

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043280**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.05.04

(51) Int. Cl. **C09K 8/20** (2006.01)

(21) Номер заявки
202192480

(22) Дата подачи заявки
2020.04.08

(54) **СПОСОБ БУРЕНИЯ СТВОЛОВ СКВАЖИНЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПОЗИЦИЙ
РАЗЖИЖИТЕЛЯ**

(31) **62/831,386**

(56) **US-A-4704214**

(32) **2019.04.09**

US-A-4618433

(33) **US**

US-A1-20060194700

(43) **2022.02.15**

US-A1-20110136702

(86) **PCT/US2020/027179**

US-A1-20060116296

(87) **WO 2020/210294 2020.10.15**

US-A1-20150021098

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

US-A1-20150021027

US-A1-20070249504

**ШЕВРОН ФИЛЛИПС КЕМИКАЛ
КОМПАНИ ЭлПи (US)**

(72) Изобретатель:

**Бишоп Маршалл Д., Андерсон
Джонни Е. (US)**

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Описаны способы бурения стволов скважины. Способы включают: а) введение композиции промывочной жидкости в ствол скважины, определенный пластом; б) введение в ствол скважины композиции разжижителя, содержащей по меньшей мере один танин и по меньшей мере одну соль металла; и с) введение в контакт композиции разжижителя и композиции промывочной жидкости в стволе скважины, причем по меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла не образуют комплекс *ex situ*. По меньшей мере одна соль металла включает по меньшей мере одну соль меди, по меньшей мере одну соль цинка или как по меньшей мере одну соль меди, так и по меньшей мере одну соль цинка.

B1

043280

043280

B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Настоящее изобретение испрашивает приоритет предварительной заявки на патент США № 62/831386, поданной 9 апреля 2019 г., содержание которой полностью включено в настоящий документ посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение относится к способам бурения стволов скважины и, более конкретно, к применению композиций разжижителя при бурении скважин с природными ресурсами.

Уровень техники

Скважины могут буриться для добычи природных ресурсов, таких как нефть, газ или вода. Ствол скважины окружен пластом, например, сланцем или глиной, который может влиять на стабильность ствола скважины. Например, пласт может оказывать давление на ствол скважины, или текучие среды из пласта могут попасть в ствол скважины. Пласт может содержать проницаемые области, и текучие среды, вводимые в ствол скважины, могут попадать в проницаемые области, что приводит к потере текучей среды. Такая потеря текучей среды может повлиять на эффективность бурения, может повлечь за собой замену промывочных жидкостей и может повлиять на стабильность пласта. Буровые композиции, например, промывочные жидкости или буровые растворы, могут быть применены для облегчения бурения стволов скважины. Промывочная жидкость или раствор могут распределяться и циркулировать по стволу скважины для обеспечения таких функций, как охлаждение и смазывание бурового оборудования, или для удаления шлама и очистки ствола скважины. Помимо выполнения этих функций, буровые композиции также могут способствовать повышению стабильности пласта.

Реологические характеристики промывочных жидкостей влияют на их эксплуатационные характеристики. Например, поддержание вязкости промывочной жидкости ниже верхнего порогового значения может обеспечить лучшие эксплуатационные характеристики промывочной жидкости. Для регулирования реологических характеристик промывочных жидкостей можно применять добавки, например, разжижители. Однако остается необходимость в усовершенствовании разжижителей, например, в снижении стоимости состава при сохранении эксплуатационных характеристик по сравнению с существующими разжижителями.

Сущность изобретения

В разделе "Сущность изобретения" предоставлены различные концепции в упрощенной форме, которые подробнее описываются далее в подробном описании изобретения. Данное описание сущности изобретения не предназначено для указания необходимых или существенных признаков заявляемого объекта изобретения, а также не предназначено для ограничения объема заявляемого объекта изобретения.

В некоторых аспектах в настоящем раскрытии описаны способы бурения стволов скважины. Способы включают: а) введение композиции промывочной жидкости в ствол скважины, определенный пластом; б) введение в ствол скважины композиции разжижителя, содержащей по меньшей мере один танин и по меньшей мере одну соль металла; и с) введение в контакт композиции разжижителя и композиции промывочной жидкости в стволе скважины. По меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла не образуют комплекс *ex situ*. По меньшей мере одна соль металла включает по меньшей мере одну соль меди, по меньшей мере одну соль цинка или как по меньшей мере одну соль меди, так и по меньшей мере одну соль цинка. Данное описание сущности изобретения и следующее подробное описание содержат примеры и являются только пояснениями раскрытия. Соответственно, вышеприведенное описание сущности изобретения и следующее подробное описание не следует рассматривать как ограничивающие. В дополнение к изложенным в настоящем документе признакам или их вариациям могут быть предусмотрены дополнительные признаки или их вариации, такие как, например, различные комбинации признаков и их подкомбинации, описанные в подробном описании.

Краткое описание графических материалов

Следующие фигуры являются частью настоящего раскрытия и включены для дополнительной демонстрации некоторых аспектов настоящего изобретения. Настоящее изобретение может быть лучше понято со ссылкой на одну или более из этих фигур в сочетании с подробным описанием конкретных вариантов осуществления, представленных в настоящем документе.

На фиг. 1 представлена блок-схема, иллюстрирующая вариант осуществления способа бурения ствола скважины.

На фиг. 2 представлена диаграмма, иллюстрирующая сравнение эффективности разжижения разжижающих композиций без сульфата меди с разжижающими композициями, содержащими различные концентрации сульфата меди.

Хотя раскрытые в настоящем документе изобретения могут быть подвержены различным модификациям и альтернативным формам, только несколько конкретных аспектов были показаны в качестве примера на графических материалах и были подробно описаны ниже. Фигуры и подробные описания этих конкретных аспектов не предназначены для ограничения охвата или объема идей изобретения или прилагаемой формулы изобретения каким-либо образом. Напротив, фигуры и подробные письменные описания приведены для иллюстрации идей изобретения специалисту в данной области техники и для

того, чтобы позволить такому специалисту изготовить и применить идеи изобретения.

Подробное описание изобретения

Следует понимать, что настоящее раскрытие не ограничивается в своем применении деталями конструкции и расположением компонентов, изложенными в нижеследующем описании или проиллюстрированными в графических материалах.

Определения.

Для более четкого определения терминов, применяемых в настоящем документе, приведены следующие определения. Если не указано иное, следующие определения применимы к настоящему раскрытию. Если термин применяется в настоящем раскрытии, но не имеет конкретного определения в настоящем документе, может быть применено определение из IUPAC Compendium of Chemical Terminology, 2nd Ed (1997), если это определение не противоречит любому другому раскрытию или определению, применяемому в настоящем документе, или не делает неопределенным или недоступным любой пункт формулы, к которому применяется это определение. В той степени, в которой любое определение или применение, представленное в любом документе, включенном в настоящий документ посредством ссылки, противоречит определению или применению, представленному в настоящем документе, определение или применение, представленное в настоящем документе, является преобладающим.

Хотя композиции и способы описаны как "включающие" различные компоненты или этапы, композиции и способы могут также "состоять по существу из" или "состоять из" различных компонентов или этапов, если не указано иное.

Формы единственного числа предназначены для включения альтернатив множественного числа, например, по меньшей мере один. Термины "включающий", "с" и "имеющий", применяемые в настоящем документе, определяются как содержащие (т.е. открытая формулировка), если не указано иное.

В настоящем документе раскрыты различные числовые диапазоны. Когда заявитель раскрывает или заявляет диапазон любого типа, намерение заявителя состоит в том, чтобы раскрыть или заявить по отдельности каждое возможное число, которое такой диапазон может разумно охватывать, включая конечные значения диапазона, а также любые поддиапазоны и комбинации поддиапазонов, охватываемые им, если не указано иное. Например, все числовые конечные значения диапазонов, раскрытых в настоящем документе, являются приблизительными, если это не исключено оговоркой. В качестве показательного примера, если заявители раскрывают в одном из аспектов раскрытия, что композиция разжижителя содержит от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 10 мас.% сульфата меди, этот диапазон следует интерпретировать как включающий от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 10 мас.% сульфата меди.

В настоящем документе значения или диапазоны могут быть выражены как "приблизительные", от "приблизительно" одного конкретного значения и/или до "приблизительно" другого конкретного значения. При выражении таких значений или диапазонов, другие раскрытые варианты осуществления включают конкретное указанное значение, от одного конкретного значения и/или до другого конкретного значения. Аналогично, когда значения выражаются как приближенные значения с применением предшествующего термина "приблизительно", следует понимать, что конкретное значение образует другой вариант осуществления. Далее будет понятно, что существует ряд значений, раскрытых в настоящем документе, и что каждое значение также раскрыто в данном документе как "приблизительно" это конкретное значение в дополнение к самому значению. В другом аспекте применение термина "приблизительно" означает $\pm 20\%$ от указанного значения, $\pm 15\%$ от указанного значения, $\pm 10\%$ от указанного значения, $\pm 5\%$ от указанного значения, $\pm 3\%$ от указанного значения или $\pm 1\%$ от указанного значения.

Заявитель оставляет за собой право оговорки или исключения любых отдельных элементов любой такой группы значений или диапазонов, включая любые поддиапазоны или комбинации поддиапазонов внутри группы, которые могут быть заявлены в соответствии с диапазоном или любым аналогичным образом, если по какой-либо причине заявитель решит заявить менее полной меры раскрытия, например, для учета ссылки, о которой заявителю может быть неизвестно на момент подачи заявки. Кроме того, заявитель оставляет за собой право оговорки или исключения любых отдельных заместителей, аналогов, соединений, лигандов, структур или их групп, или любых элементов заявленной группы, если по какой-либо причине заявитель решит заявить менее полного объема раскрытия, например, для учета ссылки, которая может быть неизвестна заявителю на момент подачи заявки.

Термин "сухая смесь" или "смесь сухих материалов" относится к сухой или по существу сухой композиции, содержащей два или более компонентов, которые являются по существу сухими, за исключением незначительного количества влаги, содержащейся в твердых компонентах, применяемых для составления сухой смеси или смеси сухих материалов. То есть в смесь или состав смеси твердых компонентов в форме твердых частиц или гранулированной форме не добавляется вода или жидкость. Сухая смесь или смесь сухих материалов может содержать соединения, которые включают связанную воду гидратации (например, $\text{FeSO}_4\text{H}_2\text{O}$ или т.п.).

Применяемый в настоящем документе термин "танин" означает как природные танины, так и модифицированные танины, и относится к классу полифенольных молекул или веществ, включая, без огра-

ничения, флобафены, полученные или извлеченные из деревьев (т. е. коры) или растений, или их замещенных аналогов, как это понятно специалисту в данной области техники. Термин "модифицированный танин" относится к природному танину, модифицированному с помощью такого процесса, как гидролиз, сульфонирование, метилирование, ацетилирование или конденсация.

Термин "квебрахо" относится к порошкообразной форме танинов, таких как дубильная кислота, полученная или извлеченная из дерева квебрахо видов *Schinopsis*, *Jodina* или *Aspidosperma*, как это понятно специалисту в данной области техники.

Термин "незакомплексованный *ex situ*", "по существу непрореагировавший *ex situ*", "по существу незакомплексованный *ex situ*" и т. п. относятся к комбинации ингредиентов, таких как комбинация сухих танинов и солей металла, раскрытых в настоящем документе, которые не нагреваются или к которым не применяется любая другая попытка вызвать реакцию или комплексообразование танинов с солью металла. В некоторых аспектах эти термины относятся к комбинации сухих ингредиентов, к которым не добавляется растворитель в попытке вызвать реакцию или комплексообразование танинов с солью металла, пока ингредиенты не добавлены в промывочную жидкость. Таким образом, эти термины относятся к по существу непрореагировавшему или незакомплексованному состоянию вне места применения, например, вне ствола скважины.

Термин "замещенный" при применении для описания группы, например, при ссылке на замещенный аналог конкретной группы, предназначен для описания соединения или группы, в которой любой неводородный фрагмент формально замещает водород в этой группе или соединении, и является неограничивающим. Соединение или группа также могут быть названы в данном документе "незамещенными" или эквивалентными терминами, такими как "не замещенные", которые относятся к исходной группе или соединению. "Замещенный" не является ограничивающим и включает неорганические заместители или органические заместители, как указано и как понятно специалисту в данной области техники, если не указано или исключено иное. Применяемый в настоящем документе термин "соль металла" относится к соединению, образованному с замещением атома водорода кислоты атомом металла, как это понятно специалисту в данной области техники. Примеры солей металла включают, без ограничения, галогенид (например, хлорид или бромид), сульфат, ацетат, гидроксид ацетата, нитрат, фосфат, гидрогенфосфат и тому подобное, соединения такого металла, как медь, цинк, хром, железо, олово и т. п.

Хотя способы и материалы, аналогичные или эквивалентные описанным в данном документе, можно применять при практической реализации или испытании изобретения, в настоящем документе будут описаны типичные способы и материалы.

Все упомянутые в настоящем документе публикации и патенты включены в настоящий документ посредством ссылки с целью описания и раскрытия, например, конструкций и методик, описанных в публикациях, которые могут быть применены в связи с настоящим изобретением. Публикации, обсуждаемые в тексте, приведены исключительно в связи с их раскрытием до даты подачи настоящей заявки. Ничто в настоящем документе не должно быть истолковано как признание того, что изобретатели не имеют права датировать задним числом такое раскрытие на основании предшествующего изобретения.

Настоящее раскрытие в целом относится к способам бурения стволов скважины. Регулирование реологических характеристик буровых растворов (также называемых промывочными жидкостями) позволяет избежать проблем, связанных с чрезмерной вязкостью. Для регулирования реологических характеристик в буровые растворы могут быть добавлены композиции разжижителя, например, путем снижения вязкости. Эффективность композиции разжижителя может зависеть от одного или более факторов, таких как минерализация, содержание твердых частиц, химический состав, pH и температура. Некоторые добавки могут привести к надлежащему регулированию реологических характеристик, но не являются предпочтительными из-за их воздействия на окружающую среду или из-за их относительно высокой стоимости.

Композиции разжижителя могут содержать один или более танинов, например, сульфометилированный квебрахо. Было показано, что лучшая эффективность танинов может быть достигнута за счет добавления солей хрома или оловянных солей (также называемых солями олова). Однако соли хрома, например, соли, содержащие Cr^{6+} , могут быть связаны с воздействием на окружающую среду. Соли олова или оловянные соли могут быть относительно дорогими и могут иметь другие сдерживающие экономические эффекты.

Было обнаружено, что соли цинка и соли меди могут быть применены в композициях разжижителя в качестве частичной замены или полной замены солей хрома и/или солей олова в сочетании с танинами или источниками танина, такими как квебрахо, обеспечивая при этом сравнимые или лучшие свойства разжижения, например, в буровых растворах на водной основе. Соли цинка и/или соли меди также могут быть экономически эффективными.

Соли металла могут вступать в реакцию с танинами или образовывать комплекс с ними в композициях разжижителя. Например, некоторые композиции разжижителя могут содержать закомплексованные танины и соли хрома. Неожиданно было обнаружено, что применение композиции разжижителя, содержащей смесь сухих материалов, которая содержит по существу непрореагировавшие или незакомплексованные *ex situ* танины и соли металла, обеспечивает сравнимые или лучшие свойства разжижения по

сравнению с композициями, содержащими закомплексованные компоненты. Компоненты композиций разжижителя согласно раскрытию могут образовывать комплекс *in situ*, например, после введения композиции в ствол скважины в скважинных условиях, включая обеспечение контакта, диспергирования или смешивания композиции с буровым раствором.

В некоторых аспектах в настоящем раскрытии описаны способы бурения стволов скважины. Способы включают: а) введение композиции промывочной жидкости в ствол скважины, определенный пластом; б) введение в ствол скважины композиции разжижителя, содержащей по меньшей мере один танин и по меньшей мере одну соль металла; и с) введение в контакт композиции разжижителя и композиции промывочной жидкости в стволе скважины. По меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла не образуют комплекс *ex situ*, например, они предоставляются в виде сухой смеси. По меньшей мере одна соль металла включает по меньшей мере одну соль меди, по меньшей мере одну соль цинка или как по меньшей мере одну соль меди, так и по меньшей мере одну соль цинка (комбинацию).

Обратимся к фигурам; на фиг. 1 представлена блок-схема, иллюстрирующая вариант осуществления способа бурения ствола скважины. Способ включает введение композиции промывочной жидкости в ствол скважины, определенный пластом (10). Пласт может включать подземный пласт, например, содержащий коллектор природного ресурса, такого как нефть или газ. Скважина может представлять собой пилотную скважину или ствол скважины, который бурят буровым оборудованием, таким как буровое долото. Композиция промывочной жидкости может включать композицию на водной основе и/или композицию на нефтяной основе. Промывочная жидкость может содержать воду, одну или более глин и добавки. Глины могут включать бентонит, сепиолит, аттапулгит, полимерные глины или любую подходящую глину. Добавки могут включать загустители или увеличители вязкости, дефлокулянты, смазочные материалы, регуляторы водоотдачи, инертные твердые вещества, утяжелители или любые другие подходящие добавки для промывочной жидкости, например, барит, сульфат кальция или хлорид натрия.

Способ включает введение в ствол скважины (20) композиции разжижителя, содержащей по меньшей мере один танин и по меньшей мере одну соль металла. В некоторых аспектах введение композиции разжижителя в ствол скважины (10) включает (i) введение в ствол скважины композиции танина, содержащей по меньшей мере один танин; и (ii) введение в ствол скважины композиции соли металла, содержащей по меньшей мере одну соль металла. В некоторых аспектах композицию танина вводят в ствол скважины до или одновременно с введением в ствол скважины композиции соли металла.

В некоторых аспектах по меньшей мере один танин включает дубильную кислоту, квебрахо, сульфометилированный квебрахо или сульфонируемый танин. В некоторых аспектах по меньшей мере один танин включает сульфометилированный квебрахо. В некоторых аспектах по меньшей мере один танин состоит по существу из сульфометилированного квебрахо.

В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 50 мас.% по меньшей мере одного танина. Например, композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 50 мас.% сульфометилированного квебрахо. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 60 мас.% сульфометилированного квебрахо. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 70 мас.% сульфометилированного квебрахо. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит приблизительно 70 мас.% сульфометилированного квебрахо.

По меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла не образуют комплекс *ex situ*. Например, по меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла не вступают в реакцию друг с другом или не образуют комплекс друг с другом или другими компонентами композиции разжижителя перед введением композиции разжижителя в место применения, например, в ствол скважины. В одном аспекте по меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла не образуют продукт реакции, например, в котором происходит комплексообразование. По меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла могут иметь тенденцию к реакции или комплексообразованию после введения в промывочную жидкость в стволе скважины. Таким образом, по меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла могут образовывать комплекс или продукт реакции только *in situ*.

По меньшей мере одна соль металла может включать по меньшей мере одну соль меди, по меньшей мере одну соль цинка или как по меньшей мере одну соль меди, так и по меньшей мере одну соль цинка. В некоторых аспектах по меньшей мере одна соль металла включает по меньшей мере одну соль меди и по меньшей мере одну соль цинка. В некоторых аспектах по меньшей мере одна соль меди включает сульфат меди. В некоторых аспектах по меньшей мере одна соль цинка включает сульфат цинка, хлорид цинка или комбинацию сульфата цинка и хлорида цинка. В некоторых аспектах соль металла состоит по существу из по меньшей мере одной соли меди. В некоторых аспектах соль металла состоит по существу из сульфата меди. В некоторых аспектах соль металла состоит по существу из по меньшей мере одной соли цинка. В некоторых аспектах соль металла состоит по существу из хлорида цинка. В некоторых аспектах соль металла состоит по существу из сульфата цинка. В некоторых аспектах соль металла состоит по существу из по меньшей мере одной соли меди и по меньшей мере одной соли цинка. В некоторых аспектах композиция разжижителя не содержит ни одной соли металла, кроме по меньшей мере одной соли меди и/или по меньшей мере одной соли цинка, и соли железа, например, сульфата железа. В

некоторых аспектах композиция разжижителя не содержит соль хрома. В некоторых аспектах композиция разжижителя не содержит соль олова. В некоторых аспектах композиция разжижителя не содержит ни соли хрома, ни соли олова. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит одну или обе из соли хрома и/или соли олова. Соль хрома может включать ацетат хрома, например, гидроксид ацетата хрома(III) (CAS # 39430-51-8). Соль олова может включать сульфат олова.

В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 1 мас.% сульфата меди. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 3 мас.% сульфата меди. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 5 мас.% сульфата меди. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 10 мас.% сульфата меди. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит от приблизительно 2 мас.% до приблизительно 8 мас.% сульфата меди. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит от приблизительно 3 мас.% до приблизительно 7 мас.% сульфата меди. Например, в некоторых аспектах композиция разжижителя может содержать сульфат меди в концентрации приблизительно 1,0 мас.%, приблизительно 1,5 мас.%, приблизительно 2,0 мас.%, приблизительно 2,5 мас.%, приблизительно 3,0 мас.%, приблизительно 3,5 мас.%, приблизительно 4,0 мас.%, приблизительно 4,5 мас.%, приблизительно 5,0 мас.%, приблизительно 5,5 мас.%, приблизительно 6,0 мас.%, приблизительно 6,5 мас.%, приблизительно 7,0 мас.%, приблизительно 7,5 мас.% или приблизительно 8,0 мас.%.

В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 5 мас.% по меньшей мере одной соли цинка. Например, композиция разжижителя может содержать по меньшей мере приблизительно 5 мас.% хлорида цинка или сульфата цинка. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 10 мас.% гептагидрата сульфата цинка.

В некоторых аспектах введение композиции разжижителя в ствол скважины (20) может происходить после или одновременно с введением композиции промывочной жидкости в ствол скважины (10). В других аспектах введение композиции разжижителя в ствол скважины (20) происходит до введения композиции промывочной жидкости в ствол скважины (10). Еще в одном аспекте введение композиции разжижителя в ствол скважины (20) может быть по существу непрерывным с введением композиции промывочной жидкости в ствол скважины (10). Например, потоки композиции разжижителя и композиции промывочной жидкости могут непрерывно вводиться в ствол скважины, например, через трубы, каналы или т.п.

В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит сухую смесь по меньшей мере одного танина и по меньшей мере одной соли металла. В некоторых аспектах введение композиции разжижителя в ствол скважины (20) может включать введение потока порошка, потока твердых частиц, потока воздушной или газовой взвеси, потока твердых веществ, конвейерного потока, шнекового потока или другого сухого потока по существу сухой композиции разжижителя в промывочную жидкость. В некоторых аспектах введение композиции разжижителя в ствол скважины (20) может включать введение по меньшей мере одного танина и по меньшей мере одной соли металла в ствол скважины одновременно, например, в виде сухой смеси, или, в качестве альтернативы, последовательное введение по меньшей мере одного танина и по меньшей мере одной соли металла в промывочную жидкость, ствол скважины или промывочную жидкость по мере ее введения в скважину.

В некоторых аспектах композиция разжижителя дополнительно содержит сульфат железа. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 5 мас.% сульфата железа.

В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 9 мас.% сульфата железа. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит приблизительно 9 мас.% сульфата железа.

В некоторых аспектах композиция разжижителя дополнительно содержит диспергатор, например, бурый уголь, каустицированный бурый уголь, калийный бурый уголь, лигносульфонат или любой другой подходящий диспергатор. В некоторых аспектах диспергатор включает каустицированный бурый уголь.

В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 8 мас.% каустицированного бурого угля. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит приблизительно 8 мас.% каустицированного бурого угля. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 15 мас.% каустицированного бурого угля. В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит сульфат железа, каустицированный бурый уголь и по меньшей мере одну соль металла, выбранную из сульфата меди, сульфата цинка и/или хлорида цинка.

В некоторых аспектах композиция разжижителя содержит приблизительно 9 мас.% сульфата железа, приблизительно 70 мас.% сульфометилированного квебрахо и по меньшей мере приблизительно 8 мас.% каустицированного бурого угля. В некоторых аспектах остаток композиции разжижителя содержит по меньшей мере одну соль металла, выбранную из сульфата меди, сульфата цинка и/или хлорида цинка.

В некоторых аспектах композиция разжижителя имеет эффективность разжижения по меньшей мере

ре приблизительно 30%, как измерено согласно протоколу А, как описано в других разделах настоящего раскрытия. В некоторых аспектах эффективность разжижителя составляет по меньшей мере приблизительно 40%, или по меньшей мере приблизительно 50%, или по меньшей мере приблизительно 60%, или по меньшей мере приблизительно 70%, или по меньшей мере приблизительно 80%, или по меньшей мере приблизительно 90%.

В некоторых аспектах способ, показанный на фиг. 2, включает введение в контакт композиции разжижителя и композиции промывочной жидкости в стволе скважины (30). Например, композиция разжижителя и композиция промывочной жидкости могут соединяться, контактировать, диспергироваться или смешиваться в стволе скважины, например, в результате потока, циркуляции или рециркуляции промывочной жидкости с композицией разжижителя. По меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла могут реагировать или образовывать комплекс в стволе скважины в ответ на введение в контакт (30).

В некоторых аспектах способ, показанный на фиг. 2, дополнительно включает бурение пласта для определения или удлинения ствола скважины. Например, введение промывочной жидкости (10) может осуществляться по существу одновременно с бурением пласта. В некоторых таких аспектах введение композиции разжижителя (20) и введение в контакт композиции разжижителя и композиции промывочной жидкости в стволе скважины (30) может выполняться по существу одновременно и непрерывно с введением промывочной жидкости (10) в качестве непрерывной операции. Бурение может быть остановлено при достижении подходящей глубины ствола скважины.

Таким образом, способы согласно раскрытию могут быть применены для регулирования реологических свойств буровых растворов при бурении стволов скважины.

Примеры

Настоящее изобретение дополнительно проиллюстрировано следующими примерами, которые никоим образом не должны быть истолкованы как ограничивающие объем настоящего изобретения. Различные другие аспекты, варианты осуществления, модификации и эквиваленты после прочтения приведенного в настоящем документе описания могут стать очевидны специалисту в данной области техники, не отступая от сущности настоящего изобретения или объема прилагаемой формулы изобретения.

Были приготовлены различные типы базового раствора. Испытуемые растворы были приготовлены путем добавления различных количеств и типов разжижителей к базовым растворам и горячей прокатки при различных температурах. Сравнивали реологические свойства различных растворов без различных разжижителей и с ними. Например, эффективность разжижения разжижителями определяли на основе относительного снижения предела текучести базового раствора по сравнению с испытуемыми растворами, как описано в настоящем документе.

Пример 1. Приготовление первого базового раствора.

Первый базовый раствор (также называемый базовой жидкостью) был приготовлен с применением лабораторного диспергатора модели 50 (Premier Mill Corporation, Реддинг, Пенсильвания) или эквивалентного устройства. Базовую жидкость (раствор) подвергали динамическому выдерживанию в течение 24 ч при комнатной температуре.

Базовый раствор готовили в соответствии с составом, приведенным в табл. 1, соблюдая порядок добавления и время смешивания.

Промывочная жидкость была приготовлена в или перенесена в бутылку Nalgene соответствующего размера. Бутылку поместили на бутылочный агитатор и прокатывали не менее 24 ч, чтобы жидкость полностью уравнилась. На этом этапе раствор считался стабильным и хранился в течение нескольких месяцев для применения по мере необходимости. Предпочтительно, чтобы во время хранения бутылка каталась.

Таблица 1

Приготовление состава первого базового раствора

Компонент	Граммы	Время смешивания (мин)	Удельная плотность	Объем (мл)	Концентрация, фунтов массы/баррель
Деионизированная H ₂ O	3000	5	1,0045	3005,5	309,73
NaCl (чистый для анализа)	19				
Стандартная оценочная базовая глина API	700	30	2,50	280,00	72,26
Калибровочный бентонит для испытаний по API	250	30	2,65	94,34	25,81
CaSO ₄ (чистый для анализа)	38	5	2,32	16,38	3,92
Всего	4007		1,180	3396,18	

Пример 2. Приготовление испытуемых растворов.

Испытуемые растворы были приготовлены путем добавления различных разжижителей к базовому раствору согласно примеру 1. Базовый раствор перемешивали в течение не менее 5 мин с помощью универсального смесителя модели 9В (Sterling Multi Products, Inc., Профитстаун, Иллинойс), оснащенного лопастью рабочего колеса 9В29Х или эквивалентной, перед удалением образцов для приготовления отдельного испытуемого образца. Состав отдельного испытуемого образца приведен в табл. 2. Концентрации разжижителя для испытаний при двух температурах (65,5°C (150°F) и 149°C (300°F)) также приведены в табл. 2.

Таблица 2

Приготовление отдельных испытуемых образцов

Материалы	Количество (г)	Время смешивания (мин)
Базовая жидкость (раствор)	395	-
Калибровочный барит для испытаний по API	50	10
Разжижитель	1 фунт массы/баррель (65,5 °C (150 °F)), 3 фунта массы/баррель (149 °C (300 °F))	1
NaOH	до pH 10*	10

* pH не корректировался в сравнительном образце базового раствора без разжижителя при определении эффективности разжижения испытуемых образцов.

Отдельные образцы испытуемого раствора подвергали динамическому выдерживанию в течение 16 часов в роликовой печи при температуре 65,5°C (150°F) или 149°C (300°F) с ячейками для горячей прокатки, в которых было предварительно повышено давление до 1379 кПа (200 фунтов/кв. дюйм) с помощью азота. После выдерживания растворы охлаждали до комнатной температуры, и pH растворов, за исключением холостых образцов, корректировали до 10.

Состав образца разжижителя, добавленный в соответствующие испытуемые растворы, приведен в табл. 3. Эффективность разжижения оценивали, как описано в примере

Таблица 3

Приготовление составов разжижителя

Состав разжижителя	CL мас. %	MS мас. %	Соль металла	Эффективность разжижения 1 фунт массы/бар- рель, 65,5 °C (150 °F)	Эффективность разжижения 3 фунта массы/бар- рель, 149 °C (300 °F)
Образец 1 (Drill-Thin®)	16,0	5,00	сульфат олова	36,3%	76,6%
Образец 2	16,2	4,79	пирофосфат олова	29,6%	
Образец 3	12,5	8,50	моногидрат сульфата марганца	-29,6%	
Образец 4	13,1	7,95	перманганат калия	30,7%	82,6%
Образец 5	8,8	12,15	гептагидрат сульфата цинка	30,7%	80,8%
Образец 6	15,2	5,76	хлорид цинка	35,2%	67,1%
Образец 7	-	-	Образец 6 + небольшое количество сульфата меди	41,9%	
Образец 8	15,2	6,21	станнат натрия		84,4%
Образец 9	14,1	6,94	сульфат меди	42,5%	90,4%
Образец 10	16,0	5,00	сульфат меди	43,0%	
Образец 11	17,0	4,00	сульфат меди	39,7%	92,2%
Образец 12	17,4	3,62	сульфат меди	34,1%	91,6%
Образец 13	18,0	3,00	сульфат меди	31,3%	95,5%
Образец 14 (Desco®)	18,0	3,00	ацетат хрома	36,3%	93,3%

CL: каустицированный бурый уголь;

MS: соль металла.

Каждый состав образца разжижителя содержал 70 мас.% сульфометилизованного квебрахо и 9 мас.% сульфата железа в виде сухой непроореагировавшей/незакомплексованной смеси. Состав образца 1 был аналогичен составу коммерчески доступного состава разжижителя Drill-thin® (Chevron Phillips Chemical, Те-Вудлендс, Техас). Состав образца 1 был аналогичен составу коммерчески доступного состава разжижителя Drill-Thin® (Chevron Phillips Chemical, Те-Вудлендс, Техас). Состав образца 14 был аналогичен составу коммерчески доступного состава Desco® (Chevron Phillips Chemical, Те-Вудлендс, Техас).

Пример 3. Оценка реологических свойств базового раствора и испытуемых растворов.

Растворы были индивидуально передиспергированы или смешаны путем перемешивания в универсальном смесителе в течение 5 минут и подвергнуты горячей прокатке до температуры 65,5°C (150°F) или 149°C (300°F). Вязкость измеряли при 600, 300, 200, 100, 6 и 3 об/мин (по показаниям шкального индикатора отклонения) с помощью вискозиметра модели 35 (Fann Instrument Company, Хьюстон, Техас) или эквивалентного прибора при целевой температуре. θ об/мин - это угол отклонения, наблюдаемый при определенном числе оборотов в минуту. Кажущуюся вязкость (AV, в сП) рассчитывали в соответствии со стандартной практикой API при помощи уравнения 1. Пластическую вязкость (PV, в сП) рассчитывали в соответствии со стандартной практикой API при помощи уравнения 2. Предел текучести (YP, в фунтах/100 фут²) рассчитывали согласно стандартной практике API при помощи уравнения 3. Протокол примера 3 является "Протоколом А".

$$AV = \theta_{600} / 2 \quad \text{(Уравнение 1)}$$

$$PV = \theta_{600} - \theta_{300} \quad \text{(Уравнение 2)}$$

$$YP = \theta_{300} - PV \quad \text{(Уравнение 3)}$$

Эффективность разжижения рассчитывали при помощи уравнения 4.

$$\% \text{ эффективность разжижения} = 100 \times (YP_b - YP_t) / YP_b \quad \text{(уравнение 4)}$$

В уравнении 2 YP_b - это YP базового раствора при pH 7,53, а YP_t - это YP раствора, обработанного разжижителем, то есть испытуемого раствора, pH которого был скорректирован до pH 10,0. Более высокая эффективность разжижения напрямую коррелирует с лучшей эффективностью разжижения. Таким образом, протокол А может быть применен для определения эффективности разжижения композиции разжижителя.

Реологические свойства базового раствора и испытуемых растворов, включая составы образца раз-

жизителя при 65,5°C (150°F), представлены в табл. 4А и 4В. Образец 8 не испытывали при 65,5°C (150°F). Реологические свойства базового раствора и испытуемых растворов, включая составы образца разжижителя при 149°C (300°F), представлены в табл. 5А и 5В. Базовый раствор при pH 10 и образцы 2, 3 и 10 не испытывали при 149°C (300 °F).

Таблица 4А

Реологические свойства базового раствора
и испытуемых растворов при 65,5°C (150°F)

Реологические свойства	pH базового раствора	pH базового раствора, отрегулированный до 10	Базовый раствор + образец 1	Базовый раствор + образец 2	Базовый раствор + образец 3	Базовый раствор + образец 4	Базовый раствор + образец 5	Базовый раствор + образец 6
Ө ₆₀₀	108,5	150	75	81	122	80	83	80
Ө ₃₀₀	99	134,5	66	72	119	71	72,5	69
Ө ₂₀₀	92	127	62,5	68	105	68	70	66
Ө ₁₀₀	90	119	57	62	97	62	64	60
Ө ₆	72	91	41	45	69	44	46	42
Ө ₃	70,5	88	39	42,5	68	42	44	40
AV	54,25	75	37,5	40,5	61	40	41,5	40
PV	9,5	15,5	9	9	3	9	10,5	11
YP	89,5	119	57	63	116	62	62	58
Эффективность разжижения	-	-33,0%	36,3%	29,6%	-29,6%	30,7%	30,7%	35,2%

Таблица 4В

Реологические свойства базового раствора
и испытуемых растворов при 65,5°C (150°F)

Реологические свойства	Базовый раствор + образец 7	Базовый раствор + образец 9	Базовый раствор + образец 10	Базовый раствор + образец 11	Базовый раствор + образец 12	Базовый раствор + образец 13	Базовый раствор + образец 14
Ө ₆₀₀	72	68,5	69	70	75	76,5	71
Ө ₃₀₀	62	60	60	62	67	69	64
Ө ₂₀₀	59	58	58	58,5	64	66,5	60
Ө ₁₀₀	54	54	53	53,5	60	62	55
Ө ₆	40	38,5	39	40	43	45	40
Ө ₃	39	38	38	38,5	41	42,5	38,5
AV	36	34,25	34,5	35	37,5	38,25	35,5
PV	10	8,5	9	8	8	7,5	7
YP	52	51,5	51	54	59	61,5	57
Эффективность разжижения	41,9%	42,5%	43,0%	39,7%	34,1%	31,3%	36,3%

Таблица 5А
Реологические свойства базового раствора
и испытуемых растворов при 149°C (300°F)

Реологичес- кие свойства	pH базового раствора 7,53	Базовый раствор + образец 1	Базовый раствор + образец 4	Базовый раствор + образец 5	Базовый раствор + образец 6	Базовый раствор + образец 7
Θ ₆₀₀	96,5	34,5	33,5	35	42,5	72
Θ ₃₀₀	90	27	24	25,5	35	62
Θ ₂₀₀	88,5	24	20	21,5	32,5	59
Θ ₁₀₀	83	20,5	16,5	17,5	28,5	54
Θ ₆	65	14,5	10	10,5	21	40
Θ ₃	63	14	10	10,5	21	39
AV	48,25	17,25	16,75	17,5	21,25	36
PV	6,5	7,5	9,5	9,5	7,5	10
ΥP	83,5	19,5	14,5	16	27,5	52
Эффектив- ность разжиже- ния	-	76,6%	82,6%	80,8%	67,1%	41,9%

Таблица 5В
Реологические свойства базового раствора
и испытуемых растворов при 149°C (300°F)

Реологичес- кие свойства	Базовый раствор + образец 8	Базовый раствор + образец 9	Базовый раствор + образец 11	Базовый раствор + образец 12	Базовый раствор + образец 13	Базовый раствор + образец 14
Θ ₆₀₀	27	20	21	20,5	18	19
Θ ₃₀₀	20	14	14	14	11	12,5
Θ ₂₀₀	17	11,5	11,5	11,5	8,5	10
Θ ₁₀₀	13	8,5	8,5	8,5	6	7
Θ ₆	7,5	3	3,5	3,5	2	2,5
Θ ₃	7,5	3	3,5	3,5	2	2,5
AV	13,5	10	10,5	10,25	9	9,5
PV	7	6	7	6,5	7	6,5
ΥP	13	8	7	7,5	4	6
Эффектив- ность разжиже- ния	84,4%	90,4%	92,2%	91,6%	95,5%	93,3%

Отдельные результаты из табл. 4А, 4В, 5А и 5В представлены на фиг. 2 в виде дробных значений эффективности разжижения. На фиг. 2 представлена диаграмма, иллюстрирующая сравнение эффективности разжижения разжижающих композиций без сульфата меди с разжижающими композициями, содержащими различные концентрации сульфата меди. Таким образом, составы разжижителя, содержащие сульфат меди и хлорид цинка, отдельно или в комбинации, имеют аналогичную или лучшую эффективность разжижения, чем составы разжижителя, содержащие соли хрома или оловянные соли. Кроме того, составы, содержащие соли меди и цинка, имеют неожиданно лучшую эффективность разжижения, чем составы, содержащие соли других металлов, таких как соли хрома, олова или марганца.

Пример 4. Приготовление второго базового раствора и оценка реологических свойств второго базового раствора и испытуемых растворов.

Второй базовый раствор был приготовлен с применением компонентов, указанных в табл. 6, в порядке и с указанным временем смешивания, по общей процедуре согласно примеру 1.

Таблица 6
Приготовление состава второго
базового раствора

Компонент	Количество во (грамм)	Время смешива ния (мин)
Дистиллированная вода	571,8 (мл)	-
Бентонит	30	10
Хлорид натрия	2	5
Сульфат кальция	1	5
NaOH, 100%	1	3
Базовая глина API	80	10
Барит	291,48	10

Составы разжижителя образцов 1, 11, 12, 13 и 14 согласно примеру 2 (табл. 3) были добавлены в концентрации 1 фунт массы/баррель во второй базовый раствор для приготовления испытуемых растворов. Реологические свойства определяли при 10°C (50°F) и после горячей прокатки при 93°C (200°F) с применением методики, описанной со ссылкой на пример 3. Результаты представлены в табл. 7 (10°C (50°F)) и табл. 8 (93°C(200°F)). в табл. 7 и табл. 8 эффективность разжижения измеряется по отношению ко второму базовому раствору при pH, указанном в каждой таблице.

Таблица 7
Реологические свойства второго базового раствора
и испытуемых растворов при 10°C (50°F)

Реологические свойства	Второй базовый раствор	Второй базовый раствор + образец 1	Второй базовый раствор + образец 11	Второй базовый раствор + образец 12	Второй базовый раствор + образец 13	Второй базовый раствор + образец 14
pH	10,46	10,16	10,50	10,78	10,41	10,33
Θ_{600}	296,9	16,0	16,6	19,4	18,0	18,7
Θ_{300}	279,1	8,4	8,4	9,5	9,0	9,2
Θ_{200}	276,2	6,4	6,0	7,0	6,3	6,4
Θ_{100}	261,7	3,5	3,3	3,7	3,4	4,0
PV	17,8	7,6	8,2	9,9	9,0	9,5
YP	261,3	0,8	0,2	-0,4	0,0	-0,3
Статическое напряжение сдвига после 10 секунд покоя (фунт/100 фут ²)	141,6	0,6	0,1	0,7	1,0	0,3
Статическое напряжение сдвига после 10 минут покоя (фунт/100 фут ²)	160,4	5,4	5,1	8,6	10,8	12,0
Эффективность разжижения	-	99,7	99,9	100,2	100,0	100,1

Таблица 8

Реологические свойства второго базового раствора
после горячей прокатки в течение 16ч при 93°C (200°F)
и испытываемых растворов при 10°C (50°F)

Реологические свойства	Второй базовый раствор	Второй базовый раствор + образец 1	Второй базовый раствор + образец 11	Второй базовый раствор + образец 12	Второй базовый раствор + образец 13	Второй базовый раствор + образец 14
pH	10,86	9,50	10,46	10,72	10,14	10,52
Ө ₆₀₀	42,9	23,4	33,2	30,9	31,9	28,4
Ө ₃₀₀	42,4	12,8	21,8	19,5	21,1	18,2
Ө ₂₀₀	42,2	11,0	22,8	19,8	19,8	14,1
Ө ₁₀₀	42,0	8,1	21,8	14,1	18,4	11,6
PV	0,5	10,6	11,4	11,4	10,8	10,2
УР	41,9	2,2	10,4	8,1	10,3	8,0
Статическое напряжение сдвига после 10 секунд покоя (фунт/100 фут ²)	74,7	3,1	9,3	6,9	8,8	4,9
Статическое напряжение сдвига после 10 минут покоя (фунт/100 фут ²)	132,4	24,8	41,3	32,3	36,2	35,8
Эффективность разжижения	-	94,7	75,2	80,7	75,4	80,9

Пример 5. Приготовление третьего базового раствора и оценка реологических свойств третьего базового раствора и испытываемых растворов.

Третий базовый раствор был приготовлен путем добавления 200 мл деионизированной воды к 2 л второго базового раствора согласно примеру 4.

Составы разжижителя образца 1 и образца 10 согласно примеру 2 добавляли в концентрации 1 фунт массы/баррель к третьему базовому раствору для приготовления испытываемых растворов.

Реологические свойства определяли при 10°C (50°F) и после горячей прокатки при 93°C (200°F) с применением методики, описанной со ссылкой на пример 3, и вискозиметра модели 900 (OFITE®, Хьюстон, Техас). Результаты представлены в табл. 9 ниже.

Таблица 9

Реологические свойства третьего базового раствора
и испытываемых растворов при 10°C (50°F) и после горячей
прокатки в течение 16 ч при 93°C (200°F), свойства жидкости
измеряли при 10°C (50°F)

Реологические свойства	Третий базовый раствор	Третий базовый раствор + образец 1	Третий базовый раствор + образец 10	Третий базовый раствор	Третий базовый раствор + образец 1	Третий базовый раствор + образец 10
	10 °C (50 °F)			Горячекатанный при 93 °C (200 °F), измеренный при 10 °C (50 °F)		
pH	10,73	10,33	10,43	10,59	10,30	10,99
Ө ₆₀₀	328,4	18,7	19,4	65,7	21,2	29,1
Ө ₃₀₀	324,2	8,6	9,4	60,6	18,2	27,9
Ө ₂₀₀	315,9	5,4	6,2	47,5	13,0	23,6
Ө ₁₀₀	294,2	2,8	3,3	47,2	12,2	23,0

PV	4,2	10,1	10,0	5,1	3,0	1,2
YP	320,0	-1,5	-0,6	55,5	15,2	26,7
Статическое напряжение сдвига после 10 секунд покоя (фунт/100 фут ²)	148,4	0,0	0,5	8,9	11,7	24,6
Статическое напряжение сдвига после 10 минут покоя (фунт/100 фут ²)	159,6	8,6	10,7	68,9	36,4	39,3
Эффективность разжижения	-	100,5	100,2		72,6	51,9

Пример 6. Приготовление четвертого базового раствора и оценка реологических свойств третьего базового раствора и испытуемых растворов.

Четвертый базовый раствор был приготовлен путем добавления 300 мл деионизированной воды к 2 л второго базового раствора согласно примеру 4. Составы разжижителя образцов 1, 10, 11, 13 и 14 согласно примеру 2 были добавлены в концентрации 1 фунт массы/баррель в четвертый базовый раствор для приготовления испытуемых растворов. Реологические свойства определяли при 10°C (50°F) и после горячей прокатки при 93°C (200°F) с помощью методики, описанной со ссылкой на пример 3, и вискозиметра модели 900 (OFITE®, Хьюстон, Техас). Результаты представлены ниже в табл. 10 (10°C (50°F)) и табл. 11 (после горячей прокатки при 93°C (200°F)).

Таблица 10

Реологические свойства четвертого базового раствора
и испытуемых растворов при 10°C (50°F)

Реологические свойства	Четвертый базовый раствор	Четвертый базовый раствор + образец 1	Четвертый базовый раствор + образец 10	Четвертый базовый раствор + образец 11	Четвертый базовый раствор + образец 13	Четвертый базовый раствор + образец 14
pH	10,49	10,32	10,35	10,49	10,33	10,36
Θ ₆₀₀	323,9	21,0	22,3	22,7	21,9	24,7
Θ ₃₀₀	302,6	9,7	10,8	10,3	10,1	12,2
Θ ₂₀₀	296,0	7,0	7,8	7,4	7,2	7,7
Θ ₁₀₀	282,6	3,8	4,1	4,0	4,0	5,3
PV	21,3	11,3	11,5	12,4	11,8	12,5
YP	281,3	-1,6	-0,7	-2,1	-1,7	-0,3
Статическое напряжение сдвига после 10 секунд покоя (фунт/100 фут ²)	157,3	0,2	0,3	0,0	0,4	0,6
Статическое напряжение сдвига после 10 минут покоя (фунт/100 фут ²)	167,0	7,4	13,5	12,6	14,5	16,9
Эффективность разжижения	-	100,6	100,2	100,7	100,6	100,1

Таблица 11

Реологические свойства четвертого базового раствора, подвергнутого горячей прокатке в течение 16 ч при 93°C (200°F), реологические характеристики были измерены при 10°C (50°F)

Реологические свойства	Четвертый базовый раствор	Четвертый базовый раствор + образец 1	Четвертый базовый раствор + образец 10	Четвертый базовый раствор + образец 11	Четвертый базовый раствор + образец 13	Четвертый базовый раствор + образец 14
pH	10,52	10,56	10,43	10,49	10,52	10,55
Θ_{600}	64,3	26,6	34,9	33,5	38,8	37,1
Θ_{300}	51,7	21,8	23,4	21,9	33,7	25,8
Θ_{200}	49,6	14,9	24,3	22,6	31,6	22,8
Θ_{100}	49,0	14,1	22,9	21,2	30,5	21,0
PV	12,6	4,8	11,5	11,6	5,1	11,3
YP	39,1	17,0	11,9	10,3	28,6	14,5
Статическое напряжение сдвига после 10 секунд покоя (фунт/100 фут ²)	67,7	10,3	10,9	11,4	23,3	17,6
Статическое напряжение сдвига после 10 минут покоя (фунт/100 фут ²)	152,8	41,3	38,0	37,1	42,3	41,6
Эффективность разжижения	-	56,5	69,6	73,7	26,9	62,9

Настоящее изобретение описано выше со ссылкой на многочисленные аспекты и варианты осуществления, а также конкретные примеры. Многие вариации будут очевидны специалистам в данной области техники в свете приведенного выше подробного описания. Все такие очевидные вариации находятся в пределах предполагаемого объема прилагаемой формулы изобретения.

Другие аспекты настоящего изобретения могут включать следующие аспекты, но не ограничиваются ими. Многие аспекты описаны как "включающие" определенные компоненты или этапы, но в качестве альтернативы могут "состоять по существу из" или "состоять из" этих компонентов или этапов, если специально не указано иное.

Аспект 1. Способ бурения ствола скважины, причем способ включает:

- введение композиции промывочной жидкости в ствол скважины, определенный пластом;
- введение в ствол скважины композиции разжижителя, содержащей по меньшей мере один танин и по меньшей мере одну соль металла;
- введение в контакт композиции разжижителя и композиции промывочной жидкости в стволе скважины;

причем по меньшей мере один танин и по меньшей мере одна соль металла не образуют комплекс *ex situ*, и

причем по меньшей мере одна соль металла включает по меньшей мере одну соль меди, по меньшей мере одну соль цинка или комбинацию по меньшей мере одной соли меди и по меньшей мере одной соли цинка.

Аспект 2. Способ согласно аспекту 1, в котором введение композиции разжижителя в ствол скважины происходит после или одновременно с введением композиции промывочной жидкости в ствол скважины.

Аспект 3. Способ согласно аспекту 1, в котором введение по меньшей мере одного танина в ствол скважины происходит одновременно с введением по меньшей мере одной соли металла в ствол скважины.

Аспект 4. Способ согласно любому из аспектов 1-3, в котором композиция разжижителя содержит сухую смесь по меньшей мере одного танина и по меньшей мере одной соли металла.

Аспект 5. Способ согласно любому из аспектов 1-3, в котором введение композиции разжижителя в ствол скважины включает:

- введение в ствол скважины композиции танина, содержащей по меньшей мере один танин; и
- введение в ствол скважины композиции соли металла, содержащей по меньшей мере одну соль металла.

Аспект 6. Способ согласно аспекту 5, в котором композицию танина вводят в ствол скважины до или одновременно с введением в скважину композиции соли металла.

Аспект 7. Способ согласно любому из аспектов 1-6, в котором по меньшей мере один танин включает сульфометилованный квебрахо.

Аспект 8. Способ согласно любому из аспектов 1-7, в котором по меньшей мере одна соль металла включает по меньшей мере одну соль меди и по меньшей мере одну соль цинка.

Аспект 9. Способ согласно любому из аспектов 1-8, в котором по меньшей мере одна соль меди включает сульфат меди.

Аспект 10. Способ согласно любому из аспектов 1-9, в котором по меньшей мере одна соль цинка включает сульфат цинка, хлорид цинка или комбинацию сульфата цинка и хлорида цинка.

Аспект 11. Способ согласно любому из аспектов 1-10, в котором композиция разжижителя дополнительно содержит сульфат железа.

Аспект 12. Способ согласно любому из аспектов 1-11, в котором композиция разжижителя дополнительно содержит каустицированный бурый уголь.

Аспект 13. Способ согласно любому из аспектов 1-7, в котором композиция разжижителя содержит сульфат железа, каустицированный бурый уголь и по меньшей мере одну соль металла, выбранную из сульфата меди, сульфата цинка и/или хлорида цинка.

Аспект 14. Способ согласно любому из аспектов 1-13, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 1 мас.% сульфата железа.

Аспект 15. Способ согласно любому из аспектов 1-13, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 3 мас.% сульфата железа.

Аспект 16. Способ согласно любому из аспектов 1-13, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 5 мас.% сульфата железа.

Аспект 17. Способ согласно любому из аспектов 1-13, в котором композиция разжижителя содержит от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 10 мас.% сульфата меди.

Аспект 18. Способ согласно любому из аспектов 1-13, в котором композиция разжижителя содержит от приблизительно 2 мас.% до приблизительно 8 мас.% сульфата меди.

Аспект 19. Способ согласно любому из аспектов 1-13, в котором композиция разжижителя содержит от приблизительно 3 мас.% до приблизительно 7 мас.% сульфата меди.

Аспект 20. Способ согласно любому из аспектов 1-13, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 5 мас.% хлорида цинка.

Аспект 21. Способ согласно любому из аспектов 1-13, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 10 мас.% гептагидрата сульфата цинка.

Аспект 22. Способ согласно любому из аспектов 1-21, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 60 мас.% сульфометилованного квебрахо.

Аспект 23. Способ согласно любому из аспектов 1-21, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 70 мас.% сульфометилованного квебрахо.

Аспект 24. Способ согласно любому из аспектов 1-23, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 8 мас.% каустицированного бурого угля.

Аспект 25. Способ согласно любому из аспектов 1-23, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 15 мас.% каустицированного бурого угля.

Аспект 26. Способ согласно любому из аспектов 1-25, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 5 мас.% сульфата железа.

Аспект 27. Способ согласно любому из аспектов 1-25, в котором композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 9 мас.% сульфата железа.

Аспект 28. Способ согласно любому из аспектов 1-23, в котором композиция разжижителя содержит приблизительно 9 мас.% сульфата железа, приблизительно 70 мас.% сульфометилованного квебрахо и по меньшей мере приблизительно 8 мас.% каустицированного бурого угля.

Аспект 29. Способ согласно любому из аспектов 1-17, в котором композиция разжижителя имеет эффективность разжижения по меньшей мере приблизительно 30%, как измерено согласно Протоколу А.

Аспект 30. Способ согласно любому из аспектов 1-18, дополнительно включающий бурение пласта для определения или удлинения ствола скважины.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ бурения ствола скважины, причем способ включает:
 - a) введение композиции промывочной жидкости в ствол скважины, определенный пластом;
 - b) введение в ствол скважины композиции разжижителя, содержащей по меньшей мере один танин и по меньшей мере одну соль металла;
 - c) введение в контакт композиции разжижителя и композиции промывочной жидкости в стволе скважины;
 причем по меньшей мере один танин и по меньшей мере одну соль объединяют перед введением в

скважину, и

причем по меньшей мере одна соль металла включает по меньшей мере одну соль меди,

где по меньшей мере одна соль меди включает сульфат меди,

где композиция разжижителя включает по меньшей мере 1 мас.% сульфата меди,

где композиция разжижителя дополнительно включает по меньшей мере 8 мас.% каустицированного бурого угля, и

где композиция разжижителя имеет эффективность разжижения по меньшей мере 30%, как измерено согласно протоколу А.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что введение композиции разжижителя в ствол скважины происходит после или одновременно с введением композиции промывочной жидкости в ствол скважины.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что введение по меньшей мере одного танина в ствол скважины происходит одновременно с введением по меньшей мере одной соли металла в ствол скважины.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что композиция разжижителя содержит сухую смесь по меньшей мере одного танина и по меньшей мере одной соли металла.

5. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что введение композиции разжижителя в ствол скважины включает:

введение в ствол скважины композиции танина, содержащей по меньшей мере один танин; и

введение в ствол скважины композиции соли металла, содержащей по меньшей мере одну соль металла.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что композицию танина вводят в ствол скважины до или одновременно с введением в скважину композиции соли металла.

7. Способ по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что по меньшей мере один танин включает сульфометилированный квебрахо.

8. Способ по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что по меньшей мере одна соль металла дополнительно включает по меньшей мере одну соль цинка.

9. Способ по любому из пп.1-8, отличающийся тем, что по меньшей мере одна соль цинка включает сульфат цинка, хлорид цинка или комбинацию сульфата цинка и хлорида цинка.

10. Способ по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что композиция разжижителя дополнительно содержит сульфат железа.

11. Способ по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что композиция разжижителя дополнительно содержит сульфат железа и по меньшей мере одну соль металла, выбранную из сульфата цинка и хлорида цинка.

12. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 3 мас.% сульфата меди.

13. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 5 мас.% сульфата меди.

14. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что композиция разжижителя содержит от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 10 мас.% сульфата меди.

15. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что композиция разжижителя содержит от приблизительно 2 мас.% до приблизительно 8 мас.% сульфата меди.

16. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что композиция разжижителя содержит от приблизительно 3 мас.% до приблизительно 7 мас.% сульфата меди.

17. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что композиция разжижителя дополнительно содержит по меньшей мере приблизительно 5 мас.% хлорида цинка.

18. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что композиция разжижителя дополнительно содержит по меньшей мере приблизительно 10 мас.% гептагидрата сульфата цинка.

19. Способ по любому из пп.1-18, отличающийся тем, что композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 60 мас.% сульфометилированного квебрахо.

20. Способ по любому из пп.1-18, отличающийся тем, что композиция разжижителя содержит по меньшей мере приблизительно 70 мас.% сульфометилированного квебрахо.

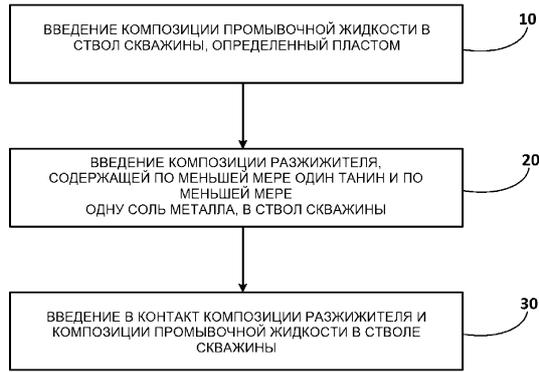
21. Способ по любому из пп.1-20, отличающийся тем, что композиция разжижителя дополнительно содержит по меньшей мере приблизительно 15 мас.% каустицированного бурого угля.

22. Способ по любому из пп.1-21, отличающийся тем, что композиция разжижителя дополнительно содержит по меньшей мере приблизительно 5 мас.% сульфата железа.

23. Способ по любому из пп.1-21, отличающийся тем, что композиция разжижителя дополнительно содержит по меньшей мере приблизительно 9 мас.% сульфата железа.

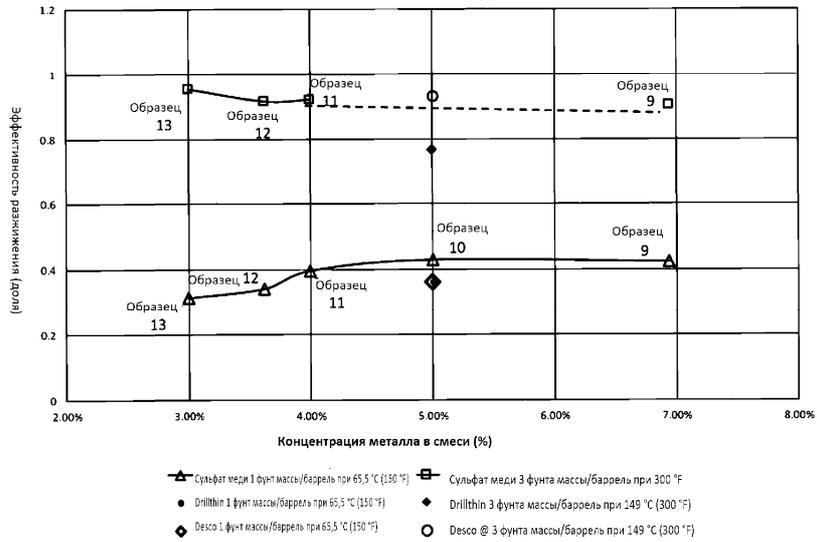
24. Способ по любому из пп.1-20, отличающийся тем, что композиция разжижителя содержит приблизительно 70 мас.% сульфометилированного квебрахо и дополнительно содержит приблизительно 9 мас.% сульфата железа.

25. Способ по любому из пп.1-15, дополнительно включающий бурение пласта для определения или удлинения ствола скважины.



Фиг. 1

Сравнения состава сульфата меди



Фиг. 2