

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202291109** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2022.07.07

(51) Int. Cl. *C09K 8/584* (2006.01)
C09K 8/592 (2006.01)
E21B 43/24 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.10.08

(54) **СПОСОБЫ И КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕННОЙ НЕФТЕОТДАЧИ**

(31) 62/913,222

(32) 2019.10.10

(33) US

(86) PCT/US2020/054731

(87) WO 2021/072043 2021.04.15

(71) Заявитель:
ДАУ ГЛОУБЛ ТЕКНОЛОДЖИЗ ЛЛК
(US)

(72) Изобретатель:

Мукерджи Биплаб, Дженкинс
Роксенн М., Кросли Мэттью И., Найт
Трой И. (US)

(74) Представитель:

Веселицкая И.А., Веселицкий М.Б.,
Кузенкова Н.В., Каксис Р.А., Белоусов
Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В.,
Соколов Р.А., Кузнецова Т.В. (RU)

(57) В вариантах осуществления настоящего раскрытия описаны способы повышенной нефтеотдачи из подземного пласта, при этом способ включает совместное нагнетание газа и пенного состава в подземный пласт, где газ включает пар и пенный состав, включающий сульфонатную композицию, соединение гликоля и воду.

A1

202291109

202291109

A1

СПОСОБЫ И КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕННОЙ НЕФТЕОТДАЧИ

5 Область техники

Варианты осуществления настоящего изобретения относятся к повышенной нефтеотдаче, более конкретно, варианты осуществления настоящего изобретения относятся к способам и композициям для повышенной нефтеотдачи, которые включают состав пар и пенный состав, включающий сульфонатную композицию, соединение гликоля и воду.

10 Предпосылки создания настоящего изобретения

Можно считать, что добыча нефти из нефтяных пластов характеризуется рядом этапов, например, первичным этапом, вторичным этапом и третичным этапом, который можно назвать повышенной нефтеотдачей (EOR). На первичном этапе может использоваться естественное давление нефтяного пласта и/или сила тяжести для закачивания нефти в эксплуатационный ствол скважины, где для подъема нефти на поверхность может использоваться технология подъема, такая как закачивание. На вторичном этапе можно использовать закачивание воды и/или газа для вытеснения нефти и подачи ее в эксплуатационный ствол скважины. На третичном этапе может использоваться один или несколько способов, таких как подача тепла в нефтяной пласт, закачка газа для проталкивания дополнительной нефти в эксплуатационную скважину и/или растворения в нефти для снижения ее вязкости, закачивание химических реагентов для снижения поверхностного натяжения масла. Любой из этих этапов можно начинать в любое время в течение срока эксплуатации нефтяного пласта. В отрасли по-прежнему уделяется внимание разработке новых и улучшенных материалов и/или способов, которые можно использовать для добычи нефти.

25 Краткое описание вариантов осуществления настоящего изобретения

В настоящем описании предлагаются способы повышенной нефтеотдачи из подземного пласта, при этом способ включает совместное закачивание газа и пенного состава в подземный пласт, где газ включает пар, а пенный состав включает сульфонатную композицию, соединение гликоля и воду.

В настоящем описании предлагается композиция для повышенной нефтеотдачи, которая включает пар и пенный состав, включающий сульфонатную композицию, соединение гликоля и воду.

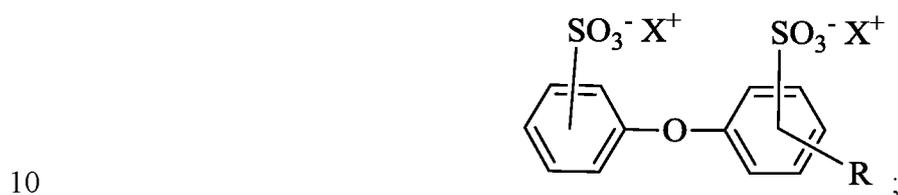
5 Приведенное выше краткое изложение настоящего раскрытия не предназначено для описания каждого раскрытого варианта осуществления или каждой реализации настоящего раскрытия. В следующем описании более
10 подробно представлены иллюстративные варианты осуществления настоящего изобретения. В нескольких участках текста заявки даны рекомендации в виде списков примеров, которые можно использовать в различных комбинациях. В каждом случае приведенный список служит только типичной группой и его не
15 следует интерпретировать как исключительный список.

Подробное описание вариантов осуществления настоящего изобретения

В данном контексте описаны композиции и способы для повышенной нефтеотдачи. Композиции для повышенной нефтеотдачи включают пенный
15 состав и пар. Неожиданно было установлено, что сульфонатные композиции и соединения гликоля, которые включены в пенные составы, описанные в данном контексте, характеризуются неожиданной синергией свойств пены, полученной из пенных составов. Например, пенные составы, включающие сульфонатную
20 композицию и соединение гликоля, могут обеспечивать преимущество, обеспечивая улучшенную, то есть более высокую пену по сравнению с другими пенными составами, которые не включают как сульфонатную композицию, так и гликолевое соединение. Кроме того, пенные составы, включающие
25 сульфонатную композицию и соединение гликоля, могут обеспечивать преимущество, обеспечивая улучшенную, то есть более низкую степень снижения высоты пены по сравнению с другими пенными составами, которые не включают как сульфонатную композицию, так и гликолевое соединение.
Композиции и способы для повышения нефтеотдачи, описанные в данном контексте, могут обеспечивать преимущества, которые заключаются в том, что
30 закачиваемый пенный состав может сохранять свойства пены в течение более длительного периода времени и блокировать высокопроницаемые зоны в пласте по сравнению с другими композициями и способами. Такая пена может способствовать перенаправлению пара в богатые нефтью зоны резервуара, увеличить кажущуюся вязкость и/или уменьшить просачивание пара в пласт, и все это может, например, улучшить нефтедобычу.

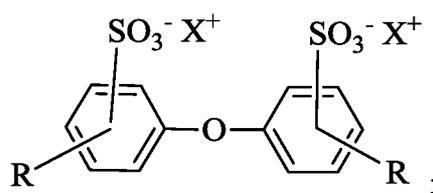
Пенные составы, раскрытые в данном контексте, при необходимости могут формировать стабильные пены при повышенных температурах, например, при повышенной температуре выше 150°C. Формирование стабильной пены при повышенных температурах представляет преимущество в ряде областей применения, связанных с повышением нефтедобычи, например, паровое заводнение.

Описанные в данном контексте пенные составы включают сульфонатную композицию. Сульфонатная композиция включает первый сульфонат следующей формулы I:

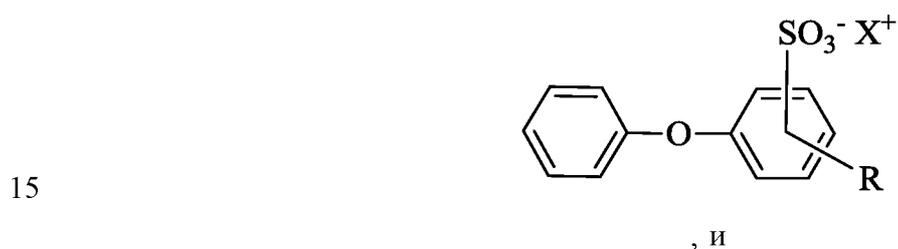


и одно или более следующих соединений:

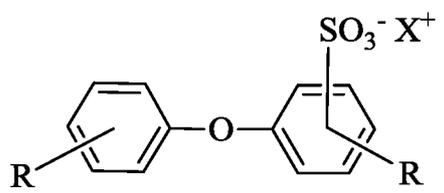
второй сульфонат следующей формулы II:



третий сульфонат следующей формулы III:



четвертый сульфонат следующей формулы IV:



20 где каждый R означает C₃-C₂₄ алкильную группу, а каждый X означает H, щелочной металл, щелочноземельный металл, двухвалентный металл или аммоний. В одном или более вариантах осуществления предлагаются

соединения, где каждый R означает C₆-C₁₆ алкильную группу. В одном или более вариантах осуществления предлагаются соединения, где каждый R означает C₁₂-C₁₈ алкильную группу. В одном или более вариантах осуществления предлагаются соединения, где R означает C₁₆ алкильную группу.

5 В одном или более вариантах осуществления предлагаются соединения, где каждый X означает одновалентный или двухвалентный катион, такой как, среди прочих, кальций или магний. В одном или более вариантах осуществления предлагаются соединения, где каждый X означает ион натрия, ион калия, ион лития или ион аммония. Примеры ионов аммония включают, но ограничиваясь
10 только ими, аммоний, метиламмоний, этиламмоний, диметиламмоний, метилэтиламмоний, триметиламмоний, диметилбутиламмоний, гидроксиэтиламмоний и метилгидроксиэтиламмоний.

Первый сульфонат, второй сульфонат, третий сульфонат и четвертый сульфонат являются анионными соединениями. Таким образом, сульфонатную
15 композицию можно называть анионной композицией. Анионные соединения и/или анионные композиции можно использовать в ряде областей применения, связанных с повышением нефтеотдачи.

Сульфонатную композицию можно получить с помощью известного процесса, например, с использованием известных компонентов, известного
20 оборудования и в известных условиях реакции. Сульфонатную композицию можно получить в промышленном масштабе.

Содержание первого сульфоната в сульфонатной композиции составляет от 50 мас.% до 99 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната. Включены все
25 индивидуальные значения и поддиапазоны от 50 до 99 мас.%, например, содержание первого сульфоната может составлять от нижнего предела 50, 65 или 70 мас.% до верхнего предела 99, 85 или 80 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната. В одном или более вариантах осуществления предусмотрено, что
30 содержание первого сульфоната в сульфонатной композиции составляет от 74 мас.% до 84 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната, или от 76 мас.% до

82 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната.

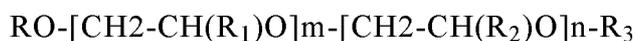
5 Содержание второго сульфоната в сульфонатной композиции может составлять от 0 мас.% до 50 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната. Включены все индивидуальные значения и поддиапазоны от 0 до 50 мас.%, например, содержание второго сульфоната может составлять от нижнего предела 0, 5 или 10 мас.% до верхнего предела 50, 35, 25 или 15 мас.% в расчете на 10 общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната. В одном или более вариантов осуществления предусмотрено, что содержание второго сульфоната в сульфонатной композиции составляет от 8 мас.% до 16 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната, или от 10 мас.% до 14 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, 15 второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната.

Содержание третьего сульфоната в сульфонатной композиции может составлять от 0 мас.% до 50 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната. Включены все индивидуальные значения и поддиапазоны от 0 до 50 мас.%, 20 например, содержание третьего сульфоната может составлять от нижнего предела 0, 3 или 5 мас.% до верхнего предела 50, 35, 25 или 10 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната. В одном или более вариантов осуществления предусмотрено, что содержание третьего сульфоната в сульфонатной 25 композиции составляет от 3 мас.% до 11 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната, или от 5 мас.% до 9 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната.

Содержание четвертого сульфоната в сульфонатной композиции может 30 составлять от 0 мас.% до 50 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната. Включены все индивидуальные значения и поддиапазоны от 0 до 50 мас.%, например, содержание четвертого сульфоната может составлять от нижнего предела 0, 1 или 2 мас.% до верхнего предела 50, 35, 25, 15 или 5 мас.% в

расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната. В одном или более вариантов осуществления предусмотрено, что содержание четвертого сульфоната в сульфонатной композиции составляет от 0,5 мас.% до 6 мас.% в расчете на
5 общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната, или от 1 мас.% до 4 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната.

10 Пенные составы, описанные в данном контексте, включают соединение гликоля. Используемый в данном контексте термин «соединение гликоля» относится к гликолям и их производным. Соединение гликоля может быть представлено следующей формулой:



15 где R, R₁, R₂ и R₃ каждый независимо друг от друга означает H, алкильную группу, фенильную группу или алкилфенильную группу, m равен целому числу от 0 до 3, а n равен целому числу от 1 до 3.

Каждый R, R₁, R₂ и R₃ может независимо друг от друга включать от 4 до 12 атомов углерода. Как было указано, R, R₁, R₂ и R₃ каждый независимо может представлять собой алкильную группу. R, R₁, R₂ и R₃ могут означать
20 одинаковые или различные алкильные группы. Алкильная группа может быть линейной, разветвленной или циклической. В одном или более вариантов осуществления предусмотрено, что n равен 1 и R, R₁, R₂ и R₃ каждый независимо выбирают из следующих групп: H, метил, бутил, гексил или 2-этилгексил.

25 Соединение гликоля можно получить с использованием известного процесса, например, с использованием известных компонентов, известного оборудования и известных условий реакции. Соединение гликоля можно получить в промышленных условиях. Примеры соединения гликоля среди
30 прочих включают, но не ограничиваясь только перечисленным, этиленгликоль, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль, этиловый эфир диэтиленгликоля, монобутиловый эфир этиленгликоля, монобутиловый эфир диэтиленгликоля, метиловый эфир диэтиленгликоля и их комбинации.

Пенные растворы, описанные в данном контексте, включают воду.

Использованный в данном контексте термин «вода» может включать, например, солевой раствор, погребенную воду, поверхностные воды, дистиллированную воду, карбонизированную воду, морскую воду и их комбинации.

5 В вариантах осуществления, представленных в настоящем описании, предусмотрено, что содержание пенного состава в сульфонатной композиции составляет от 0,01 мас.% до 35 мас.% в расчете на общую массу сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды. Включены все индивидуальные значения и поддиапазоны от 0,01 до 35 мас.%, например, содержание
10 сульфонатной композиции может составлять от нижнего предела 0,01, 0,1 или 0,3 мас.% до верхнего предела 35, 25, 15, 5 или 2 мас.% в расчете на общую массу сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды.

В вариантах осуществления, представленных в настоящем описании, предусмотрено, что содержание соединения гликоля в пенном составе
15 составляет от 0,01 мас.% до 35 мас.% в расчете на общую массу сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды. Включены все индивидуальные значения и поддиапазоны от 0,01 до 35 мас.%, например, содержание соединения гликоля может составлять от нижнего предела 0,01, 0,1 или 0,5 мас.% до
20 верхнего предела 35, 25, 15, 5 или 2 мас.% в расчете на общую массу сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды.

В вариантах осуществления, представленных в настоящем описании, предусмотрено, что содержание воды в пенном составе от 30 мас.% до 99,98
мас.% в расчете на общую массу сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды. Включены все индивидуальные значения и поддиапазоны от 85 мас.% до
25 99,8 мас.%, например, содержание соединения гликоля может составлять от нижнего предела 30, 60, 90 или 95 мас.% до верхнего предела 99,8, 99,90, 98,95 или 98,75 мас.% в расчете на общую массу сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды.

Описанные в данном контексте пенные составы можно получить с
30 использованием известного процесса, например, с использованием известного оборудования и известных условий. Например, сульфонатную композицию, соединение гликоля и воду можно комбинировать, например, смешивать, при этом формируется пенный состав. Сульфонатную композицию, соединение гликоля и воду можно комбинировать в любом порядке.

Описанные в данном контексте пенные составы можно использовать в смеси с неконденсирующимся газом. Неконденсирующийся газ может способствовать формированию пены. Неконденсирующийся газ можно закачивать в подземный пласт одновременно и/или последовательно с пенным составом. Примеры неконденсирующегося газа включают среди прочих, но не ограничиваясь только перечисленным, воздух, кислород, водород, азот, гелий, метан, диоксид углерода, монооксид углерода, сероводород, пропан, бутан, природный газ, дымовые газы и их комбинации. Газы можно использовать в виде смеси газ/жидкость, включая сжиженный природный газ, содержащий пропан, бутан, пентан и гексан. В одном или нескольких вариантах осуществления настоящего изобретения предусматривается, что неконденсирующийся газ представляет собой азот. В различных областях применения могут быть использованы различные количества неконденсирующегося газа.

Описанные в данном контексте пенные составы можно использовать в смеси с добавкой. Примеры добавок включают, но не ограничиваясь только перечисленным, неионные ПАВ, ионные ПАВ, анионные ПАВ, катионные ПАВ, антикоррозионные добавки, ингибиторы образования отложений, антиоксиданты, спирты, пенообразователи и их комбинации. В различных областях применения можно использовать различные количества добавки. Например, в одном или нескольких вариантах настоящего изобретения предусматривается, что содержание добавки составляет 5 мас.% или менее в расчете на общую массу добавки, сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды.

В данном контексте описаны композиции для повышенной нефтеотдачи, включающие пенные составы и пар. При закачивании в подземный пласт пар может формировать палец или канал, так что пар нежелательно обходит части подземного пласта. Однако композиции для повышения нефтедобычи могут быть использованы для формирования пены, которая может эффективно уменьшать количество пара, поступающего в обход участков подземного пласта. В различных областях применения в различных подземных пластах могут быть использованы различные количества пара.

В вариантах осуществления настоящего изобретения предлагаются способы повышенной нефтеотдачи из подземного пласта. Способы повышенной

нефтеотдачи включают нагнетание газа и пенного состава в подземный пласт, где газ включает пар. Нагнетание газа, то есть пара, в подземный пласт можно назвать нагнетанием пара. Пар можно нагнетать в подземный пласт одновременно и/или последовательно с пенным составом. В различных областях применения могут быть использованы различные количества пара, например, в различных подземных пластах.

В одном или более вариантах осуществления настоящего описания предусматривается, что нагнетание газа, то есть пара, и пенного состава происходит при температуре, равной 150°C или более. Например, нагнетание газа и пенного состава может происходить при температуре от 150°C до 300°C, от 175°C до 275°C или от 185°C до 250°C. Эта температура может представлять собой величину in-situ и/или ex-situ. Например, до нагнетания в подземный пласт газ или пенный состав можно нагревать до температуры, равной 150°C или более, в ходе нагнетания в подземный пласт газ или пенный состав можно нагревать до температуры, равной 150°C или более, в подземном пласте газ или пенный состав можно нагревать до температуры, равной 150°C или более. Как указано выше, пенные составы, описанные в данном контексте, при необходимости могут формировать устойчивые пены при повышенных температурах, например, при температурах, равных 150°C или более. Формирование стабильных пен при повышенных температурах является преимуществом в ряде областей применения повышенной нефтеотдачи, например, при заводнении паром.

В одном или более вариантах осуществления настоящего описания предусматривается, что в способах и композициях можно использовать один или более дополнительных компонентов, описанных в данном контексте. Дополнительные компоненты известны в области повышенной нефтеотдачи. В различных областях применения можно использовать различные количества дополнительных компонентов.

Примеры

В разделе Примеры были использованы различные термины и обозначения для материалов, например, следующие термины:

этиленгликоль (соединение гликоля производства фирмы Fisher Scientific),
монобутиловый эфир диэтиленгликоля (соединение гликоля производства фирмы The Dow Chemical Company).

Сульфонтную композицию 1 получали при алкилировании дифенилоксида (DPO), при этом получали алкилированный продукт, с последующим сульфонированием алкилированного продукта с использованием щелочного раствора. Алкилирование DPO с определенной длиной олефиновой цепи проводили в присутствии катализатора, хлорида алюминия, при температуре от 50°C до 100°C. Реакцию алкилирования Фриделя-Крафтса проводили в присутствии избытка DPO для контроля относительных количеств моно-, ди- и высших полиалкилатов, образующихся в ходе конкурентных реакций олефинов с ароматическими кольцами. Катализатор, хлорид алюминия, нейтрализовали при добавлении раствора гидроксида натрия, и алкилированный продукт выделяли перегонкой. Затем к перегнанному алкилированному продукту добавляли триоксид серы, при этом получали сульфонированные продукты. Экзотермическую реакцию сульфонирования поддерживали в изотермических условиях при комнатной температуре или ниже. После сульфонирования непрореагировавший SO₃ удаляли при добавлении воды. Затем добавляли гидроксид натрия для нейтрализации водного раствора кислоты, при этом получали сульфонатную композицию 1 с рН более или равным 7.

Сульфонатная композиция 1 представляет собой сульфонатную композицию, включающую: сульфонат формулы I (79 мас.%), сульфонат формулы II (12 мас.%), сульфонат формулы III (7 мас.%) и сульфонат формулы IV (2 мас.%), где R означает группу C₁₆алкил, а X означает натрий.

Сульфонатную композицию 2 получали аналогично тому, как описано для получения сульфонтаной композиции 1. Сульфонатная композиция 2 представляет собой сульфонатную композицию, включающую: сульфонат формулы I (79 мас.%), сульфонат формулы II (12 мас.%), сульфонат формулы III (7 мас.%) и сульфонат формулы IV (2 мас.%), где R означает группу C₁₂алкил, а X означает натрий.

Пример 1

Пенный состав получали следующим образом. Сульфонатную композицию 1, этиленгликоль и воду объединяли при смешивании. Количества, использованные для примера 1, представлены в табл. 1.

Примеры 2-4

Пенные составы получали аналогично тому, как описано в примере 1, компоненты и количества представлены в табл. 1.

Таблица 1

	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4
Сульфонатная композиция 1 (мас.%)	0,50	0,50	0,50	0,50
Этиленгликоль (мас.%)	0,95	0,95	0,95	-
Монобутиловый эфир этиленгликоля (Butylcarbitol) (мас.%)	-	-	-	0,95
Вода (мас.%t)	98,55	98,55	98,55	98,55

5

Пример 1

Пенный состав получали следующим образом. Уровнемер фирмы JERGUNSON (серия 19-T-32) модифицировали барботером (фирмы Mott - 1/4"X1" media grade #10) и боросиликатной стеклянной трубкой (OD 14 мм, толщина стенки 1 мм, длина 305 мм). Давление в уровнемере поднимали до 950 фунт/кв. дюйм с использованием потока воздуха, нагревали до 150°C и выдерживали в течение 3 ч. Композицию, полученную в примере 1, закачивали в уровнемер со скоростью 10 мл/мин на высоту 10 см и затем нагревали при 150°C в течение 1 ч. Затем в уровнемер закачивали азот (180 стандартных кубических сантиметров в минуту) для формирования пены, поток азота продолжали до тех пор, пока пена не достигнет равновесной высоты или пена не достигнет максимальной высоты уровнемера. Избыток давления азота непрерывно сбрасывали через регулятор обратного давления, и деионизированную воду закачивали в уровнемер со скоростью 0,2 мл/мин для восстановления потерь при закачивании азота. При достижении пеной равновесной высоты или максимальной высоты уровнемера потоки азота и деионизированной воды останавливали и наблюдался коллапс пены. Высоту пены регистрировали в зависимости от времени. Результаты представлены в табл. 2.

10

15

20

Примеры 2-4

Для получения пены использовали условия, описанные в примере 1, с той разницей, что вместо примера 1 соответственно использовали примеры 2-4.

Высоту пены регистрировали в зависимости от времени. Результаты представлены в табл. 2.

Примеры сравнения А-С осуществляли аналогично тому, как описано в примере 1, при этом использовали сульфонатные композиции сравнения А-С в количестве, как показано в табл. 2. Высоту пены регистрировали в зависимости от времени. Результаты представлены в табл. 3.

10 Таблица 2

	Пример сравнения А	Пример сравнения В	Пример сравнения С
Сульфонатная композиция 1 (мас.%)	0,50	-	-
Сульфонатная композиция 2 (мас.%)	-	0,50	-
Этиленгликоль (мас.%)	-	-	0,95
Монобутиловый эфир этиленгликоля (Butylcarbitol) (мас.%)	-	-	-
Вода (мас.%)	99,50	99,50	99,05

Таблица 3

	Высота пены через 100 мин	Высота пены через 200 мин	Высота пены через 300 мин	Высота пены через 400 мин
Пример 1	21,0 см	15,0 см	15,0 см	15,0 см
Пример 2	20,0 см	15,0 см	14,0 см	Не определяли
Пример 3	20,0 см	14,0 см	14,0 см	6,0 см
Пример 4	16,5 см	15,0 см	7,0 см	7,0 см
Пример сравнения А	11,0 см	5,7 см	Не определяли	Не определяли
Пример сравнения В	4,0 см	2,5 см	1,3 см	0,5 см
Пример сравнения С	3,0 см	Не определяли	Не определяли	Не определяли

Данные, указанные в табл. 3, свидетельствуют о том, что в примерах 1-4 получены улучшенные пены, т.е. большей высоты для измеренных величин через 100 мин, 200 мин, 300 мин и 400 мин по сравнению с каждым из примеров сравнения А-С.

5 Степень уменьшения высоты пены, т.е. степень коллапса пены, для примеров 1-4 и для примеров сравнения А-В представлена в табл. 4.

Таблица 4

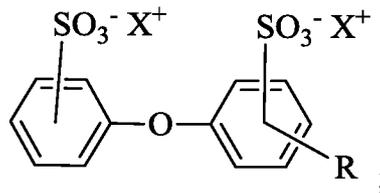
	Степень уменьшения высоты пены, определенная через 100 мин	Степень уменьшения высоты пены, определенная через 200 мин	Степень уменьшения высоты пены, определенная через 300 мин	Степень уменьшения высоты пены, определенная через 400 мин
Пример 1	0 см/мин	0,030 см/мин	0,020 см/мин	0,015 см/мин
Пример 2	0 см/мин	0,025 см/мин	0,020 см/мин	Не определяли
Пример 3	0 см/мин	0,030 см/мин	0,020 см/мин	0,035 см/мин
Пример 4	0,035 см/мин	0,025 см/мин	0,043 см/мин	0,032 см/мин
Пример сравнения А	0,089 см/мин	0,071 см/мин	Не определяли	Не определяли
Пример сравнения В	0,160 см/мин	0,087 см/мин	0,062 см/мин	0,049 см/мин
Пример сравнения С	0,169 см/мин	Не определяли	Не определяли	Не определяли

10 Данные в табл. 4 указывают на то, что в примерах 1-4 получены улучшенные пены, т.е. большей высоты для измеренных величин через 100 мин, 200 мин, 300 мин и 400 мин по сравнению с каждым из примеров сравнения А-С.

ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

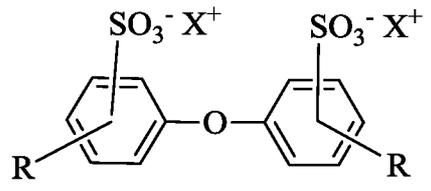
1. Способ повышенной нефтеотдачи из подземного пласта, при этом способ включает:

- 5 совместное нагнетание газа и пенного состава в подземный пласт, где газ включает пар, а пенный состав включает сульфонатную композицию, включающую первый сульфонат следующей формулы I:

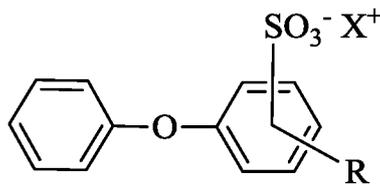


и одно или более следующих соединений:

второй сульфонат следующей формулы II:

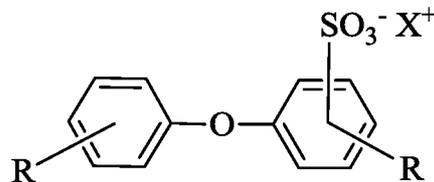


третий сульфонат следующей формулы III:



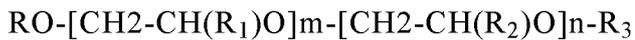
, и

четвертый сульфонат следующей формулы IV:



- 20 где R означает C₃-C₂₄ алкильную группу, а каждый X означает H, щелочной металл, щелочноземельный металл, двухвалентный металл или аммоний, и

соединение гликоля формулы



5 где R, R₁, R₂ и R₃ независимо друг от друга означают H, алкильную группу, фенильную группу или алкилфенильную группу, m равен целому числу от 0 до 3, а n равен целому числу от 1 до 3, и воду.

10 2. Способ по п. 1, где содержание первого сульфоната в сульфонатной композиции составляет от 50 мас.% до 99 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната, содержание второго сульфоната в сульфонатной композиции составляет от 0 мас.% до 50 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната, содержание третьего сульфоната в сульфонатной композиции составляет от 0 мас.% до 50 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната, и содержание четвертого сульфоната в сульфонатной композиции составляет от 0 мас.% до 50 мас.% в расчете на общую массу первого сульфоната, второго сульфоната, третьего сульфоната и четвертого сульфоната.

20 3. Способ по любому из пунктов 1-2, где содержание сульфонатной композиции в пенном составе составляет от 0,01 мас.% до 35 мас.% в расчете на общую массу сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды.

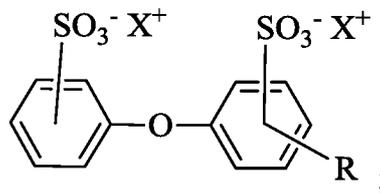
25 4. Способ по любому из пунктов 1-3, где содержание соединения гликоля в пенном составе составляет от 0,01 мас.% до 35 мас.% в расчете на общую массу сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды.

30 5. Способ по любому из пунктов 1-4, где содержание воды в пенном составе составляет от 30 мас.% до 99,98 мас.% в расчете на общую массу сульфонатной композиции, соединения гликоля и воды.

6. Способ по любому из пунктов 1-5, где совместное нагнетание газа и пенного состава в подземный пласт происходит при температуре от 150°C до 300°C.

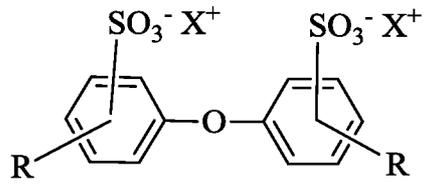
5 7. Композиция для повышенной нефтеотдачи, включающая пар и пенный состав, включающий сульфонатную композицию, включающую первый сульфонат следующей формулы I:

10

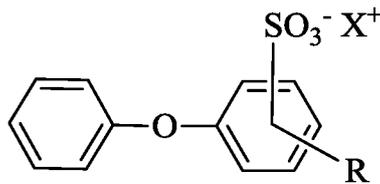


и одно или более следующих соединений:

второй сульфонат следующей формулы II:

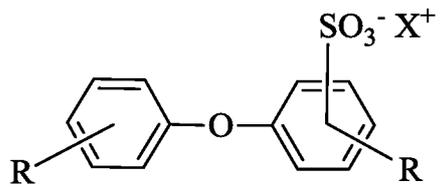


15 третий сульфонат следующей формулы III:



, и

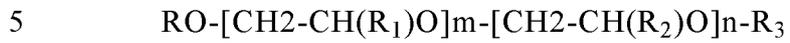
четвертый сульфонат следующей формулы IV:



20

где R означает C₃-C₂₄ алкильную группу, а каждый X означает H, щелочной металл, щелочноземельный металл, двухвалентный металл или аммоний, и

соединение гликоля формулы



где R, R₁, R₂ и R₃ независимо друг от друга означают H, алкильную группу, фенильную группу, или алкилфенильную группу. m равен целому числу от 0 до 3, а n равен целому числу от 1 до 3, и воду.