

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202390678 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.06.26

(51) Int. Cl. C09K 8/60 (2006.01)
C09K 8/68 (2006.01)
C09K 8/88 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.08.31

(54) ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАЗРЫВ ПЛАСТА

(31) 63/074,178

(32) 2020.09.03

(33) US

(86) PCT/GB2021/052250

(87) WO 2022/049370 2022.03.10

(71) Заявитель:

ИНДЕПЕНДЕНС ОЙЛФИЛД
КЕМИКАЛЗ ЛЛК (US)

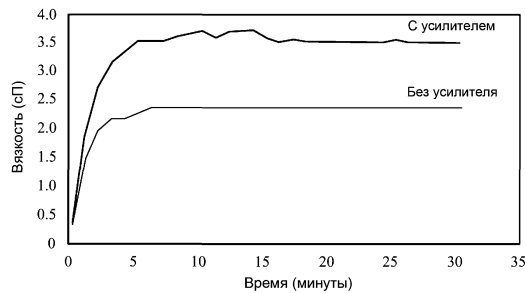
(72) Изобретатель:

Дюпон Джеффри Скотт, Кулман
Эрика Лорен (US)

(74) Представитель:

Хмара М.В. (RU)

(57) Описан способ приготовления жидкости для гидроразрыва (YY). Способ может включать (i) выбор анионного поверхностно-активного вещества (AS), например анионного сульфонатного поверхностно-активного вещества; (ii) приведение анионного поверхностно-активного вещества (AS) в контакт с жидкостью для гидроразрыва (XX) или с предшественником жидкости для гидроразрыва (XX), при этом жидкость для гидроразрыва (XX) может включать композицию понизителя трения.



A1

202390678

202390678

A1

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАЗРЫВ ПЛАСТА

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к гидравлическому разрыву пласта и, в частности, хотя и не исключительно, к жидкостям для гидроразрыва и способам их применения. В предпочтительных вариантах осуществления комбинируются полимеры, снижающие трение, и усиливающая (бустерная) композиция, которая обеспечивает улучшенные характеристики полимера для повышенного снижения трения, а также для более быстрого растворения полимера в жидкости для гидроразрыва.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Гидравлический разрыв пласта представляет собой способ, необходимый для добычи нефти и газа из нетрадиционных продуктивных пластов (коллекторов), таких как угольные пласты, плотные песчаники и сланцы. При осуществлении этого жидкость для гидроразрыва вводят при таком расходе и давлении, которые необходимы для разрушения пласта за счет возникновения в пласте разломов или трещин. Эти трещины берут начало в стволе скважины и расходятся от нее, проникая в пласт. Обычная практика обработки нетрадиционных продуктивных пластов состоит во введении в резервуар небольшой пробки из кислоты, закачиваемой при низкой величине расхода (скорости), с последующим введением маловязкой воды, закачиваемой с постепенно увеличиваемой скоростью до достижения заданной скорости нагнетания. Эти высокие скорости обычно могут варьироваться от 50 до 100 баррелей в минуту (приблизительно от 0,13 до 0,26 м³/с). Для закачки с такими высокими скоростями в жидкость для гидроразрыва добавляют небольшие количества понизителей трения. Жидкости с низкой вязкостью, в которые добавлены понизители трения, называются реагентами на водной основе (реагентами на водной основе для снижения поверхностного натяжения; англ. slick-water – «скользящая вода»), и способ или обработку называют гидроразрывом с применением реагента на водной основе.

При гидроразрыве пласта полимеры на основе полиакриламида часто используются для увеличения добычи нефти и газа. Этот процесс гидроразрыва включает использование значительных количеств жидкости для гидроразрыва, при этом основной жидкостью является вода, которую закачивают в нефте- и/или газосодержащий пласт под давлением для гидроразрыва породы. В жидкости для

гидроразрыва содержится пропант. Как правило, в качестве пропанта используется песок, но могут быть и другие частицы. Песок попадает в трещины и удерживает их открытыми после снижения давления. Это позволяет улучшить приток нефти и газа из пласта. Полимеры на основе полиакриламида используются в жидкости для гидроразрыва в качестве понизителей трения, где полимер уменьшает турбулентность потока жидкости. Это позволяет снизить давление нагнетания и потенциально увеличить скорость нагнетания. Это может значительно снизить стоимость операции и время на завершение процесса гидроразрыва пласта. Для улучшения эксплуатационных характеристик жидкости к жидкости для гидроразрыва также могут быть добавлены другие компоненты. Например, жидкость для гидроразрыва может включать ингибиторы коррозии, кислоты, добавки для регулирования водоотдачи, добавки для регулирования содержания железа, биоциды, поверхностно-активные вещества, ингибиторы образования отложений, добавки для регулирования глинистости, пенообразователи, ингибиторы парафина, гелеобразующие агенты, добавки для регулирования pH, буферы, сшивающие агенты, окислители, ферменты и агенты, разрушающие гель.

Полимеры на основе полиакриламида для применения в гидроразрыве пласта обычно представляют собой сополимеры с анионным или катионным зарядом. Одним из наиболее широко используемых полимеров является сополимер акриламида и соли металла акриловой кислоты. Для гидроразрыва молекулярная масса этих полимеров очень высока. Высокомолекулярные полимеры на основе полиакриламида обеспечивают оптимальное снижение трения. Во время нанесения полимер смешивают с жидкостью для гидроразрыва пласта, которая в основном имеет водную основу. Предпочтительно полимер гидратируется и растворяется в воде как можно быстрее. Затем жидкость для гидроразрыва становится более устойчивой к турбулентному потоку, тем самым обеспечивая снижение трения при закачивании в пласт.

Наиболее эффективные полимеры имеют высокий процент снижения трения и максимально быстро растворяются в жидкости для гидроразрыва. Потенциальной проблемой при использовании полимеров на основе полиакриламида является уменьшение снижения трения и/или увеличение времени растворения в жидкости для гидроразрыва, что может быть связано с рядом переменных. Одной из переменных является качество воды. Это становится все более важным в связи с недавней тенденцией к повторному использованию жидкости для гидроразрыва и/или использованию воды, полученной из пласта после операции гидроразрыва. Не

будучи связанным теорией, одним из механизмов снижения эксплуатационных характеристик (производительности) из-за качества воды является увеличение содержания двухвалентных ионов, таких как кальций, в жидкости для гидроразрыва. Эти ионы могут связываться с полиакриламидным полимером, замедляя растворение и сворачивая полимер, уменьшая снижение трения и замедляя растворение в жидкости для гидроразрыва. Химические добавки, уменьшающие трение, известны в данной области техники. WO 2019/046198 A1 описывает использование неионогенных поверхностно-активных веществ, включая этоксилаты алкилфенолов, в качестве усилителей поверхностно-активных веществ, которые также можно назвать разжижителями. Патент US 5124376 описывает использование фенола в количестве от 0,25 до 10% для улучшения времени инверсии и вязкости водорастворимого полимера. Хотя в данной области известно добавление различных химических веществ для ускорения высвобождения этих типов полимеров, многие из этих химических веществ не обеспечивают максимальных эксплуатационных характеристик и/или требуют высокой концентрации, чтобы быть эффективными.

Доставка полимерных композиций для гидроразрыва пласта может осуществляться различными способами. Полимер может поставляться в виде порошка, эмульсии, суспензии, частично гидратированным или уже растворенным в воде, или в комбинации указанных видов. Порошковый полимер, хотя и обладает высокой активностью, обычно требует специального оборудования для гидратации перед использованием в жидкости для гидроразрыва. Суспензия полимера, будучи менее активной, чем порошкообразный полимер, может быть дорогостоящей из-за использования значительного количества инертной жидкости для суспендирования частиц. Обратные (инвертные) эмульсии полимера могут иметь еще более низкую активность полимера и также могут быть дорогими из-за использования поверхностно-активных веществ для стабилизации обратных эмульсий. Полимеры на основе полиакриламида, уже растворенные в воде, могут быть очень вязкими при концентрациях выше нескольких процентов и требуют значительных затрат при транспортировке, хранении и обработке. Документ WO 2017187150 A1 описывает совместное использование как эмульсии, так и порошкообразного полимера, чтобы обеспечить экономичную альтернативу, с которой легко обращаться и перекачивать.

Задачей настоящего изобретения является создание усиливающей эксплуатационные характеристики (бустерной) композиции для жидкостей для гидроразрыва, которая может эффективно как максимизировать снижение трения,

так и минимизировать время растворения полимера в жидкости для гидроразрыва, особенно в сложных условиях, например, когда в жидкости для гидроразрыва используется вода с высоким содержанием двухвалентных ионов.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

5 Настоящее изобретение основано на неожиданном обнаружении того, что некоторые поверхностно-активные вещества могут быть включены в жидкости для гидроразрыва для максимального снижения трения, достижения быстрого растворения полимера и/или облегчения регулирования вязкости.

10 Согласно первому аспекту изобретения предложен способ получения жидкости для гидроразрыва (YY), включающий:

- (i) выбор анионного поверхностно-активного вещества (AS);
- (ii) приведение анионного поверхностно-активного вещества (AS) в контакт с жидкостью для гидроразрыва (XX) или с предшественником жидкости для гидроразрыва (XX).

15 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Если в данной работе не указано иное, ссылка на «частей на миллион» («ч/млн.») относится к «частям на миллион по массе»; и «мас. %» относится к процентному содержанию компонента в пересчете на массу.

20 Жидкость для гидроразрыва (XX) может включать композицию понизителя трения; или способ может включать этап выбора предшественника жидкости для гидроразрыва (XX) и приведения предшественника в контакт с композицией понизителя трения для получения жидкости для гидроразрыва (XX).

25 До или после этапа (ii) способ предпочтительно включает приведение композиции понизителя трения в контакт с другими компонентами, включаемыми в жидкость для гидроразрыва (YY), например, жидкость для гидроразрыва (XX) или ее предшественник.

30 Композиция понизителя трения может включать водорастворимый полимер. Водорастворимый полимер может быть частично гидратирован или представлен в виде порошка. Композиция понизителя трения предпочтительно включает масляную фазу.

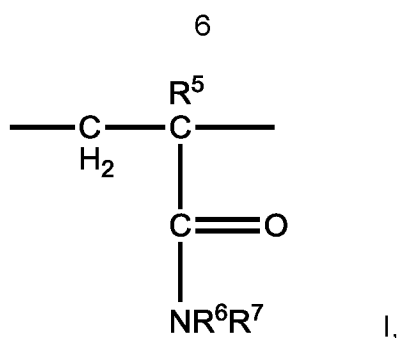
Композиция понизителя трения может содержать суспензию, например, содержащую порошок в масле; или эмульсию, например обратную эмульсию и/или обезвоженную эмульсию; и/или комбинацию эмульсии и порошка, суспендированного в жидкости; и/или жидкую дисперсию полимера, например, как описано в US 20080275138.

Использование анионного поверхностно-активного вещества (AS) соответствующим образом улучшает эксплуатационные характеристики жидкости для гидроразрыва (XX). Например, это может благоприятным образом уменьшить время, необходимое для инвертирования композиции понизителя трения (когда понизитель трения представляет собой обратную (инвертную) эмульсию); и/или уменьшить время, необходимое для гидратации снижающего трение полимера; и/или повысить эксплуатационные характеристики (эффективность) снижающего трение полимера; и/или повышает вязкость жидкости для гидроразрыва (XX) и/или (YY).

Композиция понизителя трения предпочтительно содержит водорастворимый полимер (B), предпочтительно в комбинации с масляной фазой.

Полимер (B) предпочтительно включает необязательно замещенное акриламидное повторяющееся звено. Он может включать мономер на основе 2-акриламидо-2-метилпропансульфоната (AMPS, от англ. 2-Acrylamido-2-methylpropane sulfonate). Предпочтительно полимер (B) представляет собой ионогенный полиакриламид. Полимер (B) может включать от 0 до 50 мольных %, предпочтительно от 5 до 40 мольных %, более предпочтительно от 10 до 30 мольных % ионных повторяющихся звеньев. Баланс соответственно включает неионогенные акриламидные повторяющиеся звенья. Хотя полимер (B) может представлять собой анионный или катионный полиакриламид, он предпочтительно представляет собой анионный полиакриламид. Полимер (B) может представлять собой частично гидролизованый акриламид.

Полимер (B) предпочтительно включает повторяющееся звено, которое включает необязательно замещенный акриламид, например алкилакриламид (например, метакриламид) или N,N-диалкилакриламид (например, N,N-диметилакриламид). Необязательно замещенный акриламид может иметь формулу I



где R⁵, R⁶ и R⁷ независимо представляют собой атом водорода или необязательно замещенный (предпочтительно незамещенный) C₁₋₄алкил, предпочтительно C₁₋₂алкил, более предпочтительно метильную группу.

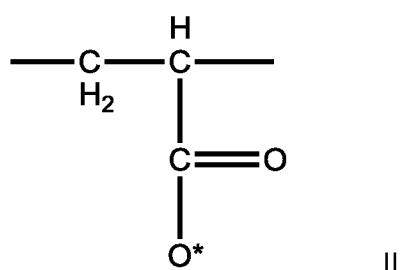
5 В формуле I R⁵, R⁶ и R⁷ предпочтительно представляют собой атомы водорода.

В среднем отношение количества других повторяющихся звеньев в полимере (B) к количеству повторяющихся звеньев формулы I может быть меньше 0,6, 0,5, 0,4, 0,3 или 0,2. Это соотношение может составлять по меньшей мере 0,0025, по
 10 меньшей мере 0,005, по меньшей мере 0,05 или по меньшей мере 0,1.

Полимер (B) может включать (например, в комбинации с повторяющимся звеном формулы I) повторяющееся звено, которое включает акрилатный или сульфонатный фрагмент, например, акрилатную или сульфонатную соль, или пирролидоновый фрагмент. Полимеры, которые включают сульфонатные соли,
 15 могут быть предпочтительными, когда композиция используется с водой, которая включает высокие уровни ионов жесткости, например ионы магния, кальция, стронция, бария или железа.

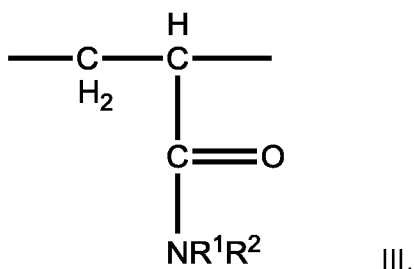
Полимер (B) может включать повторяющееся звено формулы I в комбинации с:

20 – повторяющимся звеном, включающим фрагмент формулы II



где фрагмент O^* представляет собой фрагмент O^- или является ковалентно связанным с другим атомом или группой;

- повторяющимся звеном, включающим фрагмент винилпирролидона; или
- повторяющимся звеном, включающим фрагмент формулы III



5

где R^1 и R^2 независимо выбраны из атома водорода и необязательно замещенной алкильной группы. Необязательно замещенная алкильная группа может формировать электрически нейтральную гидрофобную группу. Необязательно замещенная алкильная группа может включать фрагмент $-\text{SO}_3\text{R}^3$, где R^3 выбран из атома водорода и катионного фрагмента, например, катиона щелочного металла, особенно Na^+ . Необязательно замещенная алкильная группа может включать от 1 до 36, предпочтительно от 1 до 20, более предпочтительно от 1 до 10 атомов углерода. Указанное повторяющееся звено может быть получено из AMPS и/или основано на нем.

15 Полимер (B) может быть получен из одного или более следующих мономеров:

Катионные мономеры – хлорид метакрилоилоксиэтилтриметиламмония, хлорид метакриламидопропилтриметиламмония, хлорид акрилоилоксиэтилтриметиламмония, хлорид диметилдиаллиламмония;

20 Анионные мономеры – акрилат натрия, 2-акриламидо-2-метилпропансульфонат натрия;

Неионогенные мономеры – акриламид, метакриламид, N,N-диметилакриламид, винилпирролидон.

25 Полимер (B) может включать одновалентный (например, NH_4^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ или Cs^+), двухвалентный (например, Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} или Zn^{2+}) или трехвалентные (например, катионы Fe^{3+} или Al^{3+}). Предпочтительно он включает одновалентные катионы, причем Na^+ является предпочтительным.

Полимер (B) предпочтительно включает повторяющиеся звенья акриламида и повторяющиеся звенья акрилата, например, акрилата натрия.

Полимер (B) предпочтительно включает повторяющиеся звенья акриламида и повторяющиеся звенья, полученные из AMPS.

5 Полимер (B) предпочтительно включает акриламидные повторяющиеся звенья и повторяющиеся звенья акрилата, например, акрилата натрия, и повторяющиеся звенья, полученные из AMPS.

Полимер (B) может иметь молекулярную массу по меньшей мере 200000 дальтон, предпочтительно по меньшей мере 500000 дальтон, предпочтительно по
10 меньшей мере 1000000 дальтон. Молекулярная масса может составлять менее 50000000 дальтон или менее 30000000 дальтон. Молекулярная масса, описанная в данной работе, может быть измерена путем измерения характеристической вязкости (см. стандарт ISO 1628/1-1984-11-01); и с использованием корреляции характеристической вязкости/молекулярной массы с помощью уравнения Марка-
15 Хаувинка.

Анионное поверхностно-активное вещество (AS) (от англ. anionic surfactant) может быть выбрано из алкилсульфатов, олефинсульфонатов, гидроксилалкансульфонатов, сульфонов алкиловых простых эфиров, сульфосукцинатов, алкилбензолсульфонатов, алкилнафталинсульфонатов и
20 сульфированных алкилированных дифениловых простых эфиров. Предпочтительно анионное поверхностно-активное вещество (AS) выбрано из сульфосукцинатов и сульфированных алкилированных дифениловых простых эфиров.

Анионное поверхностно-активное вещество (AS) предпочтительно представляет собой анионное сульфонатное поверхностно-активное вещество.
25 Поверхностно-активное вещество может включать атомы углерода, водорода, кислорода и серы только вместе с катионом металла, например катионом группы I. Анионное поверхностно-активное вещество (AS) может включать группу простого эфира. Анионное поверхностно-активное вещество (AS) может включать фрагмент, имеющий формулу:

30
$$Z^1-O-Z^2,$$

где Z^1 и Z^2 независимо представляют собой необязательно замещенные алкильные или арильные группы, например фенильные, нафтильные или антраценильные

группы. Предпочтительно Z^1 и Z^2 независимо представляют собой необязательно замещенные алкильные или фенильные группы.

Группы Z^1 и Z^2 могут независимо включать атомы углерода и водорода и одну или более сульфонатных групп, включающих ассоциированный катион металла, и
5 никакие другие типы атомов, кроме тех, которые включены в упомянутые фрагменты.

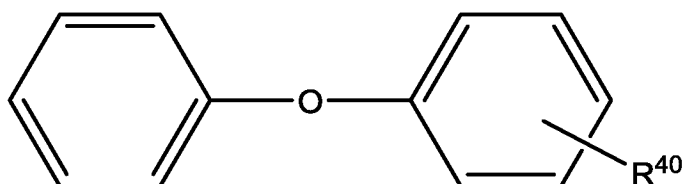
Группы Z^1 и Z^2 могут включать по меньшей мере 3, предпочтительно по
10 меньшей мере 6 атомов углерода. Сумма числа атомов углерода в группах Z^1 и Z^2 может быть в пределах от 2 до 100; от 4 до 50; от 8 до 45; от 12 до 35; или от 18 до 26.

По меньшей мере, один из Z^1 и Z^2 может включать линейную или разветвленную алкильную группу, которая может включать от 1 до 30; от 2 до 25; от 5 до 18; или от 8 до 14 атомов углерода.

Предпочтительно по меньшей мере один из Z^1 и Z^2 включает линейную или
15 разветвленную алкильную группу от C4 до C15 (предпочтительно C6-C14 и более предпочтительно C8-C12), которая предпочтительно является незамещенной. Предпочтительно только один из Z^1 и Z^2 включает алкильную группу.

Предпочтительно, чтобы по меньшей мере 50% или по меньшей мере 80% молекул анионного поверхностно-активного вещества (ПАВ) были
20 дисульфонированы. Предпочтительно от 85% до 100% молекул поверхностно-активного вещества являются дисульфонированными.

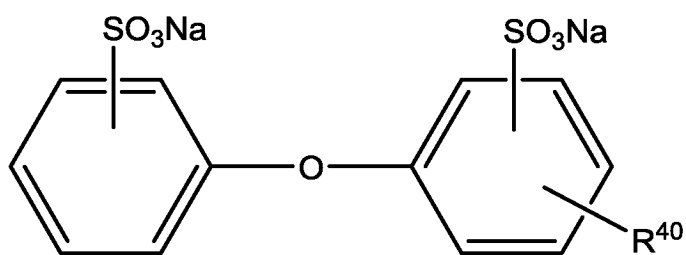
Предпочтительно Z^1 и Z^2 представляют собой необязательно замещенные фенильные группы, и предпочтительно фрагмент формулы Z^1-O-Z^2 имеет общую формулу



где по меньшей мере одна из фенильных групп является сульфированной, и предпочтительно, по меньшей мере, 80% молекул дисульфированы. Предпочтительно R^{40} представляет собой C4-C15 (предпочтительно C6-C14 и более предпочтительно C8-C12) линейную или разветвленную алкильную группу, которая

предпочтительно является незамещенной.

Сульфонатная группа может иметь формулу $-\text{SO}_3\text{M}$, где M представляет собой атом водорода, аммониевую группу или атом металла, например, атом щелочного металла или щелочноземельного металла; и, предпочтительно, M
5 представляет собой щелочной металл, особенно натрий. Таким образом, предпочтительная сульфонатная группа имеет формулу $-\text{SO}_3\text{Na}$, а фрагмент формулы $\text{Z}^1-\text{O}-\text{Z}^2$ предпочтительно имеет общую формулу.



Поверхностно-активные вещества этой формулы доступны под торговым
10 наименованием Dowfax® от производителя Dow или Calfax® от производителя Pilot Chemicals. Специалисту в данной области должно быть понятно, что эти поверхностно-активные вещества могут представлять собой смесь продуктов, содержащих большую часть поверхностно-активного вещества этой формулы и небольшие количества моносурфонируемых моноалкилированных,
15 моносурфонируемых диалкилированных или дисурфонируемых диалкилированных структур.

Анионное поверхностно-активное вещество (AS) может быть анионным
поверхностно-активным веществом, как описано в US 8304377, или, предпочтительно, представляет собой анионное поверхностно-активное вещество,
20 как описано в US 6743764.

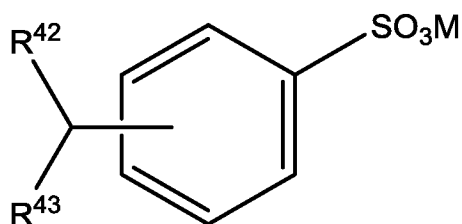
Анионное поверхностно-активное вещество (AS) предпочтительно представляет собой C10 дифенилоксид, такой как C10 дисурфонат дифенилоксид, который может продаваться под товарным знаком Dowfax 3B2.

Общая концентрация анионного поверхностно-активного вещества (AS) в
25 жидкости для гидроразрыва (YY) может составлять 1000 частей на миллион или меньше; или 500 частей на миллион или менее. Предпочтительно общая концентрация анионного поверхностно-активного вещества (AS) в жидкости для гидроразрыва (YY) составляет по меньшей мере 10 частей на миллион.

Способ может включать приведение второго анионного поверхностно-активного вещества (называемого «поверхностно-активное вещество 2AS») в контакт с жидкостью для гидроразрыва (XX) или с предшественником жидкости для гидроразрыва (XX).

5 Поверхностно-активное вещество (2AS) может быть неионогенным, анионным, катионным или амфотерным. Поверхностно-активное вещество (2AS) предпочтительно представляет собой анионное поверхностно-активное вещество, которое может быть выбрано из арилсульфокислот, например, нафталинсульфокислоты или ее солей; или C1-30 алкиларилсульфокислот или их
10 солей, особенно C1-30 алкилнафталинсульфонатов, C1-30 алкилбензолсульфонатов, толуолсульфокислоты; и олефинсульфонатов. Поверхностно-активное вещество (2AS) может быть выбрано из толуолсульфокислоты или ее солей; нафталинсульфокислоты или ее солей; сульфонатов и олефинсульфонатов. Поверхностно-активное вещество (2AS)
15 предпочтительно выбирают из толуолсульфокислоты или ее солей; нафталинсульфокислоты или ее солей и алкилбензолсульфонатов. Предпочтительны алкилбензолсульфонаты. Алкилбензолсульфонат может включать алкильную цепь, которая является линейной или разветвленной и включает от 1 до 30, предпочтительно от 5 до 20, предпочтительно от 8 до 16, более
20 предпочтительно от 10 до 14 атомов углерода.

Поверхностно-активное вещество (2AS) предпочтительно представляет собой алкилбензолсульфонат. Он может иметь общую формулу:



где $R^{42}CHR^{43}$ представляет собой линейную или разветвленную алкильную группу,
25 которая предпочтительно является незамещенной. $R^{42}CHR^{43}$ может включать от 5 до 20, предпочтительно от 8 до 15, более предпочтительно от 9 до 13 атомов углерода. В одном варианте осуществления $R^{42}CHR^{43}$ может иметь формулу $C_{12}H_{25}$. М может представлять собой H, щелочной металл, щелочноземельный металл или аммониевый фрагмент, например, полученный в результате нейтрализации
30 алкилбензолсульфоновой кислоты подходящим амином или алканол амином.

Предпочтительно М представляет собой Н, Na или аммониевый фрагмент, полученный нейтрализацией алкилбензолсульфоновой кислоты алканоломином, особенно моноэтаноламином. Поверхностно-активное вещество (2AS) может представлять собой додецилбензолсульфонат, особенно натриевую или
5 моноэтаноламинную соль додецилбензолсульфонокислоты.

Жидкость для гидроразрыва (YY) может включать от 10 до 5000 частей на миллион; от 20 до 2000 частей на миллион, от 50 до 1000 частей на миллион или от 75 до 450 частей на миллион анионного поверхностно-активного вещества (AS).
10 Жидкость для гидроразрыва (YY) может включать от 0,5 до 2,0, предпочтительно от 0,8 до 1,2 галл./1000 галл. (галлонов США на тысячу галлонов) загрузки анионного поверхностно-активного вещества (AS).

Отношение мас. % анионного поверхностно-активного вещества (AS) к мас.% поверхностно-активного вещества (2AS) может находиться в диапазоне от 0,5 до 3,0, например от 0,9 до 2,5, предпочтительно в диапазоне от 1,2 до 1,9.

15 Массовое соотношение композиция понизителя трения : анионное поверхностно-активное вещество (AS) может находиться в диапазоне от 1000:1 до 1:2, предпочтительно от 500:1 до 1:1, более предпочтительно от 100:1 до 5:1.

Анионное поверхностно-активное вещество (AS) или комбинация анионного поверхностно-активного вещества (AS) и поверхностно-активного вещества (2AS) в
20 жидкости для гидроразрыва (XX) может дополнительно действовать как средство, способствующее обратному притоку, и улучшать извлечение жидкости для обработки и/или пластовых жидкостей, например, сырой нефти и связанной воды после завершения (или приостановки) операций по гидроразрыву пласта.

Анионное поверхностно-активное вещество (AS) может быть предоставлено
25 само по себе или в составе усиливающей композиции. Усиливающая композиция может содержать от 0,1 до 100 мас.% анионного поверхностно-активного вещества (ПАВ), например, от 1 до 50 мас.% и предпочтительно от 5 до 20 мас.%.

Усиливающая композиция может содержать поверхностно-активное
30 вещество (2AS) в количестве от 0 до 99 мас.%, например, от 1 до 25 мас.%, предпочтительно от 5 до 10 мас.%

В одном варианте осуществления усиливающая композиция содержит от 1 до 50 мас.% анионного поверхностно-активного вещества (AS) и от 1 до 25 мас.%

поверхностно-активного вещества (2AS). Предпочтительно усиливающая композиция содержит от 5 до 20 мас.% анионного поверхностно-активного вещества (AS) и от 5 до 10 мас.% поверхностно-активного вещества (2AS). Отношение мас.% анионного поверхностно-активного вещества (AS) к мас.% поверхностно-активного вещества (2AS) в усиливающей композиции может находиться в диапазоне от 0,9 до 2,5, предпочтительно в диапазоне от 1,2 до 1,9.

Усиливающая композиция может содержать дополнительные поверхностно-активные вещества, растворители, такие как вода, консерванты, вспомогательные вещества для повышения стабильности композиции, соли, такие как соли натрия, калия, аммония, магния и кальция, и деэмульгаторы, такие как сополимеры этоксилата и пропоксилата.

Усиливающая композиция может содержать воду; она может содержать от 0 до 99 мас.% воды, предпочтительно от 40 до 70 мас.% воды.

Усиливающая композиция может содержать C1-20, предпочтительно C1-10 алканол, такой как метанол, этанол, пропанол, изопропанол, бутанол, 2-бутанол, изобутанол, трет-бутанол, амиловый спирт или гексанол. Предпочтительно усиливающая композиция содержит метанол. Усиливающая композиция может содержать от 0 до 99 мас.% C1-20-алканола, предпочтительно C1-10-алканола. Предпочтительно она содержит от 1 до 20 мас.% и наиболее предпочтительно от 5 до 15 мас.% алканола. Усиливающая композиция может содержать от 5 до 15 мас.% метанола.

Усиливающая композиция может содержать алканоламин. Алканоламин может представлять собой моноалканоламин, диалканоламин или триалканоламин, например моноэтаноламин, диэтаноламин, триэтаноламин, пропаноламин, изопропаноламин, диизопропаноламин, дигликольамин, N-метилдиэтаноламин, N-метилэтаноламин, 4-амино-1-бутанол. Усиливающая композиция может содержать от 0 до 20 мас.% алканоламина, например, от 0,01 до 10 мас.%, предпочтительно от 0,1 до 5 мас.%.

В способе первого аспекта жидкость для гидроразрыва (ΥΥ) предпочтительно получают, как описано во втором аспекте, описанном ниже.

В первом варианте осуществления, в котором композиция понизителя трения содержит суспензию, например, содержащую порошок, содержащийся в масле, порошок предпочтительно содержит полимер (С). По меньшей мере, 90 мас.%,

предпочтительно, по меньшей мере, 99 мас.% порошка предпочтительно включает полимер (С), предпочтительно исключая любую воду, которая может быть связана с полимером (С).

Полимер (С) предпочтительно является водорастворимым; предпочтительно, чтобы он был практически нерастворим в масляной фазе композиции понизителя трения. Предпочтительно он растворим в воде, например, в концентрации по меньшей мере 10, 20 или 30 мас.%.

Водорастворимый полимер (С) предпочтительно включает атомы кислорода; он предпочтительно способен образовывать водородные связи с водой.

Водорастворимый полимер (С) может включать один или более фрагментов, предпочтительно в повторяющемся звене, выбранных из $-C(O)NH_2$, $-COO^-$, $-O-$ и четвертичного аммония, например алкил четвертичного аммония, такой как $-N^+(CH_3)_3$ фрагменты. Фрагмент $-C(O)NH_2$ может быть частью акриламидного повторяющегося звена. Фрагмент $-COO^-$ может быть частью повторяющегося звена акрилата (например, соли акриловой кислоты). Фрагмент $-O-$ может быть частью эфирного или гидроксильного фрагмента.

В одном варианте осуществления полимер (С) представляет собой полиэтиленоксид. Он может иметь среднемассовую молекулярную массу от 100000 до 20000000 дальтон, например от 1000000 до 10000000 дальтон.

В предпочтительном варианте осуществления полимер (С) включает акриламидное повторяющееся звено. Предпочтительно это полиакриламид и, более предпочтительно, частично гидролизованный полиакриламид. Предпочтительно полимер (С) представляет собой ионный полиакриламид. Полимер (С) может включать от 0 до 50 мольных %, предпочтительно от 5 до 40 мольных %, более предпочтительно от 10 до 30 мольных % ионных повторяющихся звеньев. Баланс соответственно включает неионогенные акриламидные повторяющиеся звенья. Хотя полимер (С) может представлять собой анионный или катионный полиакриламид, он предпочтительно представляет собой анионный полиакриламид.

Полимер (С) предпочтительно включает повторяющееся звено, которое включает акриламид, например, формулы I, описанной выше.

В среднем отношении количества других повторяющихся звеньев в полимере (С) к количеству повторяющихся звеньев формулы I может быть меньше 0,6, 0,5,

0,4, 0,3 или 0,2. Это отношение может составлять по меньшей мере 0,0025, по меньшей мере 0,005, по меньшей мере 0,05 или по меньшей мере 0,1.

Полимер (С) может включать повторяющееся звено, которое включает акрилатный, сульфонатный или пирролидоновый фрагмент, например акрилатную или сульфонатную соль. Полимеры, которые включают сульфонатные соли, могут быть предпочтительными, когда композиция используется с водой, которая включает высокие уровни ионов жесткости, как описано выше.

Полимер (С) может включать повторяющееся звено формулы I, как описано выше, в комбинации с:

- 10 – повторяющимся звеном, включающим фрагмент формулы II, как описано выше; или
- повторяющимся звеном, включающим фрагмент винилпирролидона; или
- повторяющимся звеном, включающим фрагмент формулы III, как описано выше;

где R^1 и R^2 независимо выбраны из атома водорода и необязательно замещенной алкильной группы. Необязательно замещенная алкильная группа может формировать электрически нейтральную гидрофобную группу. Необязательно замещенная алкильная группа может включать фрагмент $-SO_3R^3$, где R^3 выбран из атома водорода и катионного фрагмента, например, катиона щелочного металла, особенно Na^+ . Необязательно замещенная алкильная группа может включать от 1 до 36, предпочтительно от 1 до 20, более предпочтительно от 1 до 10 атомов углерода.

Полимер (С) может быть получен из одного или более из следующего:

Катионные мономеры – хлорид метакрилоилоксиэтилтриметиламмония, хлорид метакриламидопропилтриметиламмония, хлорид акрилоилоксиэтилтриметиламмония, хлорид диметилдиаллиламмония;

Анионные мономеры – акрилат натрия, 2-акриламидо-2-метилпропансульфонат натрия;

Неионогенные мономеры – акриламид, метакриламид, N,N-диметилакриламид, винилпирролидон.

Полимер (С) может включать одновалентный (например, NH_4^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ или Cs^+), двухвалентный (например, Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} или

Zn²⁺) или трехвалентные (например, катионы Fe³⁺ или Al³⁺). Предпочтительно он включает одновалентные катионы, причем Na⁺ является предпочтительным.

Полимер (С) предпочтительно включает повторяющиеся звенья акриламида и повторяющиеся звенья акрилата, например акрилата натрия.

5 Полимер (С) может иметь молекулярную массу по меньшей мере 200000 дальтон, предпочтительно по меньшей мере 500000 дальтон, предпочтительно по меньшей мере 1000000 дальтон. Молекулярная масса может составлять менее 50000000 дальтон или менее 30000000 дальтон. Молекулярная масса может быть измерена, как описано выше.

10 Примеры полимера (С) включают твердые (порошковые) полиакриламиды, включая KemFlow A-5156, KemFlow A-5157, KemFlow A-5251, KemFlow A-5252, KemFlow A-5253, KemFlow A-5254, KemFlow A-5351, KemFlow A-5352, KemFlow A-5353, KemFlow A-5354, KemFlow A-5356 (Kemira, Атланта, Джорджия, США); Sedifloc 7030НМ, Sedifloc 7030ННМ (3F Chimica, Шарлотт, Северная Каролина, США).

15 В первом варианте осуществления частицы полимера (С) предпочтительно диспергированы в масляной фазе, предпочтительно в виде твердых дискретных частиц. Частицы могут быть в форме порошка, гранул или хлопьев. Если не указано иное, размеры частиц измеряют, как описано ниже. Частицы предпочтительно имеют средний диаметр частиц по меньшей мере 100 мкм, по меньшей мере 200 мкм или по меньшей мере 300 мкм. Средний диаметр частиц может быть менее 1000 мкм, например, менее 700 мкм или менее 500 мкм.

20 По меньшей мере 90 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 98 мас.%, более предпочтительно около 100 мас.% частиц водорастворимого полимера (С) имеют диаметр более 1 мкм, более 10 мкм или более 20 мкм. Частицы водорастворимого полимера (С) предпочтительно имеют диаметр менее 2000 мкм или менее 1100 мкм.

Частицы предпочтительно включают по меньшей мере 85 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 95 мас.% полимера (С). Частицы могут включать менее 15 мас.%, предпочтительно менее 5 мас.% воды.

30 Во втором варианте осуществления, где композиция понизителя трения содержит обратную эмульсию и/или обезвоженную эмульсию, композиция понизителя трения может содержать жидкость (D), содержащую масляную фазу и

полимер (B). Соответственно, полимер (B) диспергируют в масляной фазе, образуя эмульсию.

Композиция понизителя трения может быть добавлена к жидкости на водной основе, например, содержащей воду, для получения жидкости для гидроразрыва, которую можно использовать при гидроразрыве подземного пласта. Водная жидкость может быть предшественником жидкости для гидроразрыва (XX). Композицию понизителя трения предпочтительно применяют для снижения коэффициента трения жидкости на водной основе (например, предшественника жидкости для гидроразрыва (XX) [или жидкости для гидроразрыва (XX) или жидкости для гидроразрыва (YY)]) во время турбулентного движения жидкости, например, при гидравлическом разрыве подземного пласта. Как следствие, насос, используемый для нагнетания жидкости для гидроразрыва (YY), может работать с пониженной скоростью и/или давлением; или для заданного давления насоса на поверхность трещины может быть передано большее давление от насоса. Композиция понизителя трения подходит для снижения трения или сопротивления за счет подавления турбулентности, присутствующей в воде с высоким градиентом скорости, и, следовательно, вода может перекачиваться с более высокой скоростью.

Жидкость (D) может содержать по меньшей мере 15 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 25 мас.% масляной фазы. Жидкость (D) может включать менее 70 мас.% или менее 50 мас.% масляной фазы. Полимер (B) предпочтительно диспергирован в масляной фазе.

Жидкость (D) может содержать по меньшей мере 15 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 25 мас.% полимера (B). Она может включать менее 50 мас.% или менее 40 мас.% полимера (B). Вышеупомянутое количество полимера (B) предпочтительно представляет собой количество в пересчете на сухое вещество.

Полимер (B) предпочтительно является гидратированным. Например, полимер (B) может включать до 70 мас.%, 60 мас.%, 50 мас.% или 40 мас.% воды. Полимер (B) предпочтительно включает по меньшей мере 10 мас.%, по меньшей мере 14 мас.% или по меньшей мере 20 мас.% воды. В жидкости (D) полимер (B) предпочтительно представляет собой гидратированный полимер, диспергированный в масляной фазе. Гидратированный полимер предпочтительно находится в форме микронных или субмикронных частиц (например, от 0,1 мкм до 100 мкм, предпочтительно от 0,5 мкм до 10 мкм). Обратная эмульсия

предпочтительно включает поверхностно-активное вещество для стабилизации эмульсии.

Жидкость (D), например, в форме обратной эмульсии, может содержать по меньшей мере 15 мас.% воды, предпочтительно по меньшей мере 20 мас.% воды.

5 Она может включать менее 40 мас.% воды. Вода может гидратировать полимер (B).

Во втором варианте предпочтительно жидкость (D) представляет собой эмульсию, которая включает от 15 до 40 мас.% масляной фазы, от 15 до 40 мас.% полимера (B) и от 15 до 40 мас.% воды. Жидкость (D) может включать от 1 до 10 мас.% поверхностно-активного вещества (веществ).

10 Жидкость (D) может быть выбрана из широкого ряда полиакриламидов эмульсионного типа, включая, например, KemFlow A-4251, KemFlow A4355, KemFlow A-4356, KemFlow A-4358, KemFlow A-4361, KemFlow A-4366 (Kemira, Атланта, Джорджия, США); FLOJET DR-7000, FLGJET DR-3046 (SNF, Райсборо, Джорджия, США); Sedifloc 320A и Sedifloc, 331A (3F Chimica, Шарлотта, Северная Каролина, США), содержащие анионит; и Alcomer-788 и Alcomer-889 (BASF, Florham Park, Нью Джерси, США) в виде катионных эмульсий полиакриламида.

Масляная фаза композиции понизителя трения предпочтительно включает гидрофобную жидкость, которая предпочтительно является инертной. Гидрофобная жидкость может быть углеводородом. Он может быть выбран из парафиновых углеводородов, нафтеновых углеводородов, ароматических углеводородов, бензола, ксилола, толуола, минеральных масел, дизельного топлива, биодизельного топлива, керосинов, нефти (включая гидроочищенную нефть), вазелинов, изопарафиновых растворителей с разветвленной цепью, углеводородов с разветвленной цепью, насыщенных, линейных и/или разветвленных парафиновых углеводородов и их комбинаций. Жидкость может включать натуральное, модифицированное или синтетическое масло; или растительное масло, такое как 25 масло канолы, кокосовое масло, рапсовое масло и т.п.

Когда жидкость (D), например, обратная эмульсия, стабилизирована поверхностно-активным веществом, поверхностно-активное вещество может иметь значение гидрофильно-липофильного баланса (HLB, от англ. hydrophilic-lipophilic balance) от 2 до 10, в некоторых случаях от 3 до 9 и в другие случаях между 3 и 7. 30

Используемый в данной работе HLB рассчитывается с использованием известного в данной области метода расчета значения на основе химических групп

молекулы. Метод использует следующее уравнение:

$$HLB=7+m \cdot Hh+n \cdot Hl$$

- где m представляет собой число гидрофильных групп в молекуле, Hh представляет собой значение HLB гидрофильных групп, n представляет число липофильных групп в молекуле, а Hl представляет собой значение HLB липофильных групп.

Неограничивающие примеры подходящих поверхностно-активных веществ включают:

- сложные эфиры жирных кислот моно-, ди- и полиглицеринов, например монолеат, диолеат, моностеарат, дистеарат и пальмитостеарат. Эти сложные эфиры могут быть получены, например, путем этерификации моно-, ди- и полиглицеринов или смесей полигидроксильированных спиртов, таких как этиленгликоль, диэтиленгликоль, дипропиленгликоль, 1,4-бутандиол, 1,2,4-бутантриол, глицерин, триметилпропан, сорбит, неопентилгликоль и пентаэритрит;
- сложные эфиры жирных кислот и сорбитана, например сорбитанмонолеат, сорбитандиолеат, сорбитантриолеат, сорбитанмоностеарат и сорбитантристеарат;
- сложные эфиры жирных кислот и маннита, например монолаурат маннита или монопальмитат маннита;
- сложные эфиры жирных кислот и пентаэритрита, например пентаэритритмономиристанат, пентаэритритмонопальмитат и пентаэритритдипальмитат;
- сложные эфиры жирных кислот и сорбитана полиэтиленгликоля, более конкретно моноолеаты;
- сложные эфиры жирных кислот полиэтиленгликоля и маннита, более конкретно моноолеаты и триолеаты;
- сложные эфиры жирных кислот и глюкозы, например моноолеат глюкозы и моностеарат глюкозы;
- триметилпропана дистеарат;

- продукты реакции изопропиламида с олеиновой кислотой;
- эфиры жирных кислот сорбитана глицерина;
- этоксилированные алкиламины;
- гексадецилфталат натрия;
- 5 – децилфталат натрия; и
- маслорастворимые алканоламиды.
- поверхностно-активные полимеры, такие как эмульгаторы сополимера этиленоксида и пропиленоксида АВА; и
- натуральные поверхностно-активные вещества растительного или животного
- 10 происхождения, такие как фосфолипиды.

Подходящие активные агенты включают те, которые продаются под товарными знаками SPAN™ и TWEEN™.

Общее количество поверхностно-активных веществ в жидкости (D), например, в обратной эмульсии, может составлять по меньшей мере примерно 0,1

15 мас.%, по меньшей мере 0,5 мас.% или по меньшей мере 1 мас.%. Общее количество может составлять 10 мас.%, или менее 5 мас.%, или менее 2,5 мас.%.

В третьем варианте осуществления композиция понизителя трения может содержать обратную эмульсию и/или обезвоженную эмульсию, где порошок содержится в масляной фазе эмульсии. В этом случае композиция понизителя

20 трения может содержать жидкость (D), содержащую масляную фазу и полимер (C) в форме частиц (например, порошка), которые диспергированы и/или суспендированы в масляной фазе, как описано в первом аспекте. Предпочтительно жидкость для гидроразрыва (YY) включает композицию понизителя трения согласно третьему варианту осуществления и усиливающую композицию, как описано в данной работе.

25 Предпочтительно она содержит композицию понизителя трения в соответствии с третьим вариантом осуществления и усиливающую композицию, содержащую от 1 до 50 мас.% анионного поверхностно-активного вещества (AS), от 1 до 25 мас.% поверхностно-активного вещества (2AS), от 1 до 20 мас.% алканола и от 0,01 до 10 мас.% алканоламина.

30 В композиции понизителя трения соотношение (X), определяемое как

массовая часть (также обозначаемая как м.ч.) жидкости (D) (например, обратной эмульсии), деленная на массовую часть указанных частиц, обычно находится в диапазоне от 1 до 12, предпочтительно в диапазоне от 2 до 10, более предпочтительно в диапазоне от 3 до 8.

5 В композиции понизителя трения соотношение (Y), определяемое как массовая часть полимера (B), деленная на массовую часть полимера (C), обычно находится в диапазоне от 5:1 до 1:5, предпочтительно от 3:1 до 1:3, более предпочтительно в диапазоне от 2:1 до 1:2.

10 В композиции понизителя трения соотношение (Z), определяемое как массовая часть масляной фазы, деленная на массовую часть полимера (C), обычно находится в диапазоне от 0,1 до 2, предпочтительно от 0,1 до 1,2, более предпочтительно от 0,3 до 1,0.

15 Композиция понизителя трения может включать суспендирующий агент для облегчения суспендирования гранул в композиции. Композиция может включать менее 1 мас.%, например менее 0,75 мас.% суспендирующего агента. Она может включать по меньшей мере 0,1 мас.% суспендирующего агента.

Суспендирующий агент может быть органофильным. Предпочтительно он является нерастворимым в жидкости для гидроразрыва (XX). Предпочтительно это глина, например органофильная глина.

20 Органофильная глина, которая связывается с маслянистыми поверхностями и отталкивает водные поверхности, может быть продуктом реакции очищенной смектитовой глины (такой как гекторит, бентонит, аттапульгит, сепиолит, монтмориллонат и т. д.) и четвертичной аммониевой соли. Она включает глину с покрытием (или лигнит), такую как глина, покрытая четвертичным амином жирной
25 кислоты. Покрытие придает глине диспергируемость в масле. Примеры органофильных глин включают глины, раскрытые в патентной публикации US 20070197711 и патентной публикации US 20100305008, включенные в настоящий документ посредством ссылки. Сюда включены органобентониты, такие как глины BENTONE® от Elementis Specialties, Inc. и Claytone SF, продукт компании
30 Southern Clay Products. Кроме того, такие органофильные глины могут представлять собой ионообменные глины; см., например, патентную публикацию US 20010056149, включенную в настоящий документ посредством ссылки.

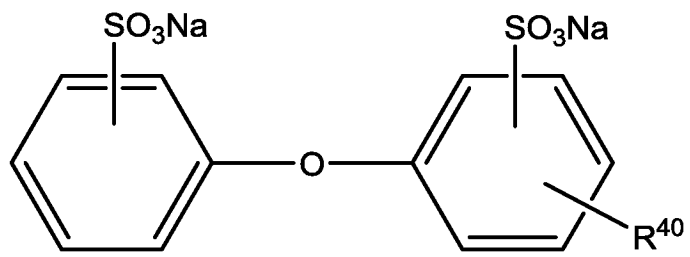
Жидкость для гидроразрыва (XX) предпочтительно приводят в контакт с

водой до или после этапа (ii) способа для получения жидкости для гидроразрыва (YY). В результате контакта и/или смешивания с водой любая включенная обратная эмульсия может инвертироваться, и образовавшаяся таким образом жидкость для гидроразрыва проявляет более низкое трение при использовании по сравнению с трением только воды.

Вода, используемая в способе и/или составляющая основную часть жидкости для гидроразрыва (YY), описанной в данной работе, может быть получена из любого подходящего источника. Это может быть питьевая вода, поверхностная вода, морская вода, рассол, вода обратного притока (оборотная вода), вода водоносного горизонта или пластовая вода. Ссылки в данной работе на количества воды, особенно в контексте воды, которая составляет основную часть описываемой жидкости для гидроразрыва, соответствующим образом относятся к воде, включая компоненты, присутствующие в источнике воды, такие как растворенные соли, обнаруживаемые в морской воде.

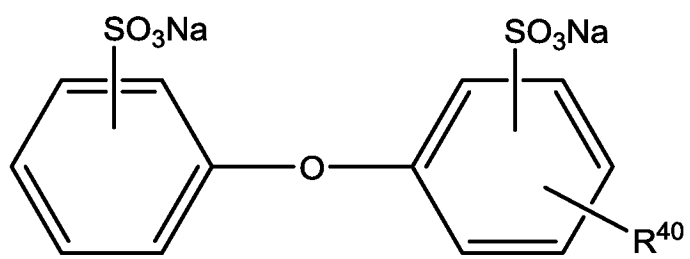
Вода, которая составляет основную часть жидкости для гидроразрыва, может иметь общее количество растворенных твердых веществ (TDS, от англ. Total Dissolved Solids) по меньшей мере 2000 частей на миллион, по меньшей мере 3000 частей на миллион, по меньшей мере 5000 частей на миллион, по меньшей мере 10000 частей на миллион, по меньшей мере 50000 частей на миллион, по меньшей мере 80000 частей на миллион, при по меньшей мере 100 000 частей на миллион или по меньшей мере 150000 частей на миллион.

Квалифицированный специалист может выбрать подходящее анионное поверхностно-активное вещество (AS) на основе общего количества растворенных в воде твердых веществ. В одном варианте осуществления, где вода, составляющая основную часть жидкости для гидроразрыва (YY), имеет низкий уровень общего количества растворенных твердых веществ, например, менее 80000 частей на миллион, менее 10000 частей на миллион, например, менее 3000 частей на миллион, предпочтительно, чтобы анионное поверхностно-активное вещество (AS) представляло собой поверхностно-активное вещество формулы:



где R⁴⁰ представляет собой C10-C16, предпочтительно C12-16, алкильную группу.

В другом варианте осуществления вода, которая составляет основную часть жидкости для гидроразрыва, может поступать из источника с более высоким
 5 уровнем общего количества растворенных твердых веществ. Например, вода может быть рассолом, водой обратного притока или пластовой водой. Такая вода может иметь общее количество растворенных твердых веществ по меньшей мере 5000 частей на миллион, предпочтительно по меньшей мере 50000, особенно по
 10 меньшей мере 80000. В этом случае предпочтительно, чтобы анионное поверхностно-активное вещество (AS) представляло собой поверхностно-активное вещество формулы:



где R⁴⁰ включает менее 13 атомов углерода, например, это может быть C6-C12
 (предпочтительно незамещенная) алкильная группа, особенно C10-12
 15 (предпочтительно незамещенная) алкильная группа.

Способ может включать приготовление жидкости для гидроразрыва (YY), которая включает от 25 до 5000 частей на миллион, от 25 до 1000 частей на миллион или от 250 до 1000 частей на миллион жидкости для гидроразрыва (XX) в водной жидкости, например, в воде.

20 В способе в жидкость для гидроразрыва (YY) могут быть включены другие добавки (в дополнение к анионному поверхностно-активному веществу (AS)). Указанные другие добавки могут быть выбраны из ингибиторов коррозии, добавок для регулирования содержания железа, таких как лимонная кислота или этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА), хелатирующих агентов, кислот, частиц

порпанта (расклинивающего агента), кислот, добавок для регулирования водоотдачи, биоцидов и ингибиторов образования отложений, добавок для регулирования глинистости, пенообразователей, ингибиторов парафина, гелеобразующих агентов, добавок для регулирования рН, буферов, сшивающих агентов, окислители, ферментов и агентов, разрушающих гель.

Предпочтительно на определенном этапе способа вводят один или более пропантов (расклинивающих агентов), чтобы образовать компонент жидкости для гидроразрыва (YY). Пропант может иметь размер частиц по меньшей мере 140 меш США (0,105 мм); он может иметь размер менее 5 меш США (примерно 4 мм). Пропант может быть выбран из песка, бокситов и искусственных материалов средней или высокой прочности. Пропант предназначен для ограничения смыкания трещины при снятии гидравлического давления, вызвавшего трещину.

Предпочтительно, на определенном этапе способа жидкость для гидроразрыва (YY) включает от 2,9 до 54 мас.%, например, от 5 до 40 мас.% пропантов.

В соответствии со вторым аспектом изобретения предложена жидкость для гидроразрыва (YY) (например, жидкость для гидроразрыва с применением реагента на водной основе для снижения поверхностного натяжения), причем жидкость для гидроразрыва включает:

- жидкость для гидроразрыва (XX);
- анионное поверхностно-активное вещество (AS); и
- воду.

Жидкость для гидроразрыва (XX) может быть такой, как описано в первом аспекте. Анионное поверхностно-активное вещество (AS) может быть таким, как описано в первом аспекте. Жидкость для гидроразрыва (YY) может быть такой, как описано в первом аспекте.

Жидкость для гидроразрыва (YY) может включать второе анионное поверхностно-активное вещество (называемое «поверхностно-активное вещество 2AS»), как описано в первом аспекте.

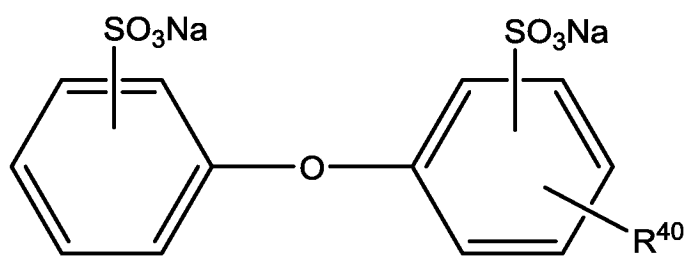
Жидкость для гидроразрыва (YY) может включать пропант, как описано в первом аспекте.

Жидкость для гидроразрыва (YY) (без учета любого и всего пропанта,

который может быть включен в жидкость) может включать по меньшей мере 99 мас.% воды.

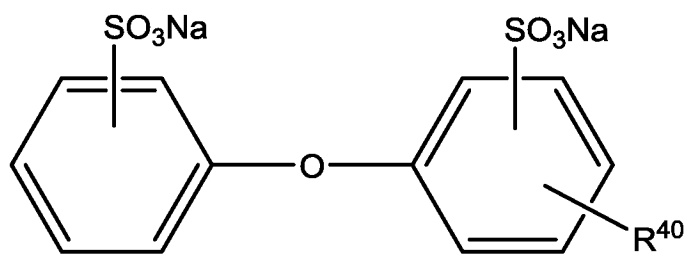
В первом предпочтительном варианте осуществления второго аспекта жидкость для гидроразрыва (XX) может содержать композицию понизителя трения, как описано в третьем варианте осуществления первого аспекта, при этом композиция понизителя трения содержит обратную эмульсию и/или обезвоженную эмульсию, где порошок содержится в масляной фазе эмульсии.

Во втором предпочтительном варианте осуществления второго аспекта жидкость для гидроразрыва (XX) может включать воду с общим количеством растворенных твердых веществ более 10000 частей на миллион, а анионное поверхностно-активное вещество (AS) имеет формулу:



где R^{40} представляет собой алкильную группу, особенно C10-12 (предпочтительно незамещенную) алкильную группу.

В третьем предпочтительном варианте осуществления второго аспекта жидкость для гидроразрыва (XX) может включать воду с общим количеством растворенных твердых веществ менее 84000 частей на миллион, а анионное поверхностно-активное вещество (AS) имеет формулу:



где R^{40} представляет собой алкильную группу, особенно C14-16 (предпочтительно незамещенную) алкильную группу.

В соответствии с третьим аспектом изобретения предложена композиция, содержащая анионное поверхностно-активное вещество (AS) и поверхностно-

активное вещество (2AS), каждое из которых является таким, как описано в первом аспекте.

Композиция может представлять собой усиливающую композицию, описанную в первом аспекте.

- 5 Композиция может включать водорастворимый полимер (B), как описано в первом аспекте. Композиция может включать масляную фазу, как описано в первом аспекте.

10 В соответствии с четвертым аспектом изобретения предложен способ гидроразрыва подземного пласта, включающий приведение пласта в контакт с жидкостью для гидроразрыва (YY), приготовленной способом по первому аспекту и/или как описано во втором аспекте, и/или включающей композицию, как описано в третьем аспекте.

15 Способ предпочтительно включает гидроразрыв подземного пласта, через который проходит скважина, путем закачки в скважину жидкости для гидроразрыва (YY) под давлением, достаточным для создания и/или расширения сети трещин.

20 В соответствии с пятым аспектом изобретения предложено применение анионного поверхностно-активного вещества (AS) и/или усиливающей композиции, как описано в данной работе, для улучшения эксплуатационных характеристик жидкости для гидроразрыва (XX) и/или композиции понизителя трения, как описано в данной работе.

В соответствии с шестым аспектом изобретения предложен узел, расположенный рядом с подземным пластом и выполненный с возможностью доставки жидкости для гидроразрыва (YY), как описано в первом аспекте, в пласт, причем узел содержит:

- 25 (I) емкость, содержащую композицию понизителя трения в соответствии с первым аспектом;
- (II) емкость, содержащую анионное поверхностно-активное вещество (AS), например, усиливающую композицию, согласно первому аспекту;
- 30 (III) жидкость на водной основе, которая может быть предшественником жидкости для гидроразрыва (XX), как описано в первом аспекте;
- (IV) насос (PI) для дозирования из емкости композиции понизителя трения,

подходящей для образования по меньшей мере части жидкости для гидроразрыва (YY);

(V) насос (P2) для дозирования из емкости анионного поверхностно-активного вещества (AS), например, усиливающей композиции, подходящей для образования по меньшей мере части жидкости для гидроразрыва (YY);

(VI) трубопровод для подачи жидкости для гидроразрыва (YY) в пласт; и

(VII) насос (P3) для нагнетания жидкости для гидроразрыва (YY) через трубопровод в пласт.

Любой признак или любой аспект любого изобретения или варианта осуществления, описанного в данной работе, может быть объединен с любым признаком любого аспекта любого другого изобретения или варианта осуществления, описанного в данной работе, с соответствующими изменениями.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Конкретные варианты осуществления изобретения далее будут описаны в качестве примера со ссылкой на прилагаемые графические материалы, на которых:

Фиг. 1 и 2 представляют собой графики зависимости вязкости от времени для указанных смесей; и

На Фиг. с 3 по 7 представлены графики снижения трения в зависимости от времени для указанных смесей.

СВЕДЕНИЯ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ВОЗМОЖНОСТЬ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Далее упоминаются следующие материалы:

Эмульсионный полимер (ЭП) - коммерчески доступная эмульсионная композиция понизителя трения, поставляемая как HiRate 605, доступная от фирмы Independence Oilfield Specialties и содержащая примерно 20 мас.% анионного частично гидролизованного полиакриламидного сополимера, присутствующего в виде обратной эмульсии с водой и поверхностно-активным веществом в количестве примерно 25 мас.% от непрерывной масляной фазы, включающей гидроочищенный дистиллят легкой нефти.

Органофильная глина (ОС) - Claytone SF от фирмы ВУК.

Гранулированный полиакриламид (ГП) - коммерчески доступная композиция понизителя трения в виде частиц, содержащая >90% анионного частично гидролизованного сополимера полиакриламида. Материал имеет объемный медианный диаметр частиц 320,8 мкм, объемный средний диаметр частиц 323,2 мкм, размер самых крупных частиц составляет 948 мкм, а наименьших - 27,4 мкм. Анализ проводили с использованием лазерного анализатора размера частиц Beckman Coulter LS13320.

DPDS - относится к динатриевой соли бензолсульфоновой кислоты, децил(сульфофенокси)-, продаваемой как Dowfax 3B2 (товарный знак).

10 TPDPDS относится к производным бензола, 1,1'-оксибис-, тетрапропилена, сульфированной натриевой соли.

HDPDS - относится к бензолсульфоновой кислоте, гексадецил(сульфофенокси)-, динатриевой соли.

15 DDPDS - относится к производным 1,1'-оксибисбензолтетрапропилена, сульфированной натриевой соли.

LAS, соль MEA – относится к додецилбензолсульфонату, моноэтаноламиновой соли.

TMAC - относится к хлориду триметиламмония.

Аминокарбоксилат динатрия - относится к кокоамфодипропионату динатрия.

20 Пример 1

Приготовление водорастворимых полимерных композиций для испытаний

25 Существует 4 типа эмульсий/полимеров, используемых для скрининга эксплуатационных характеристик усиливающей композиции; эмульсионный полимер (ЭП), ЭП с гранулированным полиакриламидом (ГП), суспензия и сухой полиакриламид. Следующие композиции, от В до D, были приготовлены путем смешивания компонентов, описанных в Таблице 1. В процедуре смешивания использовали верхнеприводную мешалку, смесительную лопасть и химический стакан.

30 Первую композицию, В, смешивают в основном при перемешивании со средней скоростью (500-1000 об/мин), сначала добавляют масло, а затем систему

поверхностно-активных веществ. Затем к масляной смеси добавляют эмульсионный полимер (ЭП). Затем добавляют глину и продолжают перемешивание для диспергирования и активации глины. Добавляют гранулированный полиакриламид (ГП) и перемешивают до тех пор, пока композиция не станет однородной, без комков. Наконец, если применимо, добавляют стабилизирующую систему и перемешивают до однородности. Смесь хранят в условиях окружающей среды в сухом герметичном контейнере.

Два последних композиции, С и D, смешивают со скоростью смешивания 550 об/мин. В стакан добавляют масло, а затем глину, которой дают полностью диспергироваться и активироваться. Затем добавляют систему поверхностно-активных веществ и перемешивают в течение 10 минут. Добавляют ГП и перемешивают до образования гладкой однородной суспензии без комков. Композицию хранят в условиях окружающей среды в сухом герметичном контейнере до тех пор, пока она не понадобится.

15

Таблица 1

КОМПОЗИЦИИ ПОЛИМЕРОВ					
Идентификатор композиции	Эмульсионный полимер (мас.%)	Органофильная глина (мас.%)	Гранулированный полиакриламид (мас.%)	Система поверхностно-активных веществ (мас.%)	Минеральное масло (мас.%)
A	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B	68,80	0,70	20,00	4,50	6,00
C	0,00	2,25	50,00	0,42	47,33
D	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00

Пример 2Общая методика приготовления водных рассолов.

Три синтетических рассола (солевых раствора) были смешаны и использованы для испытаний эксплуатационных характеристик усиливающей композиции. Таблицы 2 и 3 показывают двухвалентные смеси, используемые для каждого рассола. Сосуд для смешивания, такой как мерная колба или 5-галлонное (18,93 литровое) ведро, для начала заполняли деионизированной водой примерно

20

на две трети. В зависимости от размера сосуда для смешивания используется магнитная мешалка и мешалка или подвесной смеситель, чтобы создать воронку для адекватного перемешивания солей. Соли взвешивали в процентном соотношении к конечному объему и добавляли по боковой стенке воронки для обеспечения полного растворения. Как только все соли были добавлены в воду, в 5 сосуд добавляли последнюю треть воды и тщательно перемешивали.

Таблица 2

Качество воды – 2475 TDS*	
Ион	Концентрация иона (части на миллион)
Na^+ ^(a)	331
Sr^{2+} ^(b)	10
K^+ ^(c)	23
Mg^{2+} ^(d)	186
Ca^{2+} ^(e)	300
Cl^-	879
SO_4^- ^(f)	608
HCO_3^- ^(g)	201

^(a) В форме NaCl

^(b) В виде $\text{SrCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

10 ^(c) В форме KCl

^(d) В форме $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

^(e) В форме $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

^(f) В форме Na_2SO_4

^(g) В форме NaHCO_3

15 *TDS - общее количество растворенных твердых веществ (частей на миллион)

Таблица 3

Качество воды – 84К TDS	
В млн	
Ион	Концентрация иона (части на миллион)
Na ⁺ ^(a)	30,000
Ca ²⁺ ^(b)	3,000
Cl ⁻	51,573

^(a) В форме NaCl

^(b) В форме CaCl₂ · 2H₂O

К - тысячи

5

Таблица 4

Качество воды – 150К TDS	
Ион	Концентрация иона (части на миллион)
Na ⁺ ^(a)	57,500
K ⁺ ^(b)	70
Ca ²⁺ ^(c)	1,888
Mg ²⁺ ^(d)	187
Ba ²⁺ ^(e)	16
Sr ²⁺ ^(f)	244
Cl ⁻	92,830
HCO ₃ ⁻ ^(g)	573
SO ₄ ⁻ ^(h)	75

^(a) В форме NaCl

^(b) В форме KCl

^(c) В форме CaCl₂ · 2H₂O

^(d) В форме MgCl₂ · 2H₂O

^(e) В форме BaCl₂ · 2H₂O

^(f) В форме SrCl₂ · 6H₂O

^(g) В форме NaHCO₃

10

(h) В форме Na_2SO_4

Пример 3

Общая методика испытаний на ингибирование вихреобразования для водорастворимых полимерных композиций.

5 Тест на ингибирование вихреобразования используется для измерения времени закрытия воронки для водорастворимых полимерных систем при введении их в воду при вихревом перемешивании. Скорость закрытия является показателем того, сколько полимера растворяется. Более быстрое закрытие обычно рассматривается как лучшее. Времена закрытия в Таблицах 5-9 определяли путем

10 помещения 100 мл воды в стеклянный химический стакан на 250 мл с магнитной мешалкой. Стакан затем устанавливали на плиту смесителя, используя его в качестве перемешивающего средства для создания воронки со следующими размерами: радиус 1 дюйм и высота 0,5 дюйма. С помощью шприца на боковую

15 стенку воронки быстро вводили водорастворимую полимерную композицию и усилитель эксплуатационных характеристик (бустер), если не указано иное, и измеряли время до полного закрытия воронки, когда воронка больше не демонстрирует провал на поверхности жидкости.

Пример 4

Испытание на ингибирование вихреобразования в воде различного качества

20 Различные поверхностно-активные вещества были испытаны, как описано в Примере 3, с водами с различным общим количеством растворенных твердых веществ (TDS), и результаты представлены ниже:

Таблица 5

Время закрытия в воде с 2475 TDS – композиция В при 2,0 % мас./объем		
Усилитель эксплуатационных характеристик	Количество усилителя эксплуатационных характеристик (части на миллион)	Время закрытия (секунды)
Контроль	0	68
DPDS	217	61
TPDPDS	217	46
HDPDS	217	44
DDPDS	217	43
Ди(2-этилгексил) сульфосукцинат натрия	217	56

Таблица 6

Время закрытия в воде с 84K TDS– композиция В при 2,0 % мас./объем		
Усилитель эксплуатационных характеристик	Количество усилителя эксплуатационных характеристик (части на миллион)	Время закрытия (секунды)
Контроль	0	135
DPDS	217	55
LAS, соль MEA	217	137
TPDPDS	217	81
ТМАС (Сравнительный пример)	217	118
Аминокарбоксилат динатрия	217	116
Ди(2-этилгексил) сульфосукцинат натрия	217	121

Таблица 7

Время закрытия в воде с 150K TDS – композиция В при 2,0 % мас./объем		
Усилитель эксплуатационных характеристик	Количество усилителя эксплуатационных характеристик (части на миллион)	Время закрытия (секунды)
Контроль	0	149
DPDS	217	68

Контрольная композиция В без усилителя эксплуатационных характеристик демонстрирует время закрытия воронки, составляющее 68 секунд, в рассоле с 2475 TDS, которое увеличивается до 135 секунд в рассоле с 84K TDS, и затем до 149 секунд в рассоле с 150K TDS. Это указывает на то, что ионы в воде, особенно двухвалентные ионы, такие как кальций, замедляют растворение полимера. Добавление описанных выше выбранных поверхностно-активных веществ может ускорить время закрытия, указывая на то, что полимер быстрее растворяется во всех трех водах.

10

Пример 5

Тестирование ингибирования вихревого перемешивания с несколькими поверхностно-активными веществами.

DPDS сравнивали с различными поверхностно-активными веществами путем тестирования, как описано в Примере 3, и результаты представлены ниже:

Таблица 8

Время закрытия в воде с 84K TDS– композиция В при 2 % мас./объем		
Усилитель эксплуатационных характеристик	Количество усилителя эксплуатационных характеристик (части на миллион)	Время закрытия (секунды)
-	0	135
DPDS	150	56
DPDS	1000	59
Этоксилат линейного спирта ^(c)	150	131
Этоксилат линейного спирта ^(c)	1000	99
Этоксилат нонилфенола ^(d)	150	139
Этоксилат нонилфенола ^(d)	1000	53
Сульфат алкилового простого эфира ^(e)	150	139
Сульфат алкилового простого эфира ^(e)	1000	99
DIPSA ^(f)	150	105
DIPSA ^(f)	1000	53
Этоксилат разветвленного спирта ^(g)	150	106
Этоксилат разветвленного спирта ^(g)	1000	70
Этоксилированный диол ^(h)	150	143
Этоксилированный диол ^(h)	1000	77
Силоксан ⁽ⁱ⁾	150	130
Силоксан ⁽ⁱ⁾	1000	97
Альфа-олефиновый сульфонат ^(j)	150	138
Альфа-олефиновый сульфонат ^(j)	1000	82
SDS ^(k)	150	161
SDS ^(k)	1000	125

^(c) Спирты, C12-15, этоксилированные

- (d) 2-[[4-(2,4,4-триметилпентан-2-ил)фенокси]этанол
- (e) Альфа-сульфо-омега-гидроксиполи(окси-1,2-этанидиил)C10-16алкиловых эфиров натриевые соли
- (f) Нафталинсульфокислота, бис(1-метилэтил)-, те производные
- 5 (g) Спирты, C12-C14 - вторичные, этоксилированные
- (h) 2,5,8,11-тетраметил-6-додецин-5,8-диол этоксилат
- (i) Оксиран, 2-метил-, полимер с оксираном, моно(3-(1,3,3,3-тетраметил-1-((триметилсилил)окси)-1-дисилоксанил)пропил)
- (j) Сульфоновые кислоты, C14-16-алкан гидроксид и C14-16-алкен, натриевые соли
- 10 (k) Децилсульфат натрия

В Таблице 8 показано испытание на ингибирование вихреобразования с использованием поверхностно-активного вещества DPDS и известных усилителей эксплуатационных характеристик. Как видно из Таблицы, некоторые поверхностно-активные вещества работают эффективно, а другие нет, или для их работы 15 требуются гораздо более высокие концентрации (1000 частей на миллион).

Пример 6

Испытание на ингибирование вихреобразования для различных композиций водорастворимых полимеров с использованием DPDS в качестве усилителя эксплуатационных характеристик

20 DPDS тестировали с альтернативными композициями полимеров, описанными в Таблице 1, и результаты представлены ниже:

Таблица 9

Время закрытия в воде с 84K TDS-DPDS			
Идентификатор композиции из Таблицы 1	Загрузка полимера (части на триллион)	Количество усилителя эксплуатационных характеристик (части на миллион)	Время закрытия (секунды)
A	11	0	>360
A	11	217	52
B	11	0	135
B	11	217	55
C	11	0	41*
C	11	217	32*
D	11	0	131
D	11	217	89

* Выполнено в синтетическом рассоле с 2K TDS, описанном в Таблице 2.

Таблица 9 показывает значительное сокращение времени закрытия по сравнению с контролем при использовании полимерной эмульсии (композиция А), полимерной эмульсии в комбинации с полимерными частицами (композиция В), полимерной суспензии (композиция С) и только порошка (композиция D) при использовании в комбинации с поверхностно-активным веществом DPDS.

Пример 7

Общая методика испытаний композиций в кольцевом контуре потока

10 Устройство контура потока используется для изучения снижения трения в зависимости от времени. Отсутствие максимального снижения трения и/или быстрого растворения может означать потерю эксплуатационных характеристик полимера, что может повлиять на стоимость и время операции гидроразрыва пласта. Низкие эксплуатационные характеристики полимера также могут повлиять

15 на продуктивность нефтяных скважин, если это влияет на транспортировку пропанта и его размещение в пласте. Используемый контур потока состоял из двух последовательно расположенных 10-футовых (30,48-метровых) труб, одна $\frac{3}{4}$

дюйма, а другая ½ дюйма. Используемая вода поступала из водопровода и хранилась в резервуаре емкостью 5 галлонов (18,93 л), оборудованном верхней мешалкой. Рециркуляция жидкости по трубам и резервуару осуществлялась с помощью винтового насоса 5. Скорость потока в каждом испытании поддерживали постоянной на уровне 10 галлонов/мин (37,85 л/мин). Первоначально тестовую воду закачивали в течение двух минут с постоянной скоростью, чтобы установить базовые данные (контроль). Через две минуты испытуемый понизитель трения добавляли в резервуар-накопитель с 30-секундным интенсивным перемешиванием, чтобы обеспечить равномерное распределение понизителя трения, а также протекание через трубопровод контура потока. Падение давления по длине каждой трубы, расход через каждую трубу и температура жидкости непрерывно регистрировались, при этом данные собирались со скоростью одна точка данных в секунду. По завершении каждого испытания скорость потока, температуру и снижение трения в процентах (рассчитанное как $1 - (\Delta P_{FR} / \Delta P_{\text{воды}})$) наносили на график зависимости от времени.

Пример 8

Эксплуатационные характеристики контура потока композиции В с усилителями эксплуатационных характеристик

Используя процедуру Примера 6, было проведено испытание в контуре потока. Как видно из Таблицы 10 и Фиг. 3, контрольный образец с использованием только полимерной композиции без использования какого-либо усилителя эксплуатационных характеристик (композиция В) имел время инверсии 48 секунд, а максимальное снижение трения в % составило 59,9 % в воде 84К.

Таблица 10

Снижение трения в воде с 84К TDS – композиция В при 0,1 галл./1000 галл.		
Усилитель эксплуатационных характеристик (части на миллион)	Время до 95% снижения трения (секунды)	Максимальный % снижения трения
0	48	59,9

Обращаясь к Таблицам с 11 по 13, следует отметить, что в воде с 2К TDS DPDS показывает улучшения в максимальном снижении трения в %, а также более быстрое растворение полимера в воде. В воде с 84К TDS и 150К DPDS хорошо

работает со значительными улучшениями в максимальном снижении трения и более быстром растворении полимера. В Таблице 12 в качестве усилителя эксплуатационных характеристик был испытан фенол, и данные не показывают значительного преимущества, что противоречит патенту US 5124376, который

5 показывает преимущество инверсии для используемых латексных эмульсий.

Таблица 11

Снижение трения в воде с 2К TDS – композиция В при 0,1 галл./1000 галл.			
Усилитель эксплуатационных характеристик	Количество усилителя эксплуатационных характеристик (части на миллион)	Время до 95% снижения трения (секунды)	Максимальный % снижения трения
-	-	47	68,8
DPDS	217	26	75,0

Таблица 12

Снижение трения в воде с 84К TDS – композиция В при 0,1 галл./1000 галл.			
Усилитель эксплуатационных характеристик	Количество усилителя эксплуатационных характеристик (части на миллион)	Время до 95% снижения трения (секунды)	Максимальный % снижения трения
Этоксилат линейного спирта ^(a) (Сравнительный)	150	47	69,72
	1000	35	70,79
DPDS	150	28	70,21
HDPDS	150	44	63,18
Фенол	217	64	57,9

^(a) Спирты, C12-15, этоксилированные

Таблица 13

Снижение трения в воде с 150K TDS – композиция В при 0,1 галл./1000 галл.			
Усилитель эксплуатационных характеристик	Количество усилителя эксплуатационных характеристик (части на миллион)	Время до 95% снижения трения (секунды)	Максимальный % снижения трения
-	-	68	57,5
DPDS	217	34	68,6

Пример 9Увеличение вязкости с использованием усилителя эксплуатационных характеристик, содержащего додецилбензолсульфонат, соль MEA и DPDS)

- 5 Данные вязкости, показанные на Фиг. 1, были собраны на вискозиметре Grace 3600 при 511 с^{-1} при 20°C в воде с 84K TDS с использованием 1 галл./1000 галл. полимера и усилителя эксплуатационных характеристик (комбинация додецилбензолсульфоната, соли MEA (моноэтаноламина) и DPDS). Как видно на графике, усилитель эксплуатационных характеристик способствует увеличению
- 10 вязкости полимера. Это может быть желательным свойством, так как пропант может более эффективно переноситься и размещаться в пласте во время гидравлического разрыва пласта.

Пример 10Увеличение вязкости с использованием усилителя эксплуатационных характеристик

- 15 Данные вязкости, показанные на Фиг. 2, были собраны на вискозиметре Grace 3600 при 20°C с использованием полимера 1 галл./1000 галл. и усилителя (комбинация додецилбензолсульфоната, соли MEA и DPDS). Как видно на графике, усилитель эксплуатационных характеристик помог композициям А и В увеличить вязкость. Это может быть желательным свойством, так как пропант может более
- 20 эффективно переноситься и размещаться в пласте во время гидравлического разрыва пласта.

Пример 11Данные контура потока для композиции В

На Фиг. 3 представлены базовые данные контура потока для композиции В в рассоле с 84К TDS.

5

Пример 12Данные контура потока для композиции В с DPDS

На Фиг. 4 представлены данные контура потока для композиции В с DPDS, которые показывают, что DPDS обеспечивает преимущество в снижении трения и более быстрое растворение полимера в рассоле с 2К TDS.

10

Пример 13Данные контура потока для композиции В с различными поверхностно-активными веществами.

На Фиг. 5 представлены данные контура потока для композиции В с различными поверхностно-активными веществами, которые показывают, что DPDS обеспечивает лучшее снижение трения и/или более быстрое растворение полимера по сравнению с другими известными усилителями эксплуатационных характеристик, такими как фенол.

15

Пример 14Данные контура потока для композиции В с DPDS в рассоле с 150К TDS.

20

На Фиг. 6 приведены данные контура потока для композиции В с DPDS, который, как установлено, обеспечивает преимущество в снижении трения и позволяет быстрее растворять полимер в рассоле с 150К TDS.

Пример 15Данные контура потока для композиции А с DPDS в водопроводной воде.

25

На Фиг. 7 показана усиливающая комбинация додецилбензолсульфоната, соли MEA и DPDS, которая обеспечивает преимущество в снижении трения и более быстрое растворение полимера в водопроводной воде с использованием композиции А.

Таким образом, приведенные выше данные показывают, что DPDS и другие родственные поверхностно-активные вещества, необязательно в комбинации с додецилбензолсульфонатом, солью MEA (моноэтаноламина) можно использовать в ряде композиций понизителя трения, чтобы обеспечить значительные
5 преимущества, как описано в данной работе.

Изобретение не ограничивается деталями вышеизложенных примеров осуществления. Изобретение распространяется на любой новый элемент или любую новую комбинацию признаков, раскрытых в данном описании (включая любые прилагаемые пункты формулы изобретения, реферат и чертежи), или на
10 любой новый элемент или любую новую комбинацию этапов любого способа или процесса, как описано в данной работе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения жидкости для гидроразрыва (YY), включающий:

(i) выбор анионного поверхностно-активного вещества (AS);

(ii) приведение анионного поверхностно-активного вещества (AS) в контакт с жидкостью для гидроразрыва (XX) или с предшественником жидкости для гидроразрыва (XX).

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что жидкость для гидроразрыва (XX) включает композицию понизителя трения; и/или способ включает этап выбора предшественника жидкости для гидроразрыва (XX) и приведения предшественника в контакт с композицией понизителя трения с получением жидкости для гидроразрыва (XX).

3. Способ по п. 1 или п. 2, отличающийся тем, что композиция понизителя трения содержит суспензию, например, содержащую порошок в масле; или эмульсию, например обратную эмульсию и/или обезвоженную эмульсию; или комбинацию эмульсии и порошка, суспендированного в жидкости; и/или жидкую дисперсию полимера.

4. Способ по п. 2 или п. 3, отличающийся тем, что композиция понизителя трения содержит водорастворимый полимер (B) в комбинации с масляной фазой.

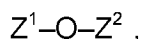
5. Способ по п. 4, отличающийся тем, что полимер (B) включает повторяющиеся звенья необязательно замещенного акриламида и, необязательно, повторяющиеся звенья акрилата, например акрилата натрия.

6. Способ по п. 4 или п. 5, отличающийся тем, что полимер (B) включает необязательно замещенное акриламидное повторяющееся звено; и повторяющиеся звенья на основе акрилата и/или 2-акриламидо-2-метилпропансульфоната (AMPS).

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что анионное поверхностно-активное вещество (AS) представляет собой анионное сульфонатное поверхностно-активное вещество.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что анионное поверхностно-активное вещество (AS) включает фрагмент, имеющий

формулу:



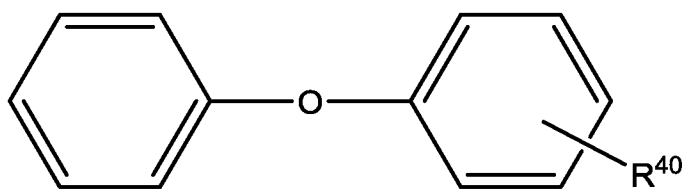
где Z^1 и Z^2 независимо представляют собой необязательно замещенные алкильные или арильные группы, предпочтительно фенильные группы.

5 9. Способ по п. 8, отличающийся тем, что группы Z^1 и Z^2 включают по меньшей мере по меньшей мере 3, предпочтительно по меньшей мере 6 атомов углерода; и/или сумма числа атомов углерода в группах Z^1 и Z^2 находится в диапазоне от 2 до 100, предпочтительно от 18 до 26; и/или по меньшей мере один из Z^1 и Z^2 включает линейную или разветвленную алкильную группу от C4 до C15
10 (предпочтительно C6-C14 и более предпочтительно C8-C12), которая предпочтительно является незамещенной.

10. Способ по п. 8 или п. 9, отличающийся тем, что только один из Z^1 и Z^2 включает алкильную группу.

11. Способ по любому из п.п. 8-10, отличающийся тем, что от 85% до
15 100% молекул поверхностно-активного вещества дисульфированы.

12. Способ по любому из п.п. 8-11, отличающийся тем, что фрагмент формулы Z^1-O-Z^2 имеет общую формулу

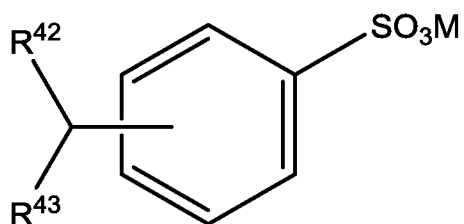


где по меньшей мере одна из фенильных групп является сульфированной и,
20 предпочтительно, по меньшей мере 80% молекул дисульфированы; и/или R^{40} представляет собой C4-C15 (предпочтительно C6-C14 и более предпочтительно C8-C12) линейную или разветвленную алкильную группу, которая является незамещенной.

13. Способ по любому из предшествующих пунктов, включающий
25 приведение жидкости для гидроразрыва (XX) или предшественника жидкости для гидроразрыва (XX) в контакт со вторым анионным поверхностно-активным веществом (называемым «поверхностно-активным веществом (2AS)»), которое предпочтительно выбрано из толуолсульфокислоты или ее солей;

нафталинсульфокислоты или ее солей и алкилбензолсульфонатов; и предпочтительно поверхностно-активное вещество (2AS) представляет собой алкилбензолсульфонат.

14. Способ по п.13, отличающийся тем, что алкилбензолсульфонат имеет
5 общую формулу:



где $R^{42}CHR^{43}$ представляет собой линейную или разветвленную алкильную группу, которая предпочтительно является незамещенной; M представляет собой H, Na или аммониевый фрагмент, полученный нейтрализацией алкилбензолсульфоновой
10 кислоты алканоломином, особенно моноэтаноламином; алкилбензолсульфонат предпочтительно представляет собой додецилбензолсульфонат, особенно натриевую или моноэтаноламиновую соль додецилбензолсульфоновой кислоты.

15. Способ по п. 13 или п. 14, отличающийся тем, что анионное поверхностно-активное вещество (AS) представляет собой часть усиливающей композиции, при этом усиливающая композиция содержит от 1 мас.% до 50 мас. % анионного поверхностно-активного вещества (AS) и от 1 до 25 мас. % поверхностно-активного вещества (2AS).

16. Способ по п. 15, отличающийся тем, что усиливающая композиция содержит от 5 мас.% до 20 мас.% анионного поверхностно-активного вещества (AS) и от 5 мас.% до 10 мас.% поверхностно-активного вещества (2AS); и/или соотношение мас. % анионного поверхностно-активного вещества (AS) к мас.% поверхностно-активного вещества (2AS) в усиливающей композиции находится в диапазоне от 0,9 до 2,5, предпочтительно в диапазоне от 1,2 до 1,9.

17. Способ по любому из предшествующих пунктов, который зависит от
25 пункта 2, отличающийся тем, что композиция понизителя трения содержит суспензию, включающую частицы, содержащиеся в масле, при этом частицы содержат полимер (С), который представляет собой полиэтиленоксид или включает повторяющееся звено, которое включает акриламид.

18. Способ по п. 17, отличающийся тем, что частицы полимера (С) диспергированы в масляной фазе в виде твердых дискретных частиц, например, в форме порошка, гранул или хлопьев.

19. Способ по любому из предшествующих пунктов, который зависит от п. 2, отличающийся тем, что композиция понизителя трения содержит обратную эмульсию и/или обезвоженную эмульсию, при этом композиция понизителя трения содержит жидкость (D), содержащую масляную фазу и полимер (B), диспергированный в масляной фазе с образованием эмульсии.

20. Способ по п. 19, отличающийся тем, что жидкость (D) представляет собой эмульсию, которая включает от 15 мас.% до 40 мас. % масляной фазы, от 15 мас.% до 40 мас. % полимера (B) и от 15 мас.% до 40 мас. % воды.

21. Способ по любому из предшествующих пунктов, который зависит от пункта 2, отличающийся тем, что композиция понизителя трения содержит обратную эмульсию и/или обезвоженную эмульсию, при этом порошок содержится в масляной фазе эмульсии.

22. Способ по п. 21, отличающийся тем, что композиция понизителя трения содержит жидкость (D), содержащую масляную фазу и полимер (С) в форме частиц (например, порошка), которые диспергированы и/или суспендированы в масляной фазе.

23. Способ по любому из предшествующих пунктов, включающий приготовление жидкости для гидроразрыва, которая включает от 25 до 5000 частей на миллион, от 25 до 1000 частей на миллион или от 250 до 1000 частей на миллион жидкости для гидроразрыва (XX) в водной жидкости, например в воде.

24. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что на определенном этапе способа один или более пропантов приводят в контакт с жидкостью для гидроразрыва (XX).

25. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что на определенном этапе способа жидкость для гидроразрыва (XX) и/или жидкость для гидроразрыва (YY) включает от 2,9 мас.% до 54 мас.%, например, от 5 мас.% до 40 мас.% пропантов.

26. Жидкость для гидроразрыва (YY) (например, жидкость для гидроразрыва с применением реагента на водной основе для снижения

поверхностного натяжения), где жидкость для гидроразрыва содержит:

- жидкость для гидроразрыва (XX);
- анионное поверхностно-активное вещество (AS); и
- воду.

5 27. Жидкость для гидроразрыва (YY) по п. 26, отличающаяся тем, что жидкость для гидроразрыва (XX) и анионное поверхностно-активное вещество (AS) независимо представляют собой такие, как описано в любом из п.п. 1-23.

10 28. Жидкость для гидроразрыва (YY) по п. 26 или п. 27, в которую включено второе анионное поверхностно-активное вещество (называемое «поверхностно-активное вещество (2AS)»), при этом поверхностно-активное вещество (2AS) является таким, как описано в любом из п.п. 1-25.

29. Жидкость для гидроразрыва (YY) по любому из п.п. 26-28, отличающаяся тем, что жидкость для гидроразрыва (YY) включает пропант, как описано в любом из п.п. 1-25.

15 30. Композиция, например усиливающая композиция, содержащая анионное поверхностно-активное вещество (AS) и поверхностно-активное вещество (2AS), каждое из которых соответствует описанному в любом из п.п. 1-25.

20 31. Способ гидроразрыва подземного пласта, включающий приведение пласта в контакт с жидкостью для гидроразрыва (YY), полученной способом по любому из п.п. 1-25 или как описано в любом из п.п. 26-29.

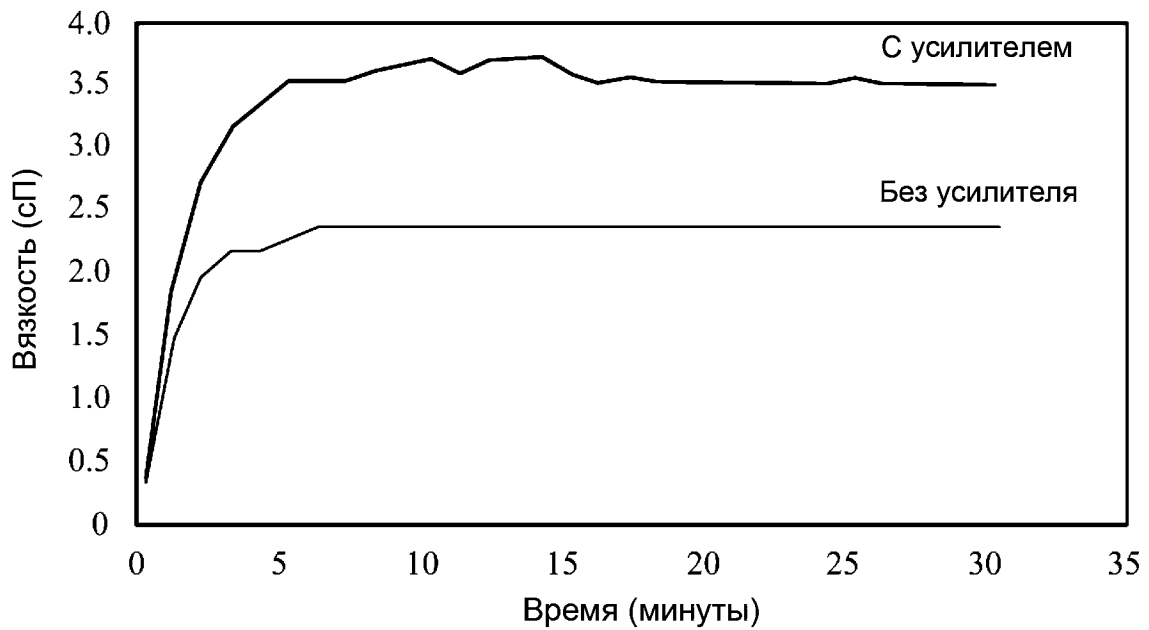
32. Применение анионного поверхностно-активного вещества (AS), как описано в любом из п.п. 1-25, для улучшения эксплуатационных характеристик жидкости для гидроразрыва (XX) и/или композиции понизителя трения, как описано в любом из п.п. 1-25.

25 33. Узел, расположенный рядом с подземным пластом и приспособленный для подачи жидкости для гидроразрыва (YY), как описано в любом из п.п. 1-29, в пласт, где узел содержит:

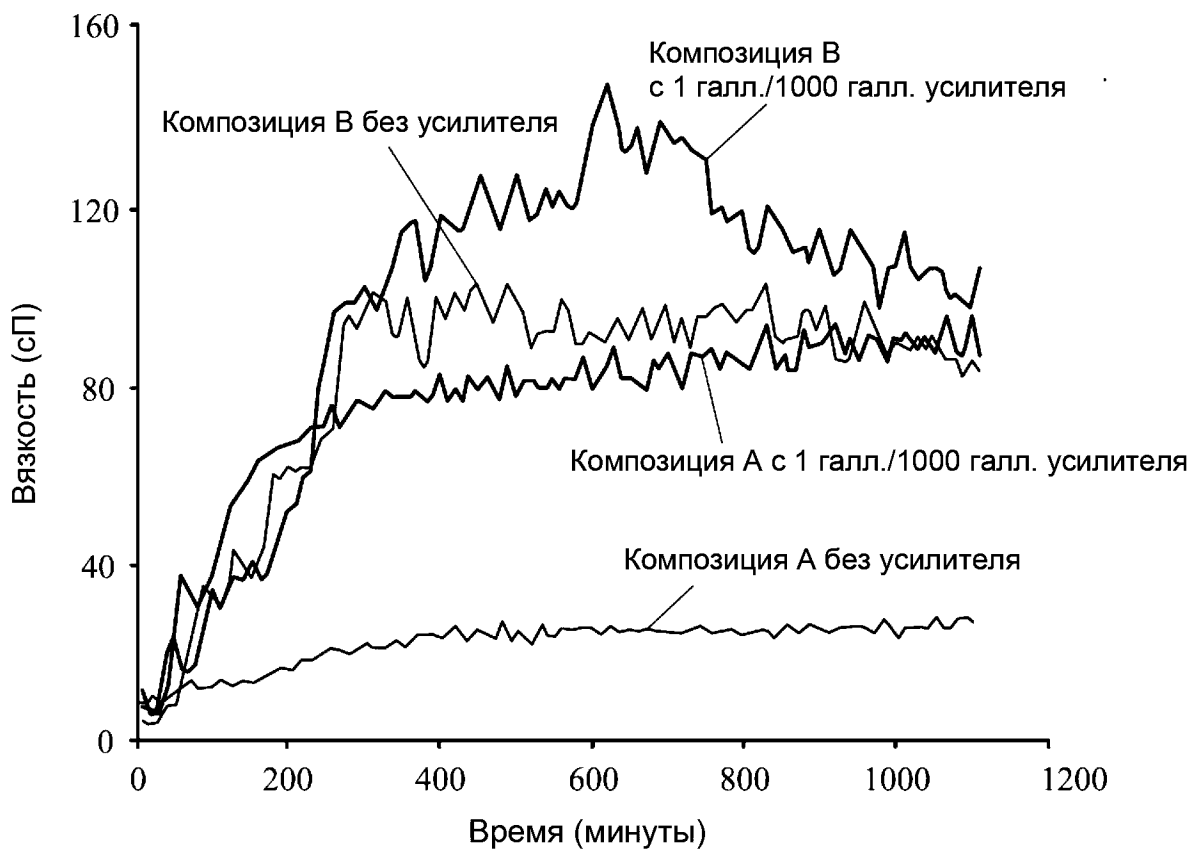
- (I) емкость, содержащую композицию понизителя трения, как описано в любом из п.п. 1-25;
- 30 (II) емкость, содержащую анионное поверхностно-активное вещество (AS),

например, усиливающую композицию, как описано в любом из п.п. 1-25 или 30;

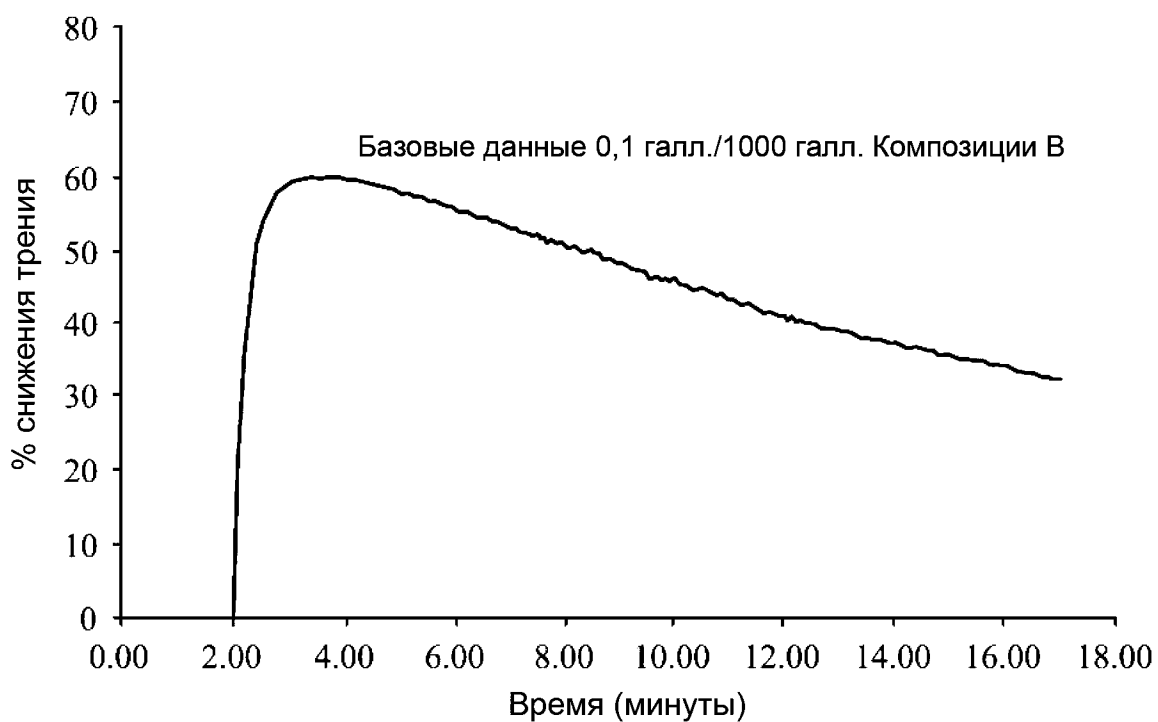
- (III) жидкость на водной основе, которая может быть предшественником жидкости для гидроразрыва (XX), как описано в любом из п.п. 1-25;
- 5 (IV) насос (P1) для дозирования из емкости композиции понизителя трения, подходящей для образования по меньшей мере части жидкости для гидроразрыва (YY);
- (V) насос (P2) для дозирования из емкости анионного поверхностно-активного вещества (AS), подходящего для образования по меньшей мере части жидкости для гидроразрыва (YY);
- 10 (VI) трубопровод для подачи жидкости для гидроразрыва (YY) в пласт; и
- (VII) насос (P3) для нагнетания жидкости для гидроразрыва (YY) через трубопровод в пласт.



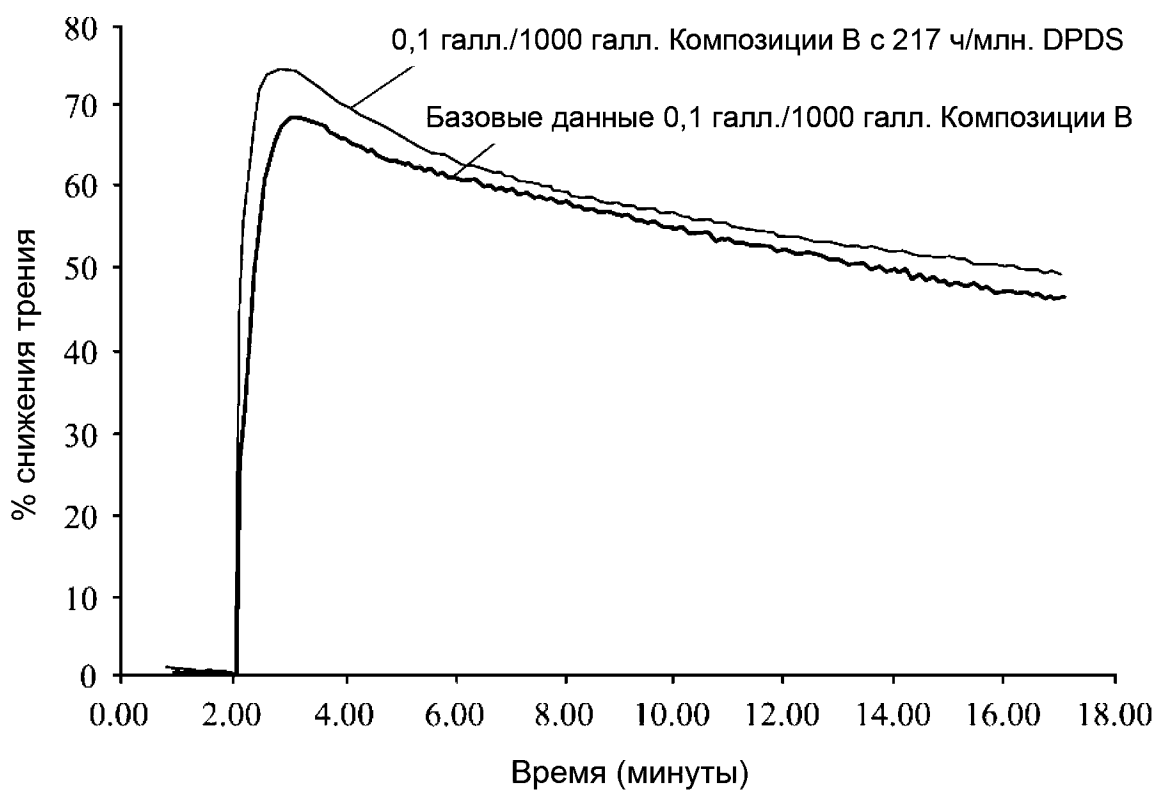
Фиг. 1



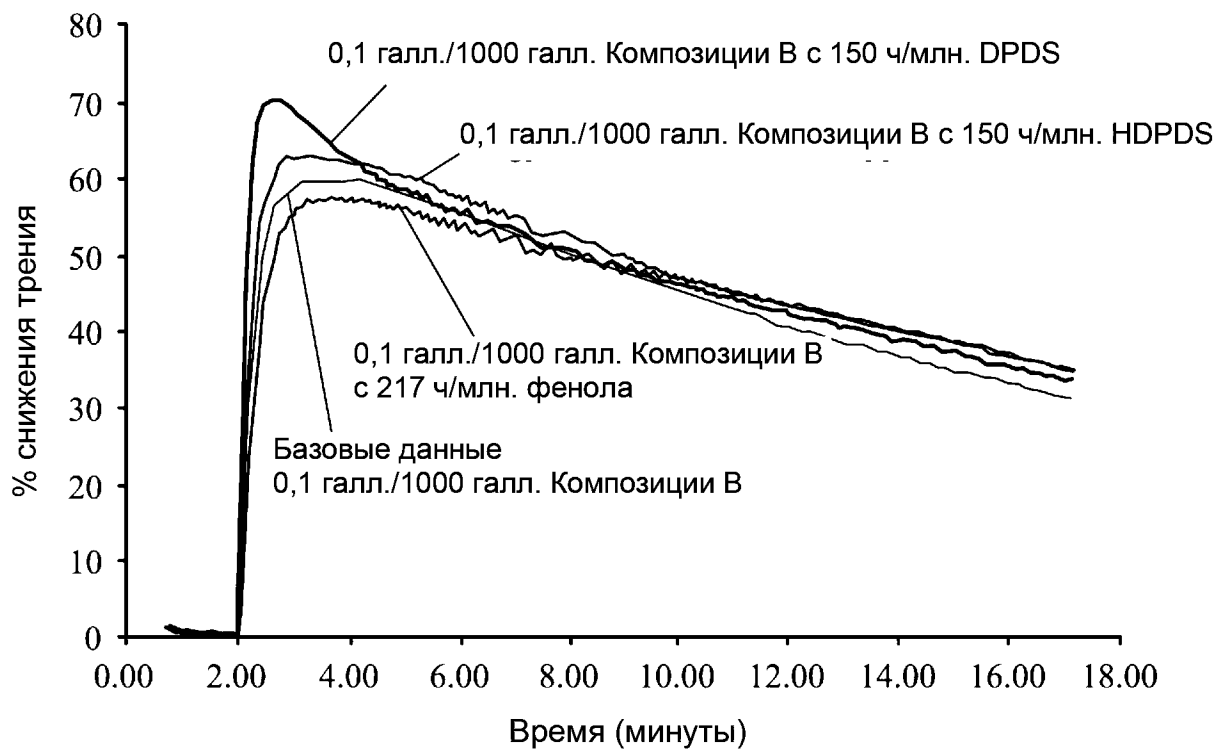
Фиг. 2



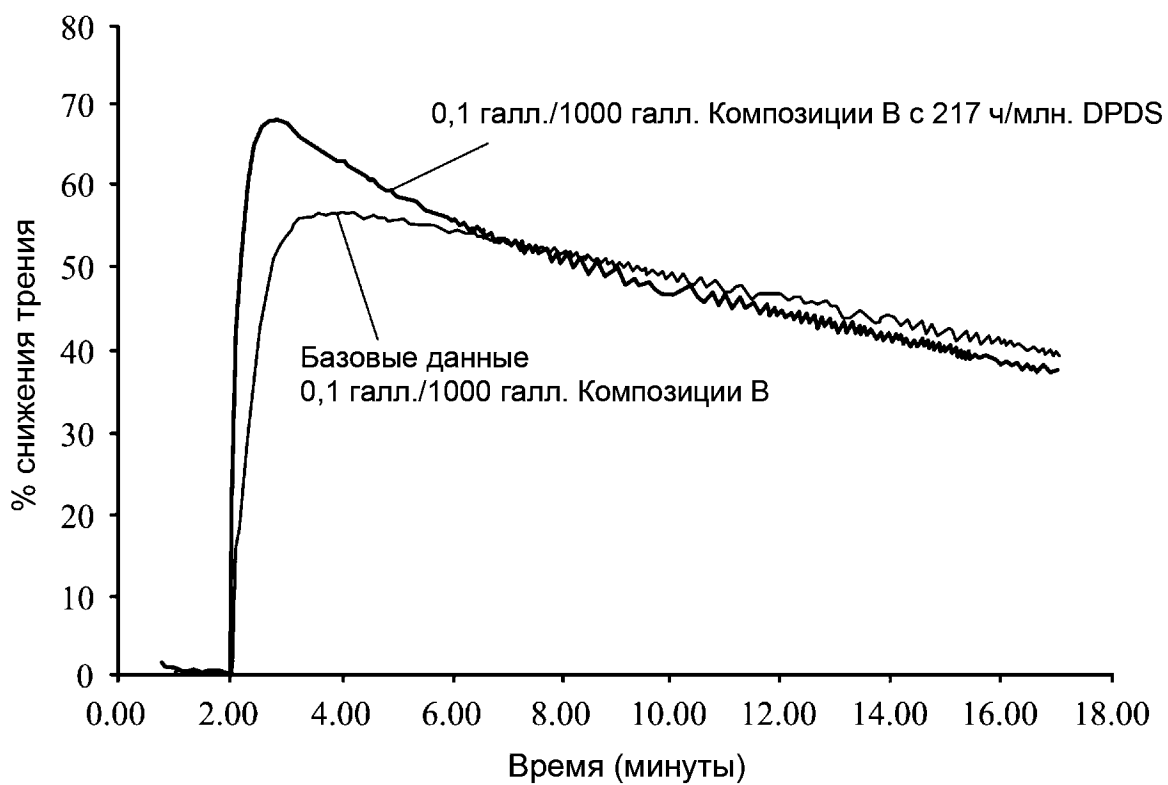
Фиг. 3



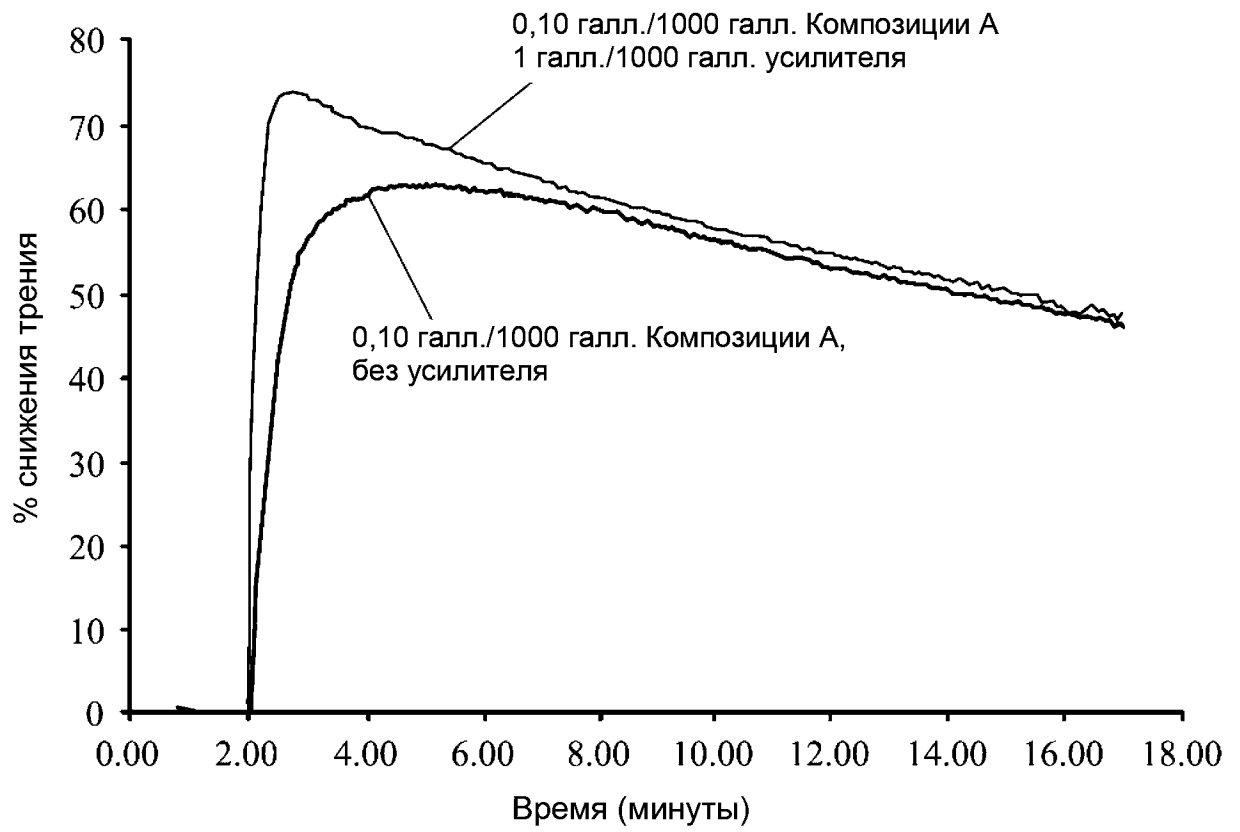
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

**Фиг. 7**