

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041363**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.10.14

(51) Int. Cl. **C09K 8/584** (2006.01)

(21) Номер заявки
202090140

(22) Дата подачи заявки
2018.05.03

(54) **СТАБИЛИЗИРОВАННАЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ СМЕСЬ НА ОСНОВЕ ПАВ
ДЛЯ ПОВЫШЕННОЙ НЕФТЕОТДАЧИ**

(31) **62/527,258**

(56) EP-A1-0032072
WO-A1-2016079121
WO-A1-2016048765
US-A1-2014110117
US-B1-6302209

(32) **2017.06.30**

(33) **US**

(43) **2020.05.15**

(86) **PCT/US2018/030763**

(87) **WO 2019/005289 2019.01.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДАУ ГЛОУБЛ ТЕКНОЛОДЖИЗ ЛЛК
(US)

(72) Изобретатель:
Найт Трой И., Фальконе-Поттс
Сьюзан К., Эрнандес Марта, Катияр
Амит, Патил Прамод Д. (US)

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

(57) В изобретении описаны температурно стабилизированная водная смачивающая композиция и способ применения для извлечения нефти из подземных пластов. Указанная водная смачивающая композиция включает неионный ПАВ на основе полиэтиленоксида, анионный ПАВ с двумя сульфогруппами и один или более спиртов.

B1

041363

041363
B1

Область настоящего изобретения

Настоящее изобретение относится к применению стабилизированных при низкой температуре водных растворов неионных и анионных ПАВ в качестве модификаторов смачиваемости подземных нефтяных пластов в процессе увеличения нефтеотдачи для повышения коэффициента извлечения нефти.

Предпосылки создания настоящего изобретения

Основной проблемой извлечения нефти из подземных пластов является извлечение из них максимально возможного количества нефти. После первичного и вторичного извлечения нефтяное месторождение все еще содержит от 50 до 80% нефти в расчете на ее исходное содержание. Эффективность способов первичного и вторичного извлечений ограничена двумя факторами: Размер пор, в результате чего неочищенная нефть может достигать относительно низкой остаточной нефтенасыщенности, обнаруживаемой в виде прерывистых ячеек, заземленных капиллярными силами (капиллярно - заземленная нефть). Размер участка, поскольку существуют определенные зоны, в которые флюид, закачиваемый в процессе вторичного извлечения, не проникает за счет низкой проницаемости таких зон.

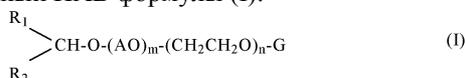
В настоящее время способы увеличения нефтеотдачи включают один или более таких факторов и применение химических продуктов в качестве модификаторов смачиваемости. Модификаторы смачиваемости представляют собой ПАВ, способные изменить средство к породе пласта пригодным способом. Смачиваемость является мерой взаимодействия между фазами в пласте, зависит от межфазных химических процессов в этих фазах и определяет тенденцию флюида к движению или к адгезии к твердой поверхности в присутствии других несмешивающихся флюидов. Смачиваемость породы можно модифицировать в природных условиях при адсорбции полярных соединений, образовании отложений органического материала, исходно присутствующего в нефти, или с использованием внешних агентов. Изменение смачиваемости влияет на капиллярное давление, относительную проницаемость, остаточную нефтенасыщенность и связанную водонасыщенность. Кроме того, в равной степени важно понимать, что ограничение флюида приводит к значительному изменению поведения его фаз по отношению к их свойствам в объеме.

Существует множество особых видов химических реагентов, которые используют для решения этих проблем и которые включают анионные ПАВ, такие как алкилсульфонаты натрия, но, к сожалению, их применение не является универсальным. Повсеместно вследствие широкого интервала температур, при которых эти реагенты используют, может возникнуть вопрос стабильности. Известно, что растворимость неионных ПАВ в воде снижается с температурой и что неионные ПАВ в итоге становятся нерастворимыми при достижении так называемой температуры помутнения. Сниженная растворимость при низких температурах часто приводит к тому, что водные растворы анионных ПАВ становятся мутными. После помутнения раствора фазовое разделение может привести к проблемам высокой вязкости и/или желирования. Такие проблемы высокой вязкости и/или желирования могут отрицательно влиять на транспортировку, применение и/или хранение водных растворов анионных ПАВ при низких температурах.

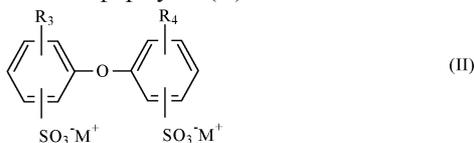
Соответственно существует необходимость в разработке водных смачивающих композиций, прежде всего водных смачивающих композиций на основе анионных ПАВ, характеризующихся хорошей стабильностью при низких температурах, например, зимой при -5°C или ниже в соответствии с условиями хранения и применения.

Краткое описание настоящего изобретения

В первом объекте настоящего изобретения предлагается способ извлечения нефти из подземного пласта, включающий закачивание водного раствора в подземный пласт для вытеснения нефти, где водный раствор включает: (i) неионный ПАВ формулы (I):



где R_1 означает линейный или разветвленный алкил, содержащий от 1 до 23 атомов углерода, R_2 выбирают из водорода и линейных или разветвленных алкилов, содержащих от 1 до 23 атомов углерода при условии, что общее число атомов углерода в комбинации R_1 и R_2 находится в интервале от 7 до 23, (AO) выбирают из группы, состоящей из $\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{O}$ и $\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{O}$, m равен числу от 0 до 10, n равен числу от 5 до 30, и G выбирают из группы, состоящей из водорода, хлора, алкильных групп, содержащих от 1 до 4 атомов углерода, и COR' , где R' означает алкил, содержащий от 1 до 4 атомов углерода, (ii) необязательно анионный ПАВ формулы (II)



где R_3 и R_4 каждый независимо выбирают из группы, состоящей из водорода и линейных или разветвленных алкилов, содержащих от 1 до 16 атомов углерода, и M выбирают из натрия, калия, лития и аммония, (iii) один или более спиртов формулы (III)



где R и R¹ независимо означают H, или C₁-C₆ линейную или разветвленную алкильную группу, и R² означает H, C₁-C₆ линейную или разветвленную алкильную группу, или R³-(OCH₂CH₂)_n-, где R³ означает H или линейную или разветвленную C₁-C₆ алкильную группу, и n равен числу от 1 до 6, и (iv) воду.

Настоящее изобретение является пригодным для подземного извлечения нефти.

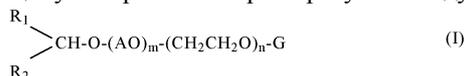
Подробное описание вариантов осуществления настоящего изобретения

Термин "и/или" означает "и, или в другом варианте". Все интервалы включают предельные значения, если не указано иное. Термин "части на миллион (част./млн)" означает массовые части в расчете на общую массу водного раствора, если не указано иное. Нижние индексы в формулах полимеров означают средние величины молей определенного компонента полимера.

Методы испытаний означают наиболее современные методы испытаний согласно дате приоритета данного документа, если не указана дата с номером метода испытания в виде двухзначного номера, написанного через дефис. Ссылки на методы испытаний содержат как ссылку на общество тестирования, проводящее испытание, так и на номер метода испытания. Организации тестирования обозначены одним из следующих сокращений: ASTM означает ASTM International (ранее известное под названием Американское общество тестирования материалов), EN означает европейский стандарт, DIN означает немецкий институт стандартов и ISO означает международную организацию по стандартизации.

Настоящее изобретение включает закачивание водного раствора в подземный пласт, где водный раствор в основном включает или состоит из (i) неионного ПАВ, (ii) анионного ПАВ и (iii) спирта.

Неионный ПАВ (i) по настоящему изобретению характеризуется следующей структурой (формула (I)):



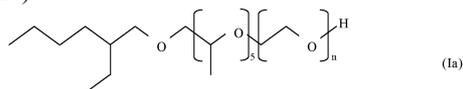
где R₁ означает линейный или разветвленный алкил, содержащий от одного до 23 атомов углерода, R₂ выбирают из водорода и линейного или разветвленного алкила, содержащего от одного до 23 атомов углерода, при условии, что общее число атомов углерода вместе в комбинации R₁ и R₂ находится в интервале от 7 до 23, (AO) выбирают из группы, состоящей из CH(CH₃)CH₂O и CH(CH₂CH₃)CH₂O, m равен числу от 0 до 10, n равен числу от 5 до 30, предпочтительно до 20, и G выбирают из группы, состоящей из водорода, хлора, алкильных групп, содержащих от 1 до 4 атомов углерода, и COR', где R' означает алкил, содержащий от 1 до 4 атомов углерода. Предпочтительно термин "неионный", кроме того характеризуется наличием одного или комбинации одного или более следующих желательных признаков:

Желательно средняя величина m составляет ноль или более, предпочтительно один или более, два или более, даже три или более и одновременно желательно пять или менее, четыре или менее, три или менее, даже два или менее.

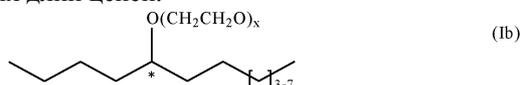
Желательно средняя величина n для неионных ПАВ составляет 5 или более, предпочтительно 6 или более, более предпочтительно 7 или более, и может составлять 8 или более, 9 или более, 10 или более, 12 или более, 14 или более, 15 или более, 16 или более, даже 17 или более, и в то же время одновременно желательно 20 или менее, предпочтительно 19 или менее, 18 или менее, 17 или менее, 16 или менее, 15 или менее и предпочтительно 14 или менее.

Желательно группа (R₁)R₂CH- содержит общее число атомов углерода в интервале от 8 или более и может содержать 9 или более, 10 или более, 11 или более, даже 12 или более, и в то же время одновременно желательно 20 или менее, предпочтительно 19 или менее, 18 или менее, 17 или менее, 16 или менее, 15 или менее. Желательно группу (R₁)R₂CH- выбирают из группы, состоящей из остатков линейных углеводородных цепей, содержащих от 11 до 15 атомов углерода и остатка 2-этилгексил.

Примеры пригодных неионных ПАВ включают ПАВ, которые выбирают из группы, состоящей из ПАВ следующих формул (Ia) и (Ib):



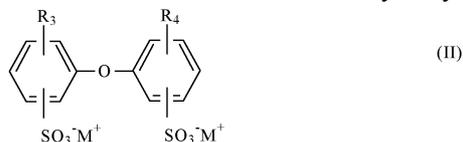
где среднюю величину n выбирают из группы, состоящей из 6, 9, 14 и 20. Другой пример пригодных неионных ПАВ включает от 11 до 15 атомов углерода (C₁₁-C₁₅), предпочтительно от 12 до 15 атомов углерода (C₁₂-C₁₅), инициированные линейным вторичным спиртом, полиэтиленгликоли общей формулы (Ib), где звездочка указывает, что цепь полиэтиленгликоля, присоединена к любому вторичному атому углерода, и скобки с интервалом 3-7 указывают повтор 3-7 атомов углерода, соответствующий распределению C₁₁-C₁₅ общих длин цепей.



где x выбирают из 5, 7, 9, 12, 15 и 20.

Водная смачивающая композиция по настоящему изобретению включает неионный ПАВ (i) в количестве, равном или превышающем 5 мас.%, предпочтительно равном или превышающем 10, и более предпочтительно равном или превышающем 15 мас.% в расчете на общую массу водной смачивающей композиции. Водная смачивающая композиция по настоящему изобретению включает неионный ПАВ (i) в количестве, равном или менее 90 мас.%, предпочтительно равном или менее 50 или более предпочтительно равном или менее 20 мас.% в расчете на общую массу водной смачивающей композиции.

Анионный ПАВ (ii) представляет собой анионный ПАВ с двумя сульфогруппами формулы (II):



где R₃ и R₄ каждый независимо выбирают из группы, состоящей из водорода и линейных и разветвленных алкильных групп, содержащих от 1 до 16 атомов углерода, и M выбирают из натрия, калия, лития и аммония. Желательно R₃ и R₄ независимо выбирают из группы, состоящей из водорода и линейной гексильной группы, при условии, что оба R₃ и R₄ одновременно не означают водород. Неожиданно было установлено, что анионный ПАВ с двумя сульфогруппами обеспечивает неожиданную стабильность в водном растворе, обеспечивая стабильность ПАВ при более высоких концентрациях соли и более высоких температурах по сравнению с водными растворами в отсутствие ПАВ с двумя сульфогруппами, даже водными растворами анионного ПАВ, содержащего только одну сульфогруппу.

Водная смачивающая композиция по настоящему изобретению, если она присутствует, включает анионный ПАВ с двумя сульфогруппами (ii) в количестве, равном или превышающем 10 мас.%, предпочтительно равном или превышающем 12 и более предпочтительно равном или превышающем 15 мас.% в расчете на общую массу водной смачивающей композиции. Водная смачивающая композиция по настоящему изобретению, если она присутствует, включает анионный ПАВ с двумя сульфогруппами (ii) в количестве, равном или менее 50 мас.%, предпочтительно равном или менее 45 и более предпочтительно равном или менее 40 мас.% в расчете на общую массу водной смачивающей композиции.

Водный раствор по настоящему изобретению обязательно содержит анионный ПАВ с двумя сульфогруппами формулы (II) и может включать или не содержать аналог формулы (II) с одной сульфогруппой. Если присутствуют один или оба компонента, аналог с одной сульфогруппой и неионный аналог, то анионный ПАВ с двумя сульфогруппами присутствует при большей концентрации по сравнению с каждым из аналогов, предпочтительно при концентрации, превышающей суммарную концентрацию аналогов.

Пригодные спирты (iii) можно выбирать из группы, состоящей из гликолей, простых эфиров гликолей, метанола, этанола и их комбинаций. Предпочтительно спирты характеризуются следующей формулой (III):



где R и R¹ независимо означают H или C₁-C₆ линейную или разветвленную алкильную группу и R² означает H, C₁-C₆ линейную или разветвленную алкильную группу, или R³-(OCH₂CH₂)_n-, где R³ означает H, C₁-C₆ линейную или разветвленную алкильную группу, и n равен от 1 до 6.

Предпочтительно спирт выбирают из изопропанола, монобутилового эфира диэтиленгликоля, монопропилового эфира диэтиленгликоля, моноэтилового эфира диэтиленгликоля, монометилового эфира диэтиленгликоля, моноэтилового эфира этиленгликоля, монобутилового эфира этиленгликоля, монопропилового эфира этиленгликоля, моноэтилового эфира этиленгликоля, монометилового эфира этиленгликоля, монометилового эфира дипропиленгликоля, монобутилового эфира дипропиленгликоля, монометилового эфира пропиленгликоля, моноэтилового эфира пропиленгликоля, монопропилового эфира пропиленгликоля, монобутилового эфира пропиленгликоля, бутилацетата, пропиленгликоля, этиленгликоля и их комбинаций.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения водная смачивающая композиция включает диол, предпочтительно этиленгликоль, пропиленгликоль или их смесь и простой эфир гликоля, предпочтительно монометилового эфира этиленгликоля, моноэтилового эфира этиленгликоля, монопропилового эфира этиленгликоля, монобутилового эфира этиленгликоля, моноэтилового эфира этиленгликоля или их смеси.

Водная смачивающая композиция по настоящему изобретению содержит каждый один или более спиртов в количестве, равном или превышающем 10 мас.%, равном или превышающем 20 и более предпочтительно равном или превышающем 30 мас.% в расчете на общую массу водной смачивающей композиции. Водная смачивающая композиция по настоящему изобретению содержит каждый один или более спиртов в количестве, равном или менее 90 мас.%, равном или менее 80 и более предпочтительно равном или менее 70 мас.% в расчете на общую массу водной смачивающей композиции.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения водная смачивающая композиция может

также содержать незначительные количества других ПАВ. Например, могут присутствовать вспомогательные ПАВ, такие как амфотерные ПАВ, а также ингибиторы образования отложений, такие как димеры AOS и хелатирующие агенты. Общее количество таких вспомогательных поверхностно активных агентов составляет предпочтительно не более приблизительно 10 мас.% в расчете на общую массу пенообразующей композиции водного анионного ПАВ.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения водная смачивающая композиция может содержать соль, включающую одновалентные и двухвалентные ионы. Состав соли водного раствора может являться аналогичным составу водного флюида в пласте, в который закачивают водный раствор.

Остальное количество водной пенообразующей композиции анионного ПАВ по настоящему изобретению, не включает компоненты (i), (ii), (iii), растворитель или другой дополнительный ПАВ, а включает воду (iv). В одном варианте общее количество в мас.% компонентов (i), (ii), (iii) и (iv), которые добавляются одновременно, равно 100 мас.%.

Предпочтительно водные смачивающие композиции по настоящему изобретению стабильны при -5°C, более предпочтительно при -10°C, более предпочтительно при -15°C и наиболее предпочтительно при -20°C. Термин "стабильный", использованный в данном контексте, означает жидкотекучий или перекачиваемый при температуре.

Предпочтительно водная смачивающая композиция по настоящему изобретению характеризуется точкой застывания, как определено в стандарте ASTM D-97, равной или менее 15°C, предпочтительно равной или менее 0°C, более предпочтительно равной или менее -20°C и еще более предпочтительно равной или менее -40°C.

Процессы извлечения подземной нефти обычно включают закачивание водной фазы в проницаемый подземный нефтесодержащий пласт для вытеснения сырой нефти, оставшейся после первичной попытки извлечения нефти, данный процесс является общеизвестным под названием заводнение. Извлечение нефти с использованием заводнения может быть неэффективным при использовании только воды, поэтому необходима разработка водных систем с улучшенными свойствами в отношении извлечения. Несмотря на то, что заводнение не является необходимой первой стадией для соответствующего функционирования в способе по настоящему изобретению, стандартное заводнение используют на практике, если любое значительное количество дополнительной нефти можно извлекать из пласта с использованием заводнения. Заводнение продолжается до тех пор, пока соотношение вода-нефть в эксплуатационных скважинах поднимается до такой высокой величины, что дальнейшая добыча нефти из скважины становится невозможной или экономически невыгодной.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения предлагается способ повышения нефтеотдачи из подземного пласта, включающий стадию закачивания водной смачивающей композиции, описанной в данном контексте выше, в указанный подземный пласт. В идеальном случае, закачивание водной смачивающей композиции следует начинать до возрастания соотношения вода-нефть до такой величины, при которой дальнейшая коммерческая добыча становится невыгодной, для того, чтобы избежать длительного периода времени перед осуществлением следующей дополнительной добычи нефти, поскольку является необходимым наличие длительного временного интервала между началом закачивания водной смачивающей композиции и наблюдением улучшенной интенсификации эксплуатационной скважины.

В одном варианте способа по настоящему изобретению окружающая подземный пласт среда может содержать водную фазу, в которую закачивают водный смачивающий раствор.

В одном варианте осуществления способа настоящего изобретения водную смачивающую композицию можно добавлять в воду или солевой раствор в начале процесса заводнения или в любой момент или любые моменты процесса заводнения, включая любой момент или моменты продолжительного периода заводнения.

Водную смачивающую композицию по настоящему изобретению можно добавлять нагнетанием под давлением в количестве от 0,01 до 5-кратного расчетного объема для обработки участка пласта, в который будет закачиваться водный раствор. Водный раствор можно наносить чередующимися порциями между водным раствором по настоящему изобретению и солевым раствором или водой. После закачивания водного раствора по настоящему изобретению может оказаться благоприятным блокирование раствора ПАВ в подземном пласте на некоторый период времени, например, от 1 ч до 1 года, до начала непрерывного заводнения закачиваемым дополнительным водным раствором по настоящему изобретению, солевым раствором и/или водой. Способ по настоящему изобретению можно использовать с другими технологиями улучшения коэффициента извлечения нефти (КИН), такими как заводнение водой с низким содержанием соли, нагнетание в пласт полимера, нагнетание в пласт пены (такое как нагнетание в пласт пены с использованием диоксида углерода), нагнетание в пласт газа и нагнетание в пласт химических реагентов (такое как нагнетание в пласт смеси щелочь-полимер-ПАВ), в виде отдельной стадии способа или в виде стадии предварительной обработки с последующими процессами КИН.

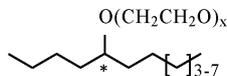
Приведенные ниже примеры иллюстрируют стабильность и эффективность водной фазы по настоящему изобретению.

Примеры

В примерах использованы следующие ПАВ и спирты:

Неионный ПАВ

Инициированный C11-C15 линейными вторичными спиртами, полиэтиленгликоль общей формулы, приведенной ниже, где звездочка означает цепь полиэтиленгликоля, которая может быть присоединена к любому вторичному атому углерода, и в основном, ПАВ можно представить распределением структур различных вторичных атомов углерода:



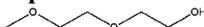
Неионный ПАВ: $x=15$ (выпускается под торговым названием TERGITOL™ 15-S-15). TERGITOL является торговым названием фирмы Union Carbide Corporation.

Анионный ПАВ

АДФДС - алкилдифенилоксидисульфонат формулы (II), где R_3 и R_4 независимо выбирают из линейной C6 (6 атомов углерода) алкильной группы и водорода при условии, что по крайней мере один из R_3 и R_4 означает линейный C6 алкил в каждой молекуле. АДФДС представляет собой комбинацию моноалкилированного дисульфированного дифенилоксида, диалкилированного дисульфированного дифенилоксида, моноалкилированного моносульфированного дифенилоксида и диалкилированного моносульфированного дифенилоксида, при этом дисульфированные дифенилоксидные компоненты составляют более 50 мас.% в расчете на массу композиции АДФДС. ПАВ выпускается в виде 45 мас.% раствора АДФДС в воде под торговым названием DOWFAX™ C6L. DOWFAX является торговой маркой фирмы The Dow Chemical Company.

Спирты

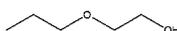
Methyl CARBITOL™



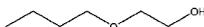
CARBITOL



Propyl CELLOSOLVE



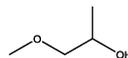
Butyl CELLOSOLVE



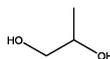
Изопропанол



DOWANOL™ PM



Пропиленгликоль



Продукты CARBITOL, CELLOSOLVE и DOWANOL являются торговыми названиями фирмы The Dow Chemical Company.

В следующих примерах сравнения и в примерах, температуру застывания определяли согласно стандарту ASTM D-97.

Примеры 1-7.

Примеры 11-7 включают неионный ПАВ (от 90 до 10 мас.%), спирт и воду. В табл. 1-7 приведены данные по точкам застывания для примеров 1-7, соответственно.

Таблица 1

Неионный ПАВ (мас. %)	Propyl CELLOSOLVE (мас. %)	Вода (мас. %)	Температура застывания (°C)
90	5	5	12
80	10	10	3
70	15	15	-30
60	20	20	-57
50	25	25	-63
40	30	30	-78
30	35	35	-57
20	40	40	-42
10	45	45	-36

Таблица 2

Неионный ПАВ (мас. %)	Butyl CELLOSOLVE (мас. %)	Вода (мас. %)	Температура застывания (°C)
90	5	5	12
80	10	10	3
70	15	15	-21
60	20	20	-57
50	25	25	-69
40	30	30	-72
30	35	35	-60
20	40	40	-27
10	45	45	-21

Таблица 3

Неионный ПАВ (мас. %)	Пропиленгликоль (мас. %)	Вода (мас. %)	Температура застывания (°C)
90	5	5	9
80	10	10	-3
70	15	15	-21
60	20	20	-45
50	25	25	-45
40	30	30	-54
30	35	35	-66
20	40	40	-72
10	45	45	-75

Таблица 4

Неионный ПАВ (мас. %)	Изопропанол (мас. %)	Вода (мас. %)	Температура застывания (°C)
90	5	5	9
80	10	10	0
70	15	15	-21
60	20	20	-63
50	25	25	-69
40	30	30	-66
30	35	35	-57
20	40	40	-51
10	45	45	-48

Таблица 5

Неионный ПАВ (мас. %)	DOWANOL PM (мас. %)	Вода (мас. %)	Температура застывания (°C)
90	5	5	12
80	10	10	3
70	15	15	-18
60	20	20	-60
50	25	25	-72
40	30	30	-69
30	35	35	-72
20	40	40	-78
10	45	45	-78

Таблица 6

Неионный ПАВ (мас. %)	Methyl CARBITOL (мас. %)	Вода (мас. %)	Температура застывания (°C)
90	5	5	9
80	10	10	0
70	15	15	-15
60	20	20	-27
50	25	25	-54
40	30	30	-57
30	35	35	-66
20	40	40	-72
10	45	45	-57

Таблица 7

Неионный ПАВ (мас. %)	CARBITOL (wt %)	Вода (мас. %)	Температура застывания (°C)
90	5	5	12
80	10	10	0
70	15	15	-6
60	20	20	-33
50	25	25	-57
40	30	30	-60
30	35	35	-63
20	40	40	-15
10	45	45	-69

Примеры 8-14.

Примеры 8-14 включают неионный ПАВ, анионный ПАВ, спирт и воду. В табл. 8-14 приведены данные по точкам застывания для примеров 8-14 соответственно.

Таблица 8

Анионный ПАВ (мас.%)	Неионный ПАВ (мас. %)	Propyl CELLOSOLVE (мас.%)	Температура застывания (°C)
83,8	16,2	0	-27
73,5	14,2	12,3	-39
65,5	12,7	21,8	-57
59,1	11,4	29,5	-51
53,8	10,4	35,8	-54
49,4	9,5	41,1	-69
45,6	8,8	45,6	-63
42,4	8,2	49,4	-72
39,6	7,6	52,8	-84
37,1	7,2	55,7	-78
34,9	6,8	58,3	-81

Таблица 9

Анионный ПАВ (мас.%)	Неионный ПАВ (мас. %)	Butyl CELLOSOLVE (мас. %)	Температура застывания (°C)
83,8	16,2	0	-33
73,5	14,2	12,3	-30
65,5	12,7	21,8	-39
59,1	11,4	29,5	-42
53,8	10,4	35,8	-45
49,4	9,5	41,1	-42
45,6	8,8	45,6	-42
42,4	8,2	49,4	-51
39,6	7,6	52,8	-78
37,1	7,2	55,7	-78
34,9	6,8	58,3	-81

Таблица 10

Анионный ПАВ (мас.%)	Неионный ПАВ (мас. %)	Пропиленгликоль (мас. %)	Температура застывания (°C)
83,8	16,2	0	-18
73,5	14,2	12,3	-45
65,5	12,7	21,8	-60
59,1	11,4	29,5	-60
53,8	10,4	35,8	-60
49,4	9,5	41,1	-60
45,6	8,8	45,6	-63
42,4	8,2	49,4	-60
39,6	7,6	52,8	-63
37,1	7,2	55,7	-66
34,9	6,8	58,3	-69

Таблица 11

Анионный ПАВ (мас.%)	Неионный ПАВ (мас. %)	Изопропанол (мас. %)	Температура застывания (°C)
83,8	16,2	0	-27
73,5	14,2	12,3	-39
65,5	12,7	21,8	-36
59,1	11,4	29,5	-45
53,8	10,4	35,8	-57
49,4	9,5	41,1	-57
45,6	8,8	45,6	-60
42,4	8,2	49,4	-63
39,6	7,6	52,8	-66
37,1	7,2	55,7	-69
34,9	6,8	58,3	-69

Таблица 12

Анионный ПАВ (мас. %)	Неионный ПАВ (мас. %)	DOWANOL PM (мас. %)	Температура застывания (°C)
83,8	16,2	0	-24
73,5	14,2	12,3	-45
65,5	12,7	21,8	-45
59,1	11,4	29,5	-72
53,8	10,4	35,8	-66
49,4	9,5	41,1	-72
45,6	8,8	45,6	-72
42,4	8,2	49,4	-72
39,6	7,6	52,8	-78
37,1	7,2	55,7	-78
34,9	6,8	58,3	-78

Таблица 13

Анионный ПАВ (мас. %)	Неионный ПАВ (мас. %)	Methyl CARBITOL (мас. %)	Температура застывания (°C)
83,8	16,2	0	-24
73,5	14,2	12,3	-42
65,5	12,7	21,8	-45
59,1	11,4	29,5	-57
53,8	10,4	35,8	-60
49,4	9,5	41,1	-63
45,6	8,8	45,6	-63
42,4	8,2	49,4	-66
39,6	7,6	52,8	-66
37,1	7,2	55,7	-15
34,9	6,8	58,3	-75

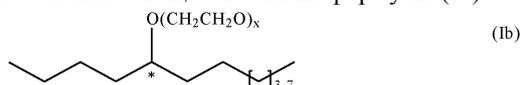
Таблица 14

Анионный ПАВ (мас. %)	Неионный ПАВ (мас. %)	CARBITOL (мас. %)	Температура застывания (°C)
83,8	16,2	0	-27
73,5	14,2	12,3	-48
65,5	12,7	21,8	-60
59,1	11,4	29,5	-54
53,8	10,4	35,8	-63
49,4	9,5	41,1	-60
45,6	8,8	45,6	-60
42,4	8,2	49,4	-66
39,6	7,6	52,8	-63
37,1	7,2	55,7	-63
34,9	6,8	58,3	-72

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ извлечения нефти из подземного нефтесодержащего пласта, включающий стадию закачивания водного смачивающего модифицирующего раствора в подземный нефтесодержащий пласт, где смачиваемость является мерой взаимодействия между фазами, присутствующими в подземном нефтесодержащем пласте, и зависит от межфазных химических процессов в этих фазах и определяет тенденцию флюида к движению или к адгезии к твердой поверхности в присутствии других несмешивающихся флюидов, где водный смачивающий модифицирующий раствор включает:

(i) неионное поверхностно-активное вещество- ПАВ формулы (Ib)



где звездочка указывает, на то что цепь присоединена к любому вторичному атому углерода, скобки с интервалом 3-7 указывают повтор 3-7 атомов углерода, соответствующий распределению C11-C15 общих длин цепей, и x выбирают из 5, 7, 9, 12, 15 и 20, неионное ПАВ присутствует в количестве от 40 до 70 мас.%, в расчете на общую массу водного смачивающего раствора,

(iii) спирт, выбранный из изопропанола, монобутилового эфира диэтиленгликоля, монопропилового эфира диэтиленгликоля, моноэтилового эфира диэтиленгликоля, монометилового эфира диэтиленгликоля, моноэтилового эфира этиленгликоля, монобутилового эфира этиленгликоля, монопропилового эфира этиленгликоля, моноэтилового эфира этиленгликоля, монометилового эфира этиленгликоля, монометилового эфира дипропиленгликоля, монобутилового эфира дипропиленгликоля, монометилового эфира пропиленгликоля, моноэтилового эфира пропиленгликоля, монопропилового эфира пропиленгликоля, монобутилового эфира пропиленгликоля, бутилацетата, пропиленгликоля, этиленгликоля и их комбинаций, и

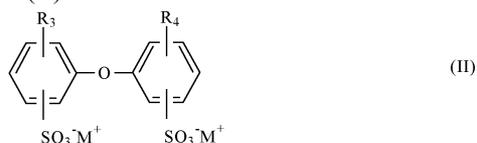
(iv) воду.

2. Способ по п.1, где водный смачивающий раствор характеризуется как имеющий температуру за-

стывания, равную или менее 15°C, определенную в соответствии с ASTM D-97.

3. Способ по п.1, где водный смачивающий раствор дополнительно включает:

(ii) анионное ПАВ формулы (II)



где R₃ и R₄ каждый независимо выбирают из группы, состоящей из водорода и линейных или разветвленных алкилов, содержащих от 1 до 16 атомов углерода, и M выбирают из натрия, калия, лития и аммония.

4. Способ по п.1, где:

(i) неионное ПАВ присутствует в количестве от 40 до 60 мас.% и

(iii) один или более спиртов присутствуют в количестве от 10 до 35 мас.%,

где остальное количество включает воду (iv) таким образом, что общее количество компонентов (i),

(ii), (iii) и (iv) равно 100 мас.%.

5. Способ по п.3, где:

(ii) анионное ПАВ присутствует в количестве от 10 до 50 мас.% и где остальное количество включает воду (iv) таким образом, что общее количество компонентов (i), (ii), (iii) и (iv) равно 100 мас.%.

6. Способ по п.3, где каждый R₃ и R₄ независимо выбирают из водорода или линейной гексильной группы при условии, что оба R₃ и R₄ не означают водород.

