

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **031823**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.02.28

(51) Int. Cl. *C09K 8/36* (2006.01)

(21) Номер заявки
201590633

(22) Дата подачи заявки
2013.09.25

(54) КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ СКВАЖИН И СПОСОБЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ

(31) 13/664,259

(56) US-A1-2006272815

(32) 2012.10.30

US-B1-7939470

(33) US

US-A1-2004171498

(43) 2015.08.31

WO-A1-03038008

(86) PCT/US2013/061708

(87) WO 2014/070340 2014.05.08

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ХЭЛЛИБЕРТОН ЭНЕРДЖИ
СЕРВИСИЗ, ИНК. (US)**

(72) Изобретатель:
**Гамадж Пубуду Хасанка, Девилл Джей
Пол (US)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к способу обслуживания скважины в подземном пласте, включающему получение обратной эмульсии, содержащей водную жидкость, маслянистую жидкость и эмульгирующую композицию (ЭК), при этом эмульгирующая композиция содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, где эмульгатор содержит полиамид с концевой карбоновой кислотой (ПАКК), полученный реакцией конденсации между жирной кислотой и полиамином, или смесь, полученную реакцией Дильса-Альдера диенофилов со смесью жирных кислот и/или смоляных кислот (РСДА), или их комбинации; где содержание разбавителя в ЭК составляет от 15 до 90 мас.% относительно общей массы ЭК; где понизитель вязкости содержит спирт, амид жирной кислоты или их комбинации; при этом амид жирной кислоты представляет собой продукт реакции между (i) амином, включающим диэтиламин, диметиламин, диэтиламин, метиламин, этиламин, пиперидин, анилин или их комбинации, и (ii) жирной кислотой, или сложным эфиром жирной кислоты, или их комбинации; и размещение обратной эмульсии в скважине. Изобретение также относится к обратной эмульсии для обслуживания скважин, содержащей водную жидкость, маслянистую жидкость и эмульгирующую композицию (ЭК), при этом эмульгирующая композиция содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, используемой в способе по изобретению.

B1

031823

031823

B1

Область изобретения

Изобретение относится к способам обслуживания скважины. Более конкретно, оно относится к композициям для обслуживания скважин, а также к способам их получения и применения.

Уровень техники

Природные ресурсы, такие как газ, нефть и воду, залегающие в подземных пластах или зоне, обычно добывают бурением скважины вглубь подземного пласта, прокачивая буровой раствор в скважине. После завершения циркуляции бурового раствора в скважину опускают колонну труб, например обсадные трубы. Затем обычно выполняют циркуляцию бурового раствора вниз по внутренней части трубы и вверх через затрубное пространство, расположенное между внешней частью трубы и стенками скважины. Затем обычно выполняют первичное цементирование, заполняя цементным раствором затрубное пространство и выдерживая время его схватывания в твердую массу (т.е. обшивку), в результате чего происходит сцепление колонны труб со стенками скважины и герметизация затрубного пространства. Затем может быть выполнена операция вторичного цементирования.

В жидкостях для обслуживания скважин (ЖОС) обычно используют эмульгирующие композиции (ЭК) для снижения межфазного натяжения между нефтью и водой, что обеспечивает возможность получения стабильных эмульсий с мелкими каплями. ЭК обычно содержат эмульгатор и одну или более добавок, которые обеспечивают модификацию одного или нескольких свойств композиций. Компоненты ЭК оценивают с точки зрения соответствия различным нормативам промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды (ПБОТ и ОС). Поэтому сохраняется необходимость в улучшенных ЭК, которые соответствуют современным нормативам ПБОТ и ОС.

Краткое описание изобретения

В настоящем документе описан способ обслуживания скважины в подземном пласте, включающий получение обратной эмульсии, содержащей водную жидкость, маслянистую жидкость и эмульгирующую композицию (ЭК), при этом эмульгирующая композиция содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости где эмульгатор содержит полиамид с концевой карбоновой кислотой (ПАКК), полученный реакцией конденсации между жирной кислотой и полиамином, или смесь, полученную реакцией Дильса-Альдера диенофилов со смесью жирных кислот и/или смоляных кислот (РСДА), или их комбинации;

где содержание разбавителя в ЭК составляет от 15 до 90 мас.% относительно общей массы ЭК;

где понизитель вязкости содержит спирт, амид жирной кислоты или их комбинации;

при этом амид жирной кислоты представляет собой продукт реакции между (i) амином, включающим диэтаноламин, диметиламин, диэтиламин, метиламин, этиламин, пиперидин, анилин или их комбинации, и (ii) жирной кислотой, или сложным эфиром жирной кислоты, или их комбинации;

и размещение обратной эмульсии в скважине. Описан также способ обслуживания скважины в подземном пласте, включающий прокачку жидкости для обслуживания скважины, содержащей эмульгирующую композицию (ЭК), через часть подземного пласта, при этом ЭК содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, и понизитель вязкости содержит 2-метил-1-пропанол, 2-метил-2-бутанол, амид жирной кислоты или их комбинации; приведение в контакт ЭК с нефтью *in situ* в пласте с образованием эмульсии; и уменьшение межфазного натяжения между водой и нефтью, и изменение смачиваемости с обеспечением увеличения нефтеотдачи пласта.

Изобретение также относится к обратной эмульсионной жидкости для обслуживания скважин, содержащей водную жидкость, маслянистую жидкость и эмульгирующую композицию (ЭК), при этом эмульгирующая композиция содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, где эмульгатор содержит полиамид с концевой карбоновой кислотой (ПАКК), полученный реакцией конденсации между жирной кислотой и полиамином, или смесь, полученную реакцией Дильса-Альдера диенофилов со смесью жирных кислот и/или смоляных кислот (РСДА), или их комбинации;

где содержание разбавителя в ЭК составляет от 15 до 90 мас.% относительно общей массы ЭК; где понизитель вязкости содержит спирт, амид жирной кислоты или их комбинации;

при этом амид жирной кислоты представляет собой продукт реакции между (i) амином, включающим диэтаноламин, диметиламин, диэтиламин, метиламин, этиламин, пиперидин, анилин или их комбинации, и (ii) жирной кислотой, или сложным эфиром жирной кислоты, или их комбинации.

Представленное выше описание предназначено для широкого освещения особенностей и технических преимуществ изобретения для лучшего понимания подробного описания изобретения, изложенного ниже. Дополнительные особенности и преимущества изобретения описаны ниже в настоящем документе, и они представляют собой предмет формулы изобретения настоящего изобретения. Специалистам в данной области техники будет понятно, что концепция и описанные конкретные варианты реализации изобретения могут быть легко использованы в качестве основы для модификации или разработки других структур для достижения тех же целей настоящего изобретения. Специалистам в данной области техники понятно также, что такие эквивалентные конструкции не выходят за рамки общей идеи и объема изобретения, описанного далее в приложенной формуле изобретения.

Краткое описание графических чертежей

Для более полного понимания представленного описания и его преимуществ далее сделана ссылка на следующее краткое описание, изложенное вместе с сопровождающими чертежами и подробным опи-

санием, где подобные номера ссылок относятся к подобным деталям.

На фиг. 1 и 2 приведены графики электрической стабильности в зависимости от времени для образцов из примера 2.

Подробное описание изобретения

Прежде всего, следует понимать, что, хотя ниже представлены иллюстративные варианты осуществления одного или более вариантов реализации изобретения, описанные системы и/или способы могут быть реализованы при помощи любого из многочисленных способов, известных или существующих в настоящее время. Настоящее описание никоим образом не ограничено иллюстративными вариантами осуществления, чертежами и способами, описанными ниже, включая иллюстративные проекты и варианты воплощения, иллюстрированные и описанные в настоящем документе, и оно может быть модифицировано в рамках объема приложенной формулы изобретения и полного объема ее эквивалентов.

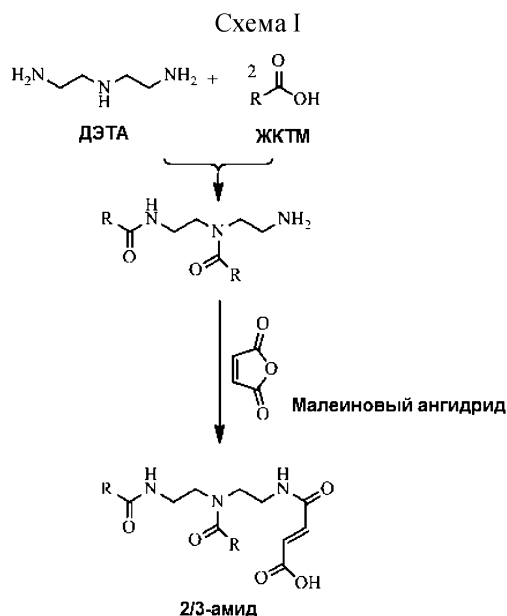
В настоящем документе описаны эмульгирующие композиции (ЭК), содержащие эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, а также жидкости для обслуживания скважин (ЖОС), содержащие такие ЭК. В одном из вариантов реализации изобретения ЭК может быть использована для стабилизации эмульгированных жидкостей. В некоторых вариантах реализации композиции можно использовать в ходе операций по увеличению нефтеотдачи пласта (УНП). В одном из вариантов реализации ЭК описанного в настоящем документе типа демонстрирует достаточно низкий уровень токсичности для соответствия одному или более нормативам ПБОТ и ОС. Ниже представлено более подробное описание каждого компонента ЭК, а также способов ее применения.

В некоторых вариантах реализации изобретения ЭК содержит эмульгатор. Не ограничиваясь теорией, эмульгатор представляет собой соединение, которое способствует образованию эмульсии (т.е. смеси двух или более жидкостей, которые обычно не смешиваются друг с другом) за счет снижения межфазного натяжения между несмешиваемыми жидкостями (например, маслом и водой); или соединение, которое стабилизирует уже существующую эмульсию за счет снижения склонности жидкостей к разделению; или оба варианта. В одном из вариантов реализации изобретения эмульгатор содержит полиамид с концевой карбоновой кислотой, смесь, полученную по реакции Дильса-Альдера диенофилов со смесью жирных кислот и/или смоляных кислот, или их комбинации.

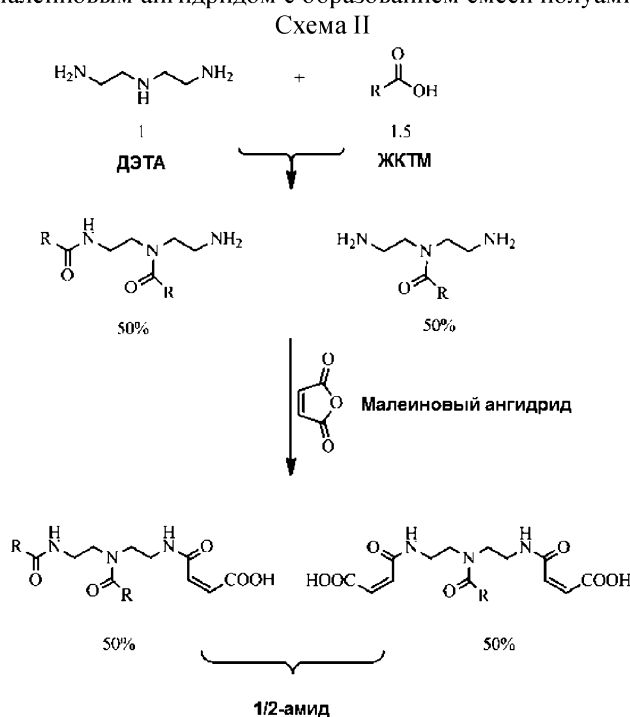
В одном из вариантов реализации эмульгатор содержит полиамид с концевой карбоновой кислотой (ПАКК). ПАКК может представлять собой продукт реакции конденсации между жирной кислотой и полиамином. В одном из вариантов реализации изобретения реакция конденсации между жирной кислотой и полиамином приводит к образованию смеси продуктов реакции, которая содержит ПАКК. В некоторых вариантах реализации смесь продуктов реакции можно дополнительно переработать любым подходящим способом для увеличения содержания ПАКК. Например, смесь продуктов реакции может быть подвергнута очистке и/или приемам разделения. Альтернативно, смесь продуктов реакции можно использовать в ЭК без дополнительной переработки. В одном из вариантов реализации изобретения количество ПАКК, содержащегося в смеси продуктов реакции, составляет примерно 90 мас.% относительно общей массы смеси, альтернативно от примерно 30 мас.% до примерно 100 мас.%, или альтернативно от примерно 85 мас.% до примерно 98 мас.%.

В некоторых вариантах реализации изобретения стехиометрию реагентов в реакции конденсации для получения ПАКК подбирают так, чтобы получить промежуточный продукт, "частичный амид". Частичный амид может характеризоваться молярным отношением реакционноспособных кислотных центров к аминным центрам, составляющим примерно 0,6:1, альтернативно от примерно 0,5:1 до примерно 0,75:1, или альтернативно от примерно 0,55:1 до примерно 0,65:1. ПАКК может быть образован из промежуточного частичного амида по любой подходящей методике. Например, оставшиеся аминные центры частичного амида могут дополнительно взаимодействовать с ангидридом кислоты или с поликарбоновой кислотой с образованием ПАКК. Эти реакции изображены на схемах I и II.

Ссылаясь на схему I, жирная кислота таллового масла (ЖКТМ) взаимодействует с диэтилентриамином (ДЭТА) в молярном соотношении ДЭТА к ЖКТМ, составляющем 1:2, и продукт реакции затем взаимодействует с малеиновым ангидридом с образованием смеси амида на две трети (2/3-амида). Талловое масло представляет собой продукт, получаемый кислотной обработкой щелочных растворов от производства древесной пульпы.



Ссылаясь на схему II, жирная кислота таллового масла (ЖКТМ) взаимодействует с диэтилтриэтиламином (ДЭТА) в молярном соотношении ДЭТА к ЖКТМ, составляющем 1:1,5, и продукты реакции затем взаимодействуют с малеиновым ангидридом с образованием смеси полуамида (1/2-амида).



В одном из вариантов реализации изобретения эмульгатор содержит продукт по реакции Дильса-Альдера диенофилов с кислотной смесью. Продукт по реакции Дильса-Альдера диенофилов с кислотной смесью здесь и далее обозначен как РСДА. В одном из вариантов реализации кислотная смесь содержит жирные кислоты и смоляные кислоты, полученные в результате перегонки неочищенного таллового масла. Жирные кислоты, которые содержатся в талловом масле, обычно представляют собой длинноцепные монокарбоновые кислоты, такие как олеиновая, линолевая, миристиновая, линоленовая, стеариновая и пальмитиновая кислота. Смоляные кислоты относятся к смеси органических кислот, полученных по реакциям окисления и полимеризации терпенов, и включают такие соединения как абиетиновая кислота, производные абиетиновой кислоты и пимаровая кислота. Соотношение жирных кислот к смоляным кислотам в кислотной смеси может варьироваться от примерно 4:1 до примерно 1:1, альтернативно от примерно 3:1 до примерно 1:1, или альтернативно от примерно 2,5:1 до примерно 1,5:1. В одном из вариантов реализации изобретения диенофил содержит карбоновые кислоты, поликарбоновые кислоты, ангидриды или их комбинации. Реакция диенофилов с кислотной смесью (т.е. с жирными кислотами и смоляными кислотами) приводит к получению смеси продуктов реакции, содержащей РСДА. В одном из вариантов реализации количество РСДА, содержащегося в смеси продуктов реакции, составляет от примерно

50 мас.% до примерно 100 мас.%, альтернативно от примерно 70 мас.% до примерно 98 мас.% или альтернативно от примерно 85 мас.% до примерно 97 мас.% относительно общей массы продуктов реакции.

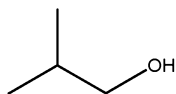
В одном из вариантов реализации изобретения эмульгатор представляет собой смесь ПАКК и СРДА. ПАКК и СРДА можно смешивать любым подходящим способом, например тонким смешиванием, смешиванием с образованием эмульгатора. В таких вариантах реализации соотношение ПАКК к СРДА может составлять от примерно 1:5 до примерно 1:1, альтернативно от примерно 1:4 до примерно 1:1, или альтернативно от примерно 1:3 до примерно 1:2. В одном из вариантов реализации изобретения количество СРДА превышает количество ПАКК. В одном из вариантов реализации эмульгатор (содержащий ПАКК, СРДА или оба продукта) может дополнительно взаимодействовать с одним или несколькими катионами с образованием мыла. Неограничивающие примеры катионов, подходящих для применения в реакции омыления, включают катионы кальция, катионы натрия, катионы магния. В одном из вариантов реализации изобретения эмульгаторы (т.е. ПАКК, СРДА или оба продукта) взаимодействуют с катионами кальция, которые обеспечивают из любого подходящего источника, например путем приведения эмульгатора в контакт с известью, негашеной известью, хлоридом кальция или их комбинациями.

В одном из вариантов реализации изобретения эмульгатор содержит один или более компонентов эмульгатора EZ MUL NT; эмульгатора LE SUPERMUL или их комбинации. Эмульгатор EZ MUL NT представляет собой инвертированный эмульгатор и смачиваемый нефтью агент для систем буровых растворов на основе минерального масла и парафина, а эмульгатор LE SUPERMUL представляет собой инвертированный эмульгатор и смачиваемый нефтью агент для систем буровых растворов на синтетической основе, и оба продукта коммерчески доступны у компании Halliburton Energy Services, Inc. Дополнительные примеры эмульгаторов, подходящих для применения в соответствии с настоящим описанием, описаны в патентах США № 6620770; 7008907; 7271132; 7432230 и 7534746; каждый из которых включен в настоящий документ посредством ссылки в полном объеме.

В одном из вариантов реализации изобретения содержание эмульгатора описанного в настоящем документе типа (например, ПАКК, СРДА или обоих продуктов) в ЭК может составлять от примерно 25 мас.% до примерно 100 мас.%, альтернативно от примерно 40 мас.% до примерно 80 мас.%, альтернативно от примерно 30 мас.% до примерно 65 мас.%, или альтернативно от примерно 45 мас.% до примерно 65 мас.% относительно общей массы ЭК. В одном из вариантов реализации изобретения ЭК содержит разбавитель. Разбавитель может быть включен в ЭК описанного в настоящем документе типа для разбавления и/или модификации одного или нескольких физических свойств композиции (например, модификации температуры текучести композиции).

В одном из вариантов реализации изобретения разбавитель, как правило, содержит любое подходящее масло. Неограничивающие примеры разбавителя, подходящего для применения в настоящем описании, включают нефтяные масла, природные масла, синтетические масла, дизельное топливо, керосин, минеральное масло, олефины и полиолефины (например, альфа-олефины и/или внутренние олефины), полидиорганосилоксаны, сложные эфиры, биодизель, сложные диэфиры карбоновых кислот, парафины, простые эфиры или их комбинации. В одном из вариантов реализации изобретения содержание разбавителя описанного в настоящем документе типа в ЭК может составлять от примерно 15 мас.% до примерно 90 мас.%, альтернативно от примерно 20 мас.% до примерно 75 мас.%, или альтернативно от примерно 25 мас.% до примерно 70 мас.% относительно общей массы ЭК.

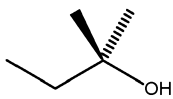
В одном из вариантов реализации изобретения ЭК содержит понизитель вязкости (т.е. агент для понижения вязкости). Понизитель вязкости может быть добавлен в ЭК описанного в настоящем документе типа для модификации одного или более физических свойств ЭК (например, модификации температуры текучести композиции). Не ограничиваясь теорией, понизитель вязкости может действовать для изменения физических свойств смеси, способствуя разрушению межмолекулярных сил между соединениями в смеси. В одном из вариантов реализации изобретения понизитель вязкости действует для регулирования вязкости ЭК до определенного диапазона, необходимым для потребителя и/или процесса. В одном из вариантов реализации понизитель вязкости содержит спирт, амид жирной кислоты или их комбинации. В одном из вариантов реализации понизитель вязкости содержит 2-метил-1-пропанол (т.е. изобутиловый спирт), 2-метил-2-бутанол (т.е. трет-амиловый спирт) или их комбинации. В одном из вариантов реализации понизитель вязкости содержит 2-метил-1-пропанол (т.е. изобутиловый спирт), изображенный на структуре 1



Структура 1

2-Метил-1-пропанол представляет собой органическое соединение формулы $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$. Изомеры 2-метил-1-пропанола включают н-бутанол, 2-бутанол и трет-бутиол. 2-Метил-1-пропанол может быть получен карбонилированием пропилена или естественным образом в ходе ферментации углеводов.

В одном из вариантов реализации понизитель вязкости содержит 2-метил-2-бутанол (т.е. трет-амиловый спирт), изображенный на структуре 2



Структура 2

2-Метил-2-бутанол, трет-амиловый спирт, 2М2В или гидрат амилена представляет собой один из изомеров амилового спирта. Он представляет собой прозрачную бесцветную жидкость с сильным запахом мяты или камфары.

В одном из вариантов реализации изобретения понизитель вязкости содержит амид жирной кислоты. Амид жирной кислоты может представлять собой продукт реакции между жирной кислотой, такой как олеиновая кислота или линолевая кислота, и первичным или вторичным амином, таким как диэтанолламин, диметиламин, диэтиламин, метиламин, этиламин, пиперидин, анилин или их комбинации.

В другом варианте реализации амид жирной кислоты содержит продукт реакции транс-амидирования между амином и сложным эфиром жирной кислоты. Сложный эфир жирной кислоты может представлять собой простейший сложный эфир, такой как метиловый или этиловый эфир жирной кислоты, или может быть природным сложным эфиром, таким как триглицерид. Например, сложный эфир жирной кислоты в реакции транс-амидирования может содержать соевое масло, масло подсолнечника, кукурузное масло, сафлоровое масло или их комбинации. В таком варианте реализации изобретения амид жирной кислоты может быть продуктом с примерно 1:1 молярным соотношением сложного эфира жирной кислоты и амина, альтернативно с примерно 1:1,5 молярным соотношением, или альтернативно с примерно 1:3 молярным соотношением. В одном из вариантов реализации изобретения понизитель вязкости содержит жирный диметиламид. Специалистам в данной области техники, рассматривающим настоящее описание, будет понятно, что продукт, образующийся в упомянутой выше реакции транс-амидирования между сложными эфирами жирных кислот (например, смешанными сложными эфирами жирных кислот) и аминами, может быть сложной смесью. Например, образующийся продукт может содержать смесь соединений, в том числе амидов, аминов, алифатических кислот и других побочных продуктов. Предполагается, что образующийся продукт можно использовать в ЭК такого типа, как описан в настоящем документе, без дополнительной очистки. Альтернативно, полученный продукт может быть обработан одним или несколькими подходящими способами очистки или повышения пригодности продукта в ЭК такого типа, как описан в настоящем документе.

В одном из вариантов реализации изобретения понизитель вязкости содержит STEPOSOL M-8-10 и STEPOSOL M-10, которые представляют собой композиции N,N-диметилкапрамида, имеющиеся в продаже у компании Stepan.

В одном из вариантов реализации изобретения содержание понизителя вязкости описанного в настоящем документе типа в ЭК может составлять от примерно 0,1 мас.% до примерно 40 мас.%, альтернативно от примерно 1,0 мас.% до примерно 20 мас.%, или альтернативно от примерно 1,5 мас.% до примерно 10 мас.% относительно общей массы ЭК. В одном из вариантов реализации изобретения ЭК такого типа, как описан в настоящем документе, характеризуется температурой текучести от примерно 37,8°C (100°F) до примерно -28,9°C (-20°F), альтернативно от примерно 4,4°C (40°F) до примерно -23,3°C (-10°F), или альтернативно от примерно 0,0°C (32°F) до примерно -17,8°C (0°F). Температура текучести в настоящем документе относится к минимальной температуре, при которой жидкость сохраняет свои характеристики текучести. Температура текучести ЭК представляет собой количественный показатель и может быть измерена уравниванием ЭК при определенной температуре, а затем наблюдением возможности выливания ЭК из контейнера.

В одном из вариантов реализации изобретения ЭК имеет вязкость от примерно 100 сантипуаз (сП) до примерно 1000000 сП, альтернативно от примерно 200 сП до примерно 50000 сП, альтернативно от примерно 250 сП до примерно 10000 сП, или альтернативно от примерно 500 сП до примерно 10000 сП, измеренную при помощи реометра Anton Paar (Physica MCR 501). В одном из вариантов реализации ЭК можно использовать в ЖОС при температурах от примерно 4,4°C (40°F) до примерно 287,8°C (550°F), альтернативно от примерно 26,7°C (80°F) до примерно 176,67°C (350°F), или альтернативно от примерно 37,8°C (100°F) до примерно 148,9°C (300°F).

Жидкость для обслуживания скважины (ЖОС) может содержать любое количество ЭК, эффективное для предназначенного обслуживания скважины. В одном из вариантов реализации изобретения ЭК содержится в ЖОС в количестве от примерно 0,285 (0,1 фунтов/баррель) до примерно 114,12 кг/м³ (40 фунтов/баррель), альтернативно от примерно 5,70 кг/м³ (2 фунтов/баррель) до примерно 85,59 кг/м³ (30 фунтов/баррель), или альтернативно от примерно 17,11 кг/м³ (6 фунтов/баррель) до примерно 57,06 кг/м³ (20 фунтов/баррель), относительно общей массы ЖОС.

В одном из вариантов реализации изобретения ЭК содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости. Например, ЭК может содержать 65 мас.% эмульгатора, 25 мас.% минерального масла и 10 мас.% изобутилового спирта относительно общей массы ЭК. В таких вариантах реализации эмульгатор представляет собой ПАКК, полученный в соответствии с синтезом 2/3-амида, изображенным на схеме I. Такую ЭК можно использовать в ЖОС, содержащей эмульсию типа "масло в воде" или эмульсию типа "вода в масле", для стабилизации ЖОС. В одном из вариантов реализации изобретения ЭК содержит 50

мас.% эмульгатора, 41 мас.% дизельного топлива и 9 мас.% трет-амилового спирта относительно общей массы ЭК. В таких вариантах реализации эмульгатор представляет собой ПАКК в соответствии с синтезом полуамида, изображенным на схеме II. Такую ЭК можно использовать в ЖОС, содержащей эмульсию типа "масло в воде" или эмульсию типа "вода в масле", для стабилизации ЖОС. В одном из вариантов реализации способ обслуживания скважины включает бурение скважины в подземном пласте и введение в пласт жидкости для обслуживания скважины (ЖОС) и, в частности, ЖОС, содержащей ЭК, описанную в настоящем документе. При использовании в настоящем документе "жидкость для обслуживания скважины" относится к жидкости, используемой для бурения, заканчивания, доработки, гидроразрыва, ремонта, любой подготовки скважины к добыче материалов, залегающих в подземном пласте, через который проходит скважина, или для извлечения таких материалов. Жидкость для обслуживания скважины предназначена для применения в скважине, которая проникает в подземный пласт. Следует понимать, что "подземный пласт" подразумевает зоны под поверхностью открытой земли и зоны под поверхностью земли, покрытой водой, такой как океаническая или пресная вода. В одном из вариантов реализации ЖОС содержит ЭК. В одном из вариантов реализации компоненты ЭК объединяют на буровой площадке вместе с остальными компонентами ЖОС (например, водной жидкостью, маслянистой жидкостью и т.д.); альтернативно, компоненты ЭК объединяют в другом месте (то есть ЭК получают в качестве комплекса присадок до ее поставки на буровую площадку) и транспортируют ЭК на буровую площадку, где ее применяют (смешивают с остальными компонентами ЖОС, такими как водная жидкость, маслянистая жидкость и т.д.). Примеры жидкостей для обслуживания скважин включают, но не ограничиваются ими, цементные растворы, буровые растворы или глинистые растворы, буферные жидкости, жидкости при потере циркуляции, жидкости для гидроразрыва, жидкости для изменения смачиваемости или жидкости для заканчивания. В одном из вариантов реализации изобретения ЖОС содержит маслянистую жидкость для обслуживания и/или буровой раствор, или водную жидкость для обслуживания и/или буровой раствор, который содержит по меньшей мере один маслянистый компонент. Неограничивающие примеры жидкостей на масляной основе, подходящих для применения в настоящем описании, включают буровые растворы или жидкости для обслуживания на масляной основе, инвертированные эмульсии и жидкости для обслуживания, по существу, не содержащие водного компонента.

В одном из вариантов реализации изобретения ЭК описанного в настоящем документе типа может быть введена в жидкость для обслуживания скважин и действовать в качестве эмульгатора. В одном из вариантов реализации жидкость для обслуживания скважин представляет собой жидкость для обслуживания скважин на масляной основе. При использовании в настоящем документе, жидкость для обслуживания скважин на масляной основе содержит жидкости, которые состоят полностью или, по существу, из неводных жидкостей и/или инвертированных эмульсий, в которых непрерывная фаза представляет собой неводную жидкость. В одном из вариантов реализации изобретения жидкость для обслуживания скважин на масляной основе содержит менее примерно 35, 25, 20, 15, 10 или 1% воды относительно массы жидкости для обслуживания скважин. Альтернативно, жидкость для обслуживания скважин может содержать столько неводной жидкости, сколько остается после вычета других компонентов жидкой композиции. В одном из вариантов реализации изобретения жидкость для обслуживания скважин содержит маслянистую жидкость. Примеры маслянистых жидкостей, подходящих для применения в настоящем описании, включают, но не ограничиваются ими, нефтяные масла, природные масла, синтетические масла или их комбинации. Неограничивающие примеры маслянистых жидкостей, подходящих для применения в настоящем описании, включают дизельное топливо, жидкое топливо, керосин, смеси сырой нефти, минеральное масло, синтетическое масло, растительные масла, олефины, полиолефины, альфа-олефины, внутренние олефины, полидиорганосилоксаны, ацетали, сложные эфиры, диэфиры карбоновых кислот, линейные или разветвленные парафины или их комбинации.

Коммерческие примеры маслянистых жидкостей, подходящих для применения в настоящем изобретении, включают, без ограничения, базовую жидкость PETROFREE, которая представляет собой 100% синтетическую сложноэфирную базовую жидкость, и синтетическую парафиновую базовую жидкость XP-07, которая представляет собой смесь чистых нормальных алканов, и обе эти жидкости имеются в продаже у компании Halliburton Energy Services, Inc.; SHELL SARALINE 185V, которая представляет собой синтетическую буровую базовую жидкость, имеющуюся в продаже у компании Shell; EDC 99-DW, которая представляет собой углеводород, имеющийся в продаже у компании TOTAL Petrochemicals; углеводородную жидкость ESCAID 110, которая представляет собой нефтяной дистиллят, имеющийся в продаже у компании EXXONMOBIL Corp; и синтетическую жидкость на парафиновой основе BAROID ALKANE, которая представляет собой базовое масло, имеющееся в продаже у компании Halliburton Energy Services, Inc.

В одном из вариантов реализации изобретения жидкость для обслуживания скважин содержит эмульсионную жидкость типа "вода в масле", которую называют инвертированной эмульсией, содержащую маслянистую жидкость и немалянистую жидкость (например, воду), и дополнительно содержит ЭК описанного в настоящем документе типа.

В одном из вариантов реализации изобретения маслянистая жидкость инвертированной эмульсии может быть эмульсией описанного выше типа. Концентрация маслянистой жидкости в эмульсии должна

быть достаточной для образования инвертированной эмульсии и может составлять менее чем примерно 99 объемных процентов (об.%) относительно общего объема жидкости инвертированной эмульсии. В одном из вариантов реализации изобретения количество маслянистой жидкости составляет от примерно 30 об.% до примерно 95 об.%, альтернативно от примерно 40 об.% до примерно 90 об.%, или альтернативно от примерно 50 об.% до примерно 85 об.% относительно общего объема жидкости инвертированной эмульсии.

В одном из вариантов реализации изобретения немаслянистый жидкий компонент инвертированной эмульсии, как правило, может содержать любую подходящую водную жидкость. Примеры подходящих немаслянистых жидкостей включают, но не ограничиваются ими, морскую воду, пресную воду, природные и искусственные солевые растворы, содержащие органические и/или неорганические растворенные соли, жидкости, содержащие смешивающиеся с водой органические соединения, и их комбинации. Примеры подходящих солевых растворов включают, но не ограничиваются ими, хлоридные, бромидные или формиатные солевые растворы, содержащие одновалентные и/или поливалентные катионы, и их комбинации. Примеры подходящих хлоридных солевых растворов включают, но не ограничиваются ими, хлорид натрия, хлорид калия и хлорид кальция. Примеры подходящих бромидных солевых растворов включают, но не ограничиваются ими, бромид натрия, бромид кальция и бромид цинка. Примеры подходящих формиатных солевых растворов включают, но не ограничиваются ими, формиат натрия, формиат калия и формиат цезия.

В одном из вариантов реализации изобретения немаслянистая жидкость может содержаться в количестве, которое меньше теоретического предела, необходимого для получения инвертированной эмульсии. В одном из вариантов реализации содержание немаслянистой жидкости может составлять менее чем примерно 70 объемных процентов (об.%) относительно общего объема инвертированной эмульсии, альтернативно от примерно 1 об.% до примерно 70 об.%, или альтернативно от примерно 5 об.% до примерно 60 об.%.

Например, в одном из вариантов реализации изобретения инвертированная эмульсия может содержать от примерно 20 об.% до примерно 60 об.% немаслянистой жидкости относительно общего объема инвертированной эмульсии и от примерно 40 до 80 об.% маслянистой жидкости по объему, альтернативно от примерно 30 об.% до примерно 50 об.% или от примерно 50 до 70 об.%.

В одном из вариантов реализации ЭК можно использовать в ЖОС, подходящей для применения в операции бурения. В таких вариантах реализации жидкость для обслуживания скважины может представлять собой инвертированную эмульсию, буровой глинистый раствор на масляной основе, содержащий ЭК.

В одном из вариантов реализации изобретения ЖОС, содержащую ЭК описанного в настоящем документе типа, можно использовать в ходе операции увеличения нефтеотдачи пласта (УНП). УНП представляет собой общий термин для способов повышения количества сырой нефти, которую можно извлечь из углеводородного продуктивного пласта (например, углеводородного месторождения). УНП достигают при помощи закачки газа, закачки пены, закачки химических реагентов, закачки микроорганизмов или термической добычи (которая включает периодический или непрерывный поток пара, паровое заводнение и огневое заводнение).

В одном из вариантов реализации изобретения операция УНП включает закачку химических реагентов. ЭК описанного в настоящем документе типа можно использовать в качестве поверхностно-активного вещества при заводнении с закачкой щелочного поверхностно-активного полимера (ЩПАП). Химические вещества, используемые в применениях УНП, растворяют в пластовом рассоле или воде из доступного водоносного горизонта. Одной из главных проблем, связанных с заводнением с закачкой ЩПАП, считается осаждение поверхностно-активного вещества в воде с повышенным содержанием солей. ЭК согласно настоящему описанию может демонстрировать высокую растворимость в рассолах с высоким содержанием солей (например, с содержанием солей более чем примерно 300000 м.д.). ЭК описанного в настоящем документе типа при ее введении в закачиваемую воду может снижать межфазное натяжение между водой и маслом (НМЛ). ЭК может также изменять смачиваемость пластовой породы. Снижение НМЛ и изменение смачиваемости может повышать нефтеотдачу за счет увеличения подвижности остаточной нефти. В одном из вариантов реализации УНП происходит в двухскважинной конфигурации, т.е. в скважине закачки и в добывающей скважине. Например, ЖОС, содержащую ЭК, можно закачивать в пласт через скважину закачки. ЖОС, содержащая ЭК, может просачиваться через пласт, проходя через нефтеносные зоны, которые соединяют скважину закачки с добывающей скважиной.

В одном из вариантов реализации изобретения ЭК, ЖОС, содержащая ЭК, и способы их применения, описанные в настоящем документе, можно преимущественно использовать при выполнении одной или нескольких операций по обслуживанию скважины. В одном из вариантов реализации ЭК можно преимущественно применять в условиях повышенной солености, например, в условиях повышенной солености ЖОС и/или внутри скважины с высоким содержанием соли (что может, в свою очередь, повышать соленость ЖОС, используемой в ней). В одном из вариантов реализации ЭК применяют в ЖОС, содержащей насыщенные солевые растворы. Например, ЭК можно применять в ЖОС, имеющей концентрацию солей в диапазоне от примерно 0 м.д. до примерно 500000 м.д., альтернативно от примерно 1000

м.д. до примерно 300000 м.д., или альтернативно от примерно 50000 м.д. до примерно 150000 м.д.

ЭК описанного в настоящем документе типа может способствовать образованию стабильных эмульсий ЖОС, имеющих электрическую стабильность в диапазоне от примерно 0 до примерно 2000 вольт (В), альтернативно от примерно 100 В до примерно 1500 В, или альтернативно от примерно 100 В до примерно 1000 В, как описано в методических рекомендациях Американского нефтяного института 13В-2. Кроме того, в одном из вариантов реализации ЭК может быть экологически безопасной и демонстрировать низкий уровень токсичности.

Ниже приведены дополнительные нумерованные варианты реализации принципов, описанных в настоящем документе.

Первый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ обслуживания скважины в подземном пласте, включающий получение инвертированной эмульсии, содержащей водную жидкость, маслянистую жидкость и эмульгирующую композицию (ЭК), в которой эмульгирующая композиция содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, а понизитель вязкости содержит спирт, амид жирной кислоты или их комбинации; и размещение инвертированной эмульсии в скважине.

Второй вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по первому варианту реализации, отличающийся тем, что эмульгатор содержит полиамид с концевой карбоновой кислотой, смесь, полученную по реакции Дильса-Альдера диенофилов со смесью жирных кислот и/или смоляных кислот, или их комбинации.

Третий вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по второму варианту реализации, отличающийся тем, что полиамид с концевой карбоновой кислотой содержит один или более продуктов реакции конденсации между жирными кислотами и полиаминами.

Четвертый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из второго и третьего варианта реализации, отличающийся тем, что диенофил содержит карбоновые кислоты, поликарбоновые кислоты, ангидриды или их комбинации.

Пятый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации со второго по четвертый, отличающийся тем, что жирные кислоты и/или смоляные кислоты получают перегонкой неочищенного таллового масла.

Шестой вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по пятый, отличающийся тем, что эмульгатор содержится в ЭК в количестве от примерно 25 мас.% до примерно 100 мас.% относительно общей массы ЭК.

Седьмой вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по шестой, отличающийся тем, что разбавитель содержит нефтяные масла, природные масла, синтетические масла, дизельное топливо, керосин, минеральное масло, олефины и полиолефины (например, альфа-олефины и/или внутренние олефины), полидиорганосилоксаны, сложные эфиры, биодизель, сложные диэфиры карбоновых кислот, парафины, простые эфиры или их комбинации.

Восьмой вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по седьмой, отличающийся тем, что разбавитель содержится в ЭК в количестве от примерно 15 мас.% до примерно 90 мас.% относительно общей массы ЭК.

Девятый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по восьмой, отличающийся тем, что спирт содержит 2-метил-1-пропанол, 2-метил-2-бутанол или их комбинации.

Десятый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по девятый, отличающийся тем, что амид жирной кислоты содержит продукт реакции между полиамином и жирной кислотой или сложным эфиром жирной кислоты, или их комбинации.

Одиннадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по десятому варианту реализации, отличающийся тем, что амин содержит диэтаноламин, диметиламин, диэтиламин, метиламин, этиламин, пиперидин, анилин или их комбинации.

Двенадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из десятого и одиннадцатого варианта реализации, отличающийся тем, что жирная кислота содержит олеиновую кислоту, линолевую кислоту, абиетиновую кислоту, производные абиетиновой кислоты, пимаровую кислоту, пальмитиновую, миристиновую, линоленовую, стеариновую или их комбинации.

Тринадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с десятого по двенадцатый, отличающийся тем, что сложный эфир жирной кислоты содержит метиловый эфир жирной кислоты, этиловый эфир жирной кислоты или природный сложный эфир, триглицерид, соевое масло, масло подсолнечника, кукурузное масло, сафлоровое масло или их комбинации.

Четырнадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с десятого по тринадцатый, отличающийся тем, что сложный эфир жирной кислоты содержит жирный диметиламид.

Пятнадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по четырнадцатый, отличающийся тем, что понизитель вязкости содер-

жится в ЭК в количестве от примерно 0,1 мас.% до примерно 40 мас.% относительно общей массы ЭК.

Шестнадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по пятнадцатый, отличающийся тем, что жидкость для обслуживания скважины содержит буровой раствор на масляной основе.

Семнадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по шестнадцатый, отличающийся тем, что ЭК имеет точку текучести от примерно $-28,89^{\circ}\text{C}$ (-20°F) до примерно $37,78^{\circ}\text{C}$ (100°F).

Восемнадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по семнадцатый, отличающийся тем, что ЭК имеет электрическую стабильность от примерно 0 до примерно 2000 В.

Девятнадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по любому из вариантов реализации с первого по восемнадцатый, отличающийся тем, что ЭК имеет вязкость от примерно 100 сП до примерно 100000 сП.

Двадцатый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ обслуживания скважины в подземном пласте, включающий прокачку жидкости для обслуживания скважины, содержащей эмульгирующую композицию (ЭК), через часть подземного пласта, при этом ЭК содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, где понизитель вязкости содержит 2-метил-1-пропанол, 2-метил-2-бутанол, амид жирной кислоты или их комбинации; приведение в контакт ЭК с нефтью *in situ* в пласте с образованием эмульсии; и уменьшение межфазного натяжения между водой и нефтью, и изменение смачиваемости с обеспечением увеличения нефтеотдачи пласта.

Двадцать первый вариант реализации изобретения, который представляет собой способ по двадцатому варианту реализации, отличающийся тем, что эмульгатор содержит частичный амид.

Двадцать второй вариант реализации изобретения, который представляет собой инвертированную эмульсионную жидкость для обслуживания скважин, содержащую водную жидкость, маслянистую жидкость и эмульгирующую композицию (ЭК), при этом эмульгирующая композиция содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, где понизитель вязкости содержит спирт, амид жирной кислоты или их комбинации.

Двадцать третий вариант реализации изобретения, который представляет собой инвертированную эмульсию по двадцать второму варианту реализации, полученную в виде бурового раствора.

Примеры

Выше представлено общее описание вариантов реализации изобретения, а следующие примеры приведены в качестве конкретных вариантов реализации настоящего описания и для демонстрации его практического осуществления и преимуществ. Следует понимать, что эти примеры представлены в качестве иллюстрации, и они никоим образом не предназначены для ограничения настоящего описания или формулы изобретения.

Пример 1.

Приготовили шесть образцов, обозначенных как образцы 1-6, содержащих эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости. Использовали три понизителя вязкости: изобутиловый спирт (ИВА), трет-амиловый спирт (t-AA) и бутиловую смесь (ВВ, 1:1 смесь монобутилового эфира этиленгликоля и бутилового эфира диэтиленгликоля). Во всех случаях разбавитель представлял собой минеральное масло, и эмульгатор представлял собой 2/3-амид. Состав каждого образца и количества всех компонентов, содержащихся в образце, представлены в табл. 1 в виде массовых процентов материалов относительно общей массы образца. Образцы получали так, чтобы получить композицию с температурой текучести $-17,78^{\circ}\text{C}$ (0°F).

Таблица 1

Номер образца	Понизитель вязкости	Эмульгатор (масс. %)	Понизитель вязкости (масс. %)	Разбавитель (масс. %)
			%)	
1	ИВА	65	9	26
2	t-AA	65	9	26
3	ВВ	65	9	26
4	ИВА	40	1	59
5	t-AA	40	1	59
6	ВВ	40	3	57

Данные, представленные в табл. 1, показывают, что при получении композиций, содержащих 65 мас.% эмульгатора (т.е. 2/3-амида), для всех композиций потребовалось одинаковое количество разбавителя, т.е. 26 мас.%, а также одинаковое количество понизителя вязкости, т.е. 9 мас.%. Однако композиция, полученная с применением ВВ в качестве понизителя вязкости, не была заметно более густой. Эти результаты демонстрируют также, что при составлении образцов, содержащих 40 мас.% 2/3-амидного эмульгатора для достижения температуры текучести $-17,78^{\circ}\text{C}$ (0°F), для композиции потребовалось 59 мас.% разбавителя, но лишь 1 мас.% понизителей вязкости описанного в настоящем документе типа (т.е. ИВА и t-AA). Напротив, при использовании в качестве понизителя вязкости ВВ количество понизителя

вязкости, необходимое для достижения температуры текучести 0°F, составило 3 мас.%, что более чем в два раза превышает количество, необходимое для ИВА или t-AA.

Такие же результаты были получены для образцов с применением в качестве эмульгатора полуамида, табл. 2. Ссылаясь на табл. 2, получили шесть образцов, обозначенных 7-12, которые содержали полуамидный эмульгатор, минеральное масло в качестве разбавителя и указанный понизитель вязкости, процентное содержание которых указано в таблице и выражено относительно общей массы образца.

Таблица 2

Образец	Понизитель вязкости	Эмульгатор (масс. %)	Понизитель вязкости (масс. %)	Разбавитель (масс. %)
7	ИВА	50	10	40
8	t-AA	50	10	40
9	ВВ	50	10	40
10	ИВА	30	1,5	68,5
11	t-AA	30	1,5	68,5
12	ВВ	30	2,5	67,5

Данные, представленные в табл. 2, показывают, что при содержании в образцах 50 мас.% полуамидного эмульгатора для каждого образца потребовалось 40 мас.% разбавителя и 10 мас.% понизителя вязкости для достижения температуры текучести -17,78°C (0°F). Однако композиции с ВВ в качестве понизителя вязкости были значительно более густыми. Эти результаты демонстрируют также, что при содержании в образцах 30 мас.% полумидного эмульгатора для каждого образца потребовалось 68,5 мас.% разбавителя. Однако для образцов 10 и 11, которые содержали ИВА и t-AA, соответственно, потребовалось лишь 1,5 мас.% для получения температуры текучести -17,78°C (0°F). Напротив, при использовании в качестве понизителя вязкости ВВ, в образце 12, количество понизителя вязкости, необходимое для достижения температуры текучести -17,78°C (0°F), было значительно выше, 2,5 мас.%. Для 2/3-амидного эмульгатора исследовали влияние типа понизителя вязкости на основе амида жирной кислоты на температуру текучести; данные представлены в табл. 3. Ссылаясь на табл. 3, каждый из образцов 13-16 содержал 2/3-амидный эмульгатор, минеральное масло в качестве разбавителя и указанный понизитель вязкости в количествах, указанных в табл. 3.

Таблица 3

№ образца	Понизитель вязкости	Эмульгатор (масс. %)	Понизитель вязкости (масс. %)	Разбавитель (масс. %)
13	STEPOSOL M-8-10	65	20	5
14	STEPOSOL M-10	65	20	5
15	STEPOSOL M-8-10	40	10	50
16	STEPOSOL M-10	40	10	50

Ссылаясь на данные в табл. 3, для образцов, содержащих 65 мас.% 2/3-амидного эмульгатора, потребовалось 5 мас.% разбавителя и 20 мас.% понизителя вязкости, для достижения температуры текучести -17,78°C (0°F). Для образцов, содержащих 40 мас.% 2/3-амидного эмульгатора, потребовалось 50 мас.% разбавителя на основе минерального масла и 10 мас.% понизителя вязкости для достижения температуры текучести -17,78°C (0°F).

Пример 2.

Исследовали стабильность эмульсий, содержащих ЭК описанного в настоящем документе типа, при помощи нагрузочных испытаний эмульсий при сдвиге. Более конкретно, получили шесть образцов, обозначенных А-Е. Образцы А, В и С содержали дизельное топливо в качестве базового масла, 2/3-эмульгатор и ИВА, t-AA и ВВ соответственно. Образцы D, E и F содержали минеральное масло в качестве базового масла, 2/3-эмульгатор и ИВА, t-AA и ВВ соответственно. Каждый образец содержал также раствор хлорида кальция и загуститель. Количество каждого использованного компонента представлено в табл. 4. Загуститель GELTONE II представляет собой органophilную глину, имеющуюся в продаже у компании Halliburton Energy Services.

Таблица 4

Компонент	Единицы измерения	Количество
Базовое масло	баррель	0,6097
Активный эмульгатор (65 %)	фунт	1,3
Раствор CaCl ₂	баррель	0,1197
Загуститель GELTONE II	фунт	3
Соленость солевого раствора	м.д.	300000
Соотношение масла и воды (объемное)		85/15
Плотность	фунт/галлон	15

Образцы смешивали на универсальном смесителе, периодически измеряя электрическую стабильность. Определили электрическую стабильность каждого образца как функцию от времени со сдвигом

при помощи измерителя ЭС (электрической стабильности) в соответствии с методикой, описанной в методических рекомендациях Американского нефтяного института 13В-2, а результаты нанесли на графики, изображенные на фиг. 1 и 2, для дизеля и минерального масла в качестве масляной основы соответственно. В испытании электрической стабильности смесь находится в виде эмульсии при электрической стабильности больше нуля. На стабильную эмульсию указывает большое значение электрической стабильности, которое может сохраняться с течением времени. Для дизельного топлива (фиг. 1) и для минерального масла (фиг. 2) образцы, содержащие ИВА, т.е. образцы А и D, имели более высокую стабильность, чем образцы, содержащие t-AA, т.е. образцы В и Е, которые, в свою очередь, были более стабильными, чем образцы, содержащие ВВ, т.е. образцы С и F. Кроме того, образцы, содержащие минеральное масло, т.е. образцы D-F имели более высокие значения электрической стабильности в течение более продолжительных периодов времени по сравнению с образцами, содержащими дизель, т.е. образцами А-С.

Иллюстративная ЭК, описанная в настоящем документе, может прямо или косвенно влиять на один или более компонентов или деталей оборудования, связанного с получением, доставкой, возвратом, переработкой, повторным использованием и/или утилизацией описанной ЭК. Например, описанная ЭК может прямо или косвенно влиять на один или более смесителей, сопутствующих смесительных оборудований, шламовых амбаров, складских сооружений или контейнеров, разделителей для жидкостей, теплообменников, датчиков, измерительных приборов, насосов, компрессоров и т.п., используемых для получения, хранения, контролирования, регулирования и/или регенерации иллюстративной ЭК. Описанная ЭК также может прямо или косвенно влиять на любое транспортное оборудование или средства для доставки, используемые для транспортирования ЭК на буровую площадку или в скважину, такие как, например, любые транспортные емкости, каналы, трубопроводы, тележки, трубные элементы и/или трубы, используемые для жидкостного перемещения ЭК из одного места в другое, любые насосы, компрессоры или двигатели (например, наземные или внутрискважинные), используемые для приведения ЭК в движение, любые клапаны или сопутствующие соединители, используемые для регуляции давления или расхода ЭК, и любые датчики (например, давления и температуры), измерительные приборы и/или их комбинации и т.п. Описанная ЭК может также прямо или косвенно влиять на различное внутрискважинное оборудование и инструменты, которые могут входить в контакт с химическими реагентами/жидкостями, такие как, но не ограничиваясь ими, буровая штанга, гибкие насосно-компрессорные трубы малого диаметра, буровая труба, утяжеленные буровые трубы, забойные двигатели, внутрискважинные двигатели и/или насосы, поплавки, инструменты телеметрии/каротажа в ходе бурения и сопутствующее телеметрическое оборудование, буровые головки (в том числе шарошечное коническое долото, прицельно-перкуссионная ударная шарошка, шарошка, армированная природными алмазами, расширители ствола скважины, наддолотные расширители и колонковые буровые коронки), датчики или распределенные датчики, внутрискважинные теплообменники, клапаны и соответствующие управляющие устройства, уплотнители приборов, пакеры и другие устройства или компоненты для изоляции ствола скважины и т.п.

Несмотря на то что были показаны и описаны варианты реализации настоящего изобретения, специалисты в данной области техники могут делать различные их модификации без отклонения от сущности и указаний настоящего изобретения. Варианты реализации изобретения, описанные в настоящем документе, являются лишь иллюстративными, и они не предназначены для ограничения. Возможны многочисленные варианты и модификации изобретения, описанного в настоящем документе, и они входят в границы объема настоящего изобретения. При явном указании числовых диапазонов или ограничений, такие выраженные диапазоны и ограничения следует понимать как включающие повторяющиеся диапазоны или ограничения подобных величин, входящих в явно указанные диапазоны или ограничения (например, "от примерно 1 до примерно 10" включает 2, 3, 4 и т.д.; "более 0,10" включает 0,11, 0,12, 0,13 и т.д.). Например, если описан числовой диапазон с минимальным значением, R_L , и максимальным значением, R_U , то специально описано любое число, входящее в этот диапазон. В частности, специально описаны следующие числа в диапазоне

$$R=R_L+k\cdot(R_U-R_L),$$

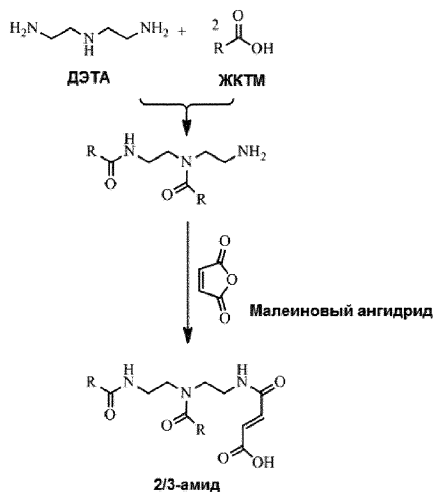
где k представляет собой переменную в диапазоне от 1 до 100% с инкрементом 1%, т.е. k равен 1, 2, 3, 4, 5, ..., 50, 51, 52, ..., 95, 96, 97, 98, 99 или 100%. Кроме того, специально описан также любой числовой диапазон, определенный двумя значениями R , как описано выше. Применение термина "необязательно" в отношении любого элемента формулы изобретения предназначено для обозначения того, что рассматриваемый элемент является необходимым или альтернативно не является необходимым. В границы объема формулы изобретения входят оба варианта. Применение более широких терминов, таких как "содержит", "включает", "имеет" и т.д., следует понимать как подтверждение более узких терминов, таких как "состоит из", "состоит, по существу, из" и т.д.

Соответственно, объем правовой охраны не ограничен описанием, изложенным выше, а ограничен лишь следующей формулой изобретения, и этот объем включает все эквиваленты объектов пунктов формулы изобретения. Любой и каждый пункт формулы изобретения включен в настоящее описание в качестве варианта реализации настоящего изобретения. Следовательно, формула изобретения представляет собой дополнительное описание и дополнение к вариантам реализации настоящего изобретения.

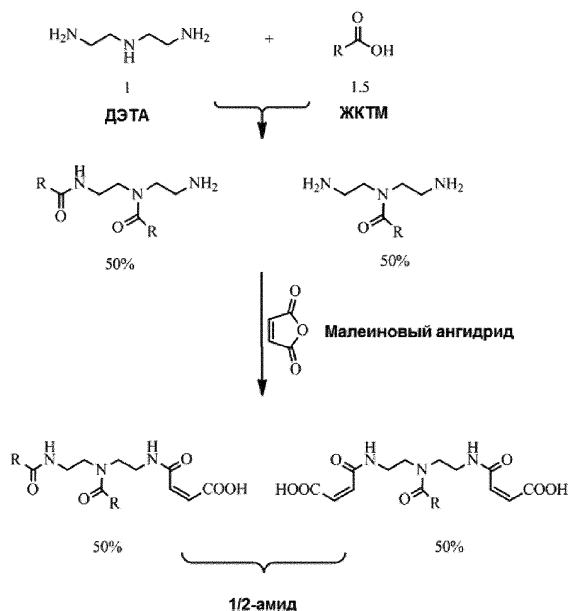
Обсуждение ссылки на раздел "Описание области техники" не является признанием того, что он является известным уровнем техники для настоящего изобретения, особенно любой ссылкой, которая может иметь более позднюю дату публикации, чем приоритетная дата настоящей заявки. Описание всех патентов, патентных заявок и публикаций, цитируемых в настоящем документе, включено в настоящий документ посредством ссылки в той степени, в которой они обеспечивают иллюстративные, методические или иные подробности, которые дополняют изложенное в настоящем документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ обслуживания скважины в подземном пласте, включающий получение обратной эмульсии, содержащей водную жидкость, маслянистую жидкость и эмульгирующую композицию (ЭК), при этом эмульгирующая композиция содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, где эмульгатор содержит полиамид с концевой карбоновой кислотой (ПАКК), полученный реакцией конденсации между жирной кислотой и полиамином, или смесь, полученную реакцией Дильса-Альдера диенофилов со смесью жирных кислот и/или смоляных кислот (РСДА), или их комбинации; где содержание разбавителя в ЭК составляет от 15 до 90 мас.% относительно общей массы ЭК; где понизитель вязкости содержит спирт, амид жирной кислоты или их комбинации; при этом амид жирной кислоты представляет собой продукт реакции между (i) амином, включающим диэтаноламин, диметиламин, диэтиламин, метиламин, этиламин, пиперидин, анилин или их комбинации, и (ii) жирной кислотой, или сложным эфиром жирной кислоты, или их комбинации; и размещение обратной эмульсии в скважине.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что полиамид с концевой карбоновой кислотой содержит один или более продуктов реакции конденсации между жирными кислотами и полиаминами.
3. Способ по любому из пп.1, 2, отличающийся тем, что диенофил содержит карбоновые кислоты, поликарбоновые кислоты, ангидриды или их комбинации.
4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что жирные кислоты и/или смоляные кислоты получают перегонкой неочищенного таллового масла.
5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что содержание эмульгатора в ЭК составляет от 40 до 80 мас.% относительно общей массы ЭК.
6. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что разбавитель содержит нефтяные масла, природные масла, синтетические масла, дизельное топливо, керосин, минеральное масло, олефины и полиолефины, полидиорганосилоксаны, сложные эфиры, биодизель, сложные диэфиры карбоновых кислот, парафины, простые эфиры или их комбинации.
7. Способ по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что понизитель вязкости содержит спирт, выбранный из 2-метил-1-пропанола, 2-метил-2-бутанола или их комбинаций.
8. Способ по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что понизитель вязкости содержит амид жирной кислоты, который представляет собой продукт реакции между амином, включающим диэтаноламин, диметиламин, диэтиламин, метиламин, этиламин, пиперидин, анилин или их комбинации, и жирной кислотой или сложным эфиром жирной кислоты или их комбинации.
9. Способ по п.8, отличающийся тем, что жирная кислота содержит олеиновую кислоту, линолевую кислоту, абиетиновую кислоту, производные абиетиновой кислоты, пимаровую кислоту, пальмитиновую, миристиновую, линоленовую, стеариновую или их комбинации.
10. Способ по п.9, отличающийся тем, что сложный эфир жирной кислоты содержит метиловый эфир жирной кислоты, этиловый эфир жирной кислоты или природный сложный эфир, триглицерид, соевое масло, масло подсолнечника, кукурузное масло, сафлоровое масло или их комбинации.
11. Способ по любому из пп.8-10, отличающийся тем, что сложный эфир жирной кислоты содержит жирный диметиламин.
12. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что содержание понизителя вязкости в ЭК составляет от 0,1 до 40 мас.% относительно общей массы ЭК.
13. Способ по любому из пп.1-12, отличающийся тем, что обратная эмульсия содержит буровой глинистый раствор на масляной основе.
14. Способ по любому из пп.1-13, отличающийся тем, что ЭК имеет температуру текучести от $-28,9^{\circ}\text{C}$ (-20°F) до $37,8^{\circ}\text{C}$ (100°F).
15. Способ по любому из пп.1-14, отличающийся тем, что ЭК имеет электрическую стабильность от 0 до 2000 В.
16. Способ по любому из пп.1-15, отличающийся тем, что ЭК имеет вязкость от 100 до 100000 сП.
17. Способ обслуживания скважины в подземном пласте, включающий прокачку жидкости для обслуживания скважин, содержащей эмульгирующую композицию (ЭК), через часть подземного пласта, при этом ЭК содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, где эмульгатор включает полиамид с концевой карбоновой кислотой (ПАКК), указанный полиамид включает две трети амида (2/3-амид), полученный по схеме I



или полуамид (1/2-амид), полученный по схеме II



смесь, полученную реакцией Дильса-Альдера диенофилов со смесью жирных кислот и/или смоляных кислот (РСДА), или их комбинации;

причем понизитель вязкости содержит 2-метил-1-пропанол, 2-метил-2-бутанол, амид жирной кислоты или их комбинации;

приведение в контакт ЭК с нефтью *in situ* в пласте с образованием эмульсии; и снижение межфазного натяжения между водой и нефтью, и изменение смачиваемости с обеспечением увеличения нефтеотдачи пласта.

18. Способ по п.17, отличающийся тем, что эмульгатор содержит 2/3-амид или 1/2-амид.

19. Обратная эмульсионная жидкость для обслуживания скважин, содержащая водную жидкость, маслянистую жидкость и эмульгирующую композицию (ЭК), при этом эмульгирующая композиция содержит эмульгатор, разбавитель и понизитель вязкости, где эмульгатор содержит

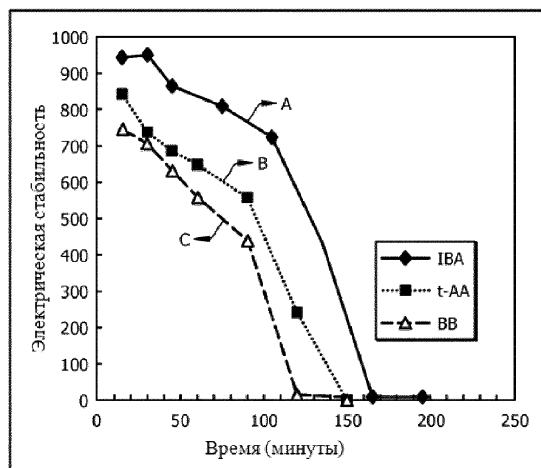
полиамид с концевой карбоновой кислотой (ПАКК), полученный реакцией конденсации между жирной кислотой и полиамином, или смесь, полученную реакцией Дильса-Альдера диенофилов со смесью жирных кислот и/или смоляных кислот (РСДА), или их комбинации;

где содержание разбавителя в ЭК составляет от 15 до 90 мас.% относительно общей массы ЭК;

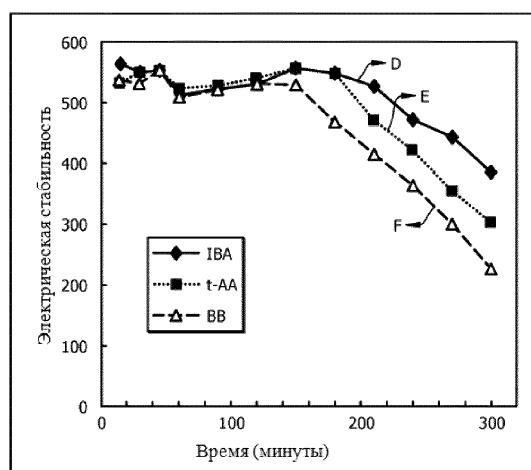
и где понизитель вязкости содержит спирт, амид жирной кислоты или их комбинации;

при этом амид жирной кислоты представляет собой продукт реакции между (i) амином, включающим диэтиламин, диметиламин, диэтиламин, метиламин, этиламин, пиперидин, анилин или их комбинации, и (ii) жирной кислотой, или сложным эфиром жирной кислоты, или их комбинации.

20. Обратная эмульсионная жидкость по п.19, полученная в виде бурового раствора.



Фиг. 1



Фиг. 2

