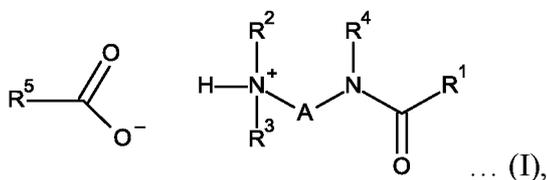
Таблица 8. Результаты испытаний на качество воды в нефти В

Испытание	Соль аммония	Дозировка [масс. %]	Вода / нефть (75 / 25 об. %)				Вода / нефть (55 / 45 об. %)			
			отделение воды		качество воды		отделение воды		качество воды	
			5 мин	120 мин	5 мин	120 мин	5 мин	120 мин	5 мин	120 мин
40	AS 1	0,5	43 мл	59 мл	2	1	20 мл	24 мл	1	1
41	AS 1	1,0	50 мл	60 мл	2	1	22 мл	28 мл	2	1
42	AS 1	2,0	54 мл	65 мл	3	1	26 мл	30 мл	2	1
46	AS 3	0,5	41 мл	55 мл	2	1	21 мл	23 мл	1	1
47	AS 3	1,0	48 мл	59 мл	2	1	22 мл	25 мл	2	1
48	AS 3	2,0	52 мл	63 мл	3	1	25 мл	27 мл	2	1
43	AS 4	0,5	40 мл	57 мл	2	1	20 мл	25 мл	1	1
44	AS 4	1,0	45 мл	62 мл	2	1	22 мл	27 мл	2	1
45	AS 4	2,0	40 мл	63 мл	3	1	25 мл	31 мл	2	1
52 (сравн.)	AS 13	0,5	40 мл	55 мл	3	2	н. о.	20 мл	4	2
53 (сравн.)	AS 13	1,0	45 мл	55 мл	3	2	н. о.	5 мл	4	3
54 (сравн.)	AS 13	2,0	45 мл	55 мл	4	3	н. о.	5 мл	4	3

н. о. = не определяется

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ ингибирования агломерации газогидратов, включающий в себя впрыскивание противоагломерата, содержащего N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой



в которой

R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода,

каждый R^2 и R^3 независимо представляют алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода,

R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода,

в текучую среду, содержащую газ, воду и нефть, в условиях, способствующих образованию газогидратов,

при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают аминлизом эфира жирной кислоты и C₁-C₄-спирта с N,N-диалкиламиноалкиламином с последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

2. Способ по п. 1, в котором жирная кислота соответствует формуле (IV):



где R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода.

3. Способ по п. 1 или 2, в котором эфир жирной кислоты со C₁-C₄-спиртом, используемый в качестве исходного материала для получения N,N-диалкиламмонийалкиламида (I) жирной кислоты, имеет формулу



в которой

R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до

21 атома углерода, и

R^6 представляет собой алкильную группу, содержащую от 1 до 4 атомов углерода.

4. Способ по п. 2 или 3, в котором R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую 12 или 14 атомов углерода.

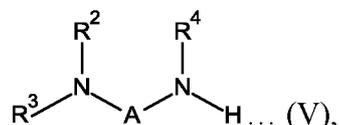
5. Способ по одному или нескольким из пп. 1-4, в котором, по меньшей мере, 60 мол.% жирных кислот содержат от 12 до 14 атомов углерода.

6. Способ по одному или нескольким из пп. 1-5, в котором мольное соотношение жирных кислот, содержащих 12 атомов углерода, и жирных кислот, содержащих 14 атомов углерода, составляет от 1:9 до 9:1.

7. Способ по одному или нескольким из пп. 2-6, в котором R^1 представляет собой линейную группу.

8. Способ по одному или нескольким из пп. 1-7, в котором спиртовой компонент эфира жирной кислоты со C_1 - C_4 -спиртом выбран из метанола, этанола, н-пропанола, изопропанола, н-бутанола, изобутанола, трет-бутанола и их смесей.

9. Способ по одному или нескольким из пп. 1-8, в котором N,N -диалкиламиноалкиламин, используемый в качестве исходного материала для получения N,N -диалкиламмонийалкиламидов (I) жирных кислот, имеет общую формулу (V):



в которой

каждый R^2 и R^3 независимо представляют алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода, предпочтительно, водород, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода.

10. Способ по одному или нескольким из пп. 1-9, в котором жирную кислоту и N,N -диалкиламиноалкиламин подвергают взаимодействию в мольном соотношении от 3:1 до 1:3.

11. Способ по одному или нескольким из пп. 1-10, в котором карбоновая кислота (VI), используемая для нейтрализации, соответствует формуле (VI):



в которой R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённый гидрокарбильный остаток, содержащий от 1 до 22 атомов углерода, предпочтительно, от 2 до 12 атомов углерода и особенно предпочтительно, от 3 до 6 атомов углерода.

12. Способ по п. 11, в котором R^5 представляет собой алкильный или алкенильный остаток.

13. Способ по одному или нескольким из пп. 1-12, в котором карбоновая кислота выбрана из группы, состоящей из муравьиной кислоты, уксусной кислоты, пропионовой кислоты, масляной кислоты, пивалиновой кислоты, гексановой кислоты, октановой кислоты, 2-этилгексановой кислоты, декановой кислоты, неodeкановой кислоты, ундекановой кислоты, додекановой кислоты, неodeдекановой кислоты, тридекановой кислоты, изотридекановой кислоты, тетрадекановой кислоты, гексадекановой кислоты, октадекановой кислоты, акриловой кислоты, метакриловой кислоты и их смесей.

14. Способ по одному или нескольким из пп. 1-13, в котором жирная кислота и карбоновая кислота являются различными.

15. Способ по п. 14, в котором жирная кислота и карбоновая кислота различаются, по меньшей мере, одним параметром, выбранным из группы, состоящей из длины алкильной цепи, кислотного числа, степени разветвления и степени ненасыщенности.

16. Способ по одному или нескольким из пп. 1-13, в котором жирная кислота и карбоновая кислота являются одинаковыми.

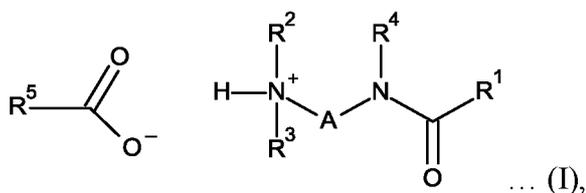
17. Способ по одному или нескольким из пп. 1-16, в котором противоагломерат, по существу, не содержит глицерина.

18. Способ по одному или нескольким из пп. 1-17, в котором противоагломерат впрыскивают в текучую среду, склонную к образованию газогидратов, до образования гидратов.

19. Способ по одному или нескольким из пп. 1-18, в котором соединение, соответствующее формуле (I), применяют в сочетании с полимерным ингибитором газогидратов.

20. Способ по одному или нескольким из пп. 1 - 18, в котором соединение, соответствующее формуле (I), применяют в сочетании с термодинамическим ингибитором газогидратов.

21. Применение противоагломерата, содержащего N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I):



в которой

R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода,

каждый R^2 и R^3 независимо представляют алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода,

R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода,

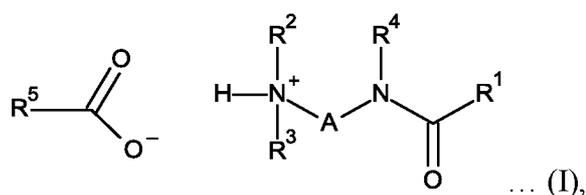
для ингибирования агломерации газогидратов в смеси, содержащей газ, воду и нефть, в условиях, способствующих образованию газогидратов,

при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают по реакции конденсации жирной кислоты с N,N-диалкиламиноалкиламином и последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

22. Применение по п. 21, в котором текучая среда, содержащая газ, воду и нефть, заключена в стволе скважины, трубной системе, сосуде или трубопроводе для нефти и газа.

23. Применение по п. 21 или 22, в котором текучая среда, содержащая газ, воду и нефть, заключена в разделительном сосуде, установке обезвоживания, газовой линии, либо трубопроводе конечной станции или нефтеперерабатывающего завода.

24. Текучая среда, имеющая в своём составе газ, воду и нефть, а также от 0,01 до 5,0% масс. (в расчёте на массу водной фазы) противоагломерата газогидратов, содержащего N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I):



в которой

R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода,

каждый R^2 и R^3 независимо представляют алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода,

R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и

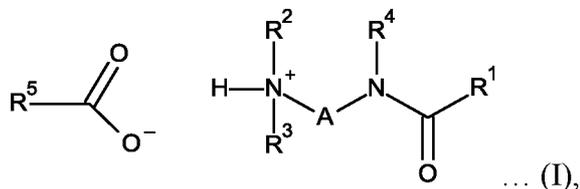
A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода,

при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают по реакции конденсации жирной кислоты с N,N-диалкиламиноалкиламином и последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

25. Текучая среда по п. 24, которая является нефтяной текучей средой.

ИЗМЕНЁННАЯ ПО СТ. 34 РСТ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ,
ПРЕДЛОЖЕННАЯ ЗАЯВИТЕЛЕМ К РАССМОТРЕНИЮ

1. Способ ингибирования агломерации газогидратов, включающий в себя впрыскивание противоагломерата, содержащего N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой



в которой

R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода,

каждый R^2 и R^3 независимо представляют алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода,

R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода,

в текучую среду, содержащую газ, воду и нефть, в условиях, способствующих образованию газогидратов,

при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают аминоллизом эфира жирной кислоты и одноатомного C₁-C₄-спирта с N,N-диалкиламиноалкиламином с последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

2. Способ по п. 1, в котором жирная кислота соответствует формуле (IV):



где R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода.

3. Способ по п. 1 или 2, в котором эфир жирной кислоты со C₁-C₄-спиртом, используемый в качестве исходного материала для получения N,N-диалкиламмонийалкиламида (I) жирной кислоты, имеет формулу:



в которой

R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода, и

R^6 представляет собой алкильную группу, содержащую от 1 до 4 атомов углерода.

4. Способ по п. 2 или 3, в котором R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую 12 или 14 атомов углерода.

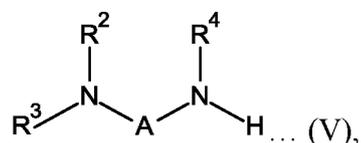
5. Способ по одному или нескольким из пп. 1-3, в котором, по меньшей мере, 60 мол.% жирных кислот содержат от 12 до 14 атомов углерода.

6. Способ по одному или нескольким из пп. 1-5, в котором мольное соотношение жирных кислот, содержащих 12 атомов углерода, и жирных кислот, содержащих 14 атомов углерода, составляет от 1:9 до 9:1.

7. Способ по одному или нескольким из пп. 2-6, в котором R^1 представляет собой линейную группу.

8. Способ по одному или нескольким из пп. 1-7, в котором спиртовой компонент эфира жирной кислоты со C_1 - C_4 -спиртом выбран из метанола, этанола, н-пропанола, изопропанола, н-бутанола, изобутанола, трет-бутанола и их смесей.

9. Способ по одному или нескольким из пп. 1-8, в котором N,N-диалкиламиноалкиламин, используемый в качестве исходного материала для получения N,N-диалкиламмонийалкиламидов (I) жирных кислот, имеет общую формулу (V):



в которой

каждый R^2 и R^3 независимо представляет алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода, предпочтительно, водород, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода.

10. Способ по одному или нескольким из пп. 1-9, в котором эфир жирной кислоты и N,N-диалкиламиноалкиламин подвергают взаимодействию в мольном соотношении от 3:1 до 1:3.

11. Способ по одному или нескольким из пп. 1-10, в котором карбоновая кислота (VI), используемая для нейтрализации, соответствует формуле (VI):

$R^5\text{-COOH} \dots$ (VI),

в которой R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённый гидрокарбильный остаток, содержащий от 1 до 22 атомов углерода, предпочтительно, от 2 до 12 атомов углерода и особенно предпочтительно, от 3 до 6 атомов углерода.

12. Способ по п. 11, в котором R^5 представляет собой алкильный или алкенильный остаток.

13. Способ по одному или нескольким из пп. 1-12, в котором карбоновая кислота выбрана из группы, состоящей из муравьиной кислоты, уксусной кислоты, пропионовой кислоты, масляной кислоты, пивалиновой кислоты, гексановой кислоты, октановой кислоты, 2-этилгексановой кислоты, декановой кислоты, неodeкановой кислоты, ундекановой кислоты, неoundекановой кислоты, додекановой кислоты, неододекановой кислоты, тридекановой кислоты, изотридекановой кислоты, тетрадекановой кислоты, гексадекановой кислоты, октадекановой кислоты, акриловой кислоты, метакриловой кислоты и их смесей.

14. Способ по одному или нескольким из пп. 1-13, в котором жирная кислота и карбоновая кислота являются различными.

15. Способ по п. 14, в котором жирная кислота и карбоновая кислота различаются, по меньшей мере, одним параметром, выбранным из группы, состоящей из длины алкильной цепи, кислотного числа, степени разветвления и степени ненасыщенности.

16. Способ по одному или нескольким из пп. 1-13, в котором жирная кислота и карбоновая кислота являются одинаковыми.

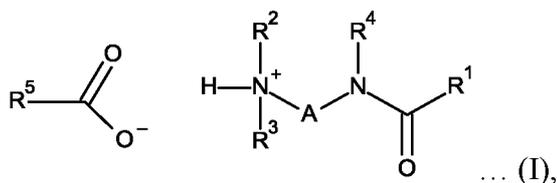
17. Способ по одному или нескольким из пп. 1-16, в котором противогломерат содержит меньше 1 масс.% глицерина.

18. Способ по одному или нескольким из пп. 1-17, в котором противогломерат впрыскивают в текучую среду, склонную к образованию газогидратов, до образования гидратов.

19. Способ по одному или нескольким из пп. 1-18, в котором соединение, соответствующее формуле (I), применяют в сочетании с полимерным ингибитором газогидратов.

20. Способ по одному или нескольким из пп. 1 - 18, в котором соединение, соответствующее формуле (I), применяют в сочетании с термодинамическим ингибитором газогидратов.

21. Применение противогломерата, содержащего N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I):



в которой

R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода,

каждый R^2 и R^3 независимо представляют алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода,

R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода,

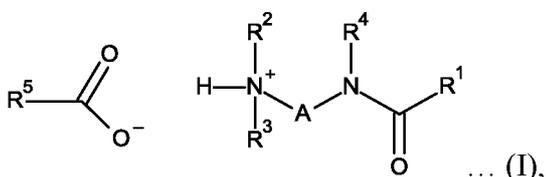
для ингибирования агломерации газогидратов в смеси, содержащей газ, воду и нефть, в условиях, способствующих образованию газогидратов,

при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают по реакции конденсации эфира жирной кислоты и одноатомного C₁-C₄-спирта с N, N-диалкиламиноалкиламином и последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

22. Применение по п. 21, в которой текучая среда, содержащая газ, воду и нефть, заключена в стволе скважины, трубной системе, сосуде или трубопроводе для нефти и газа.

23. Применение по п. 21 или 22, в котором текучая среда, содержащая газ, воду и нефть, заключена в разделительном сосуде, установке обезвоживания, газовой линии, либо трубопроводе конечной станции или нефтеперерабатывающего завода.

24. Текучая среда, имеющая в своём составе газ, воду и нефть, а также от 0,01 до 5,0% масс. (в расчёте на массу водной фазы) противоагломерата газогидратов, содержащего N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I):



в которой

R^1 представляет собой алкильную или алкенильную группу, содержащую от 7 до 21 атома углерода,

каждый R^2 и R^3 независимо представляют алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или вместе образуют, необязательно, замещённый цикл, содержащий от 5 до 10 атомов в кольце, при этом цикл может нести до 3 заместителей,

R^4 представляет собой водород или алкильную группу, содержащую от 1 до 6 атомов углерода,

R^5 представляет собой водород или, необязательно, замещённую гидрокарбильную группу, содержащую от 1 до 22 атомов углерода, и

A представляет собой алкиленовую группу, содержащую два или три атома углерода,

при этом N,N-диалкиламмонийалкиламид жирной кислоты, представленный формулой (I), получают по реакции конденсации эфира жирной кислоты и одноатомного C₁-C₄-спирта с N, N-диалкиламиноалкиламином и последующей нейтрализацией карбоновой кислотой.

25. Текучая среда по п. 24, которая является нефтяной текучей средой.