

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201491017** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки
2014.11.28

(51) Int. Cl. *C09K 8/035* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2012.11.21

(54) **БУРОВАЯ СИСТЕМА НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ С ДИССИПАТИВНЫМ
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМ ВЕЩЕСТВОМ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОПЕРАЦИЯХ
ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ЗАЛЕЖЕЙ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ И БИТУМИНОЗНЫХ
ПЕСКОВ**

(31) 61/562,283

(32) 2011.11.21

(33) US

(86) PCT/US2012/066344

(87) WO 2013/078374 2013.05.30

(71) Заявитель:

**ТиЮСиСи ТЕКНОЛОДЖИ, ЭлЭлСи
(US)**

(72) Изобретатель:

**Добсон Джеймс У., мл., Треско Ким О.,
Хиндз Пьер Дж. (US)**

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Описан буровой раствор на водной основе, который включает водную текучую среду и водорастворимую диссипативную поверхностно-активную композицию, в котором диссипативная поверхностно-активная композиция включает по меньшей мере одну жирную кислоту или сложноэфирное производное из растения или растительного масла. Также описаны способы применения таких буровых растворов на водной основе, включающих диссипативную поверхностно-активную композицию, как описано, в операциях добычи углеводородов, связанных с нефтеносным/битуминозным песком, где такие текучие среды действуют для повышения характеристик диспергирования углеводородов внутри нефтеносного/битуминозного песка и где такая текучая среда проявляет пониженный коэффициент трения.

A1

201491017

201491017

A1

**БУРОВАЯ СИСТЕМА НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ С ДИССИПАТИВНЫМ ПОВЕРХНОСТНО-
АКТИВНЫМ ВЕЩЕСТВОМ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОПЕРАЦИЯХ ДОБЫЧИ
УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ЗАЛЕЖЕЙ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ И БИТУМИНОЗНЫХ ПЕСКОВ**

[0003] ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

[0004] Настоящая заявка утверждает приоритет предварительной патентной заявки США с серийным номером 61/562283, поданной 21 ноября 2011 года, содержание которой включено здесь ссылкой во всей его полноте.

[0005] ЗАЯВЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ФИНАНСИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЛИ РАЗРАБОТКИ ИЗ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТА

[0006] Не имеет отношения.

[0007] ССЫЛКА НА ПРИЛОЖЕНИЕ

[0008] Не имеет отношения.

[0009] ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0010] Область техники, к которой относится изобретение. Раскрытые здесь и инструктирующие изобретения в основном относятся к компонентам скважинных текучих сред и буровых растворов и, более конкретно, относятся к буровым растворам на водной основе и их компонентам, которые пригодны для применения в пластах нефтеносных/битуминозных песков.

[0011] Уровень техники

[0012] Когда пробуривают или заканчивают скважины в земных пластах, в буровой скважине по многообразным соображениям применяют разнообразные текучие среды. Обычные варианты применения текучих сред для бурения и заканчивания скважин включают смазывание и охлаждение режущих поверхностей бурового долота во время бурения, в частности, во время вскрытия пласта (бурения в целевом нефтеносном пласте), при транспортировании «обломков» выбуренной породы на поверхность, при регулировании давления пластовых текучих сред для предотвращения выбросов, для поддержания стабильности скважины, очистки ствола скважины, передачи гидравлической мощности на буровое долото и иным образом обработки ствола скважины или пласта.

[0013] В многообразных операциях роторного бурения буровой раствор принимает форму «глинистого раствора», то есть

жидкости, имеющей суспендированные в ней твердые материалы. В частности, назначением твердых материалов является придание буровому раствору желательных реологических характеристик, вместе с тем одновременно повышая плотность текучей среды, чтобы обеспечить надлежащее гидравлическое давление на забое ствола скважины.

[0014] Буровые системы в основном характеризуются как системы тиксотропных текучих сред. То есть, они проявляют низкую вязкость, будучи под воздействием сдвиговой нагрузки, такой как при циркуляции (какая происходит во время нагнетания или при контакте с движущимся буровым долотом). Однако, когда воздействие сдвиговой нагрузки прекращается, текучая среда должна быть способна удерживать твердые материалы во взвешенном состоянии, которые она содержит, для предотвращения гравитационного разделения. В дополнение, когда буровой раствор находится в условиях сдвиговой нагрузки и свободного течения подобно жидкости, он должен сохранять достаточно высокую вязкость, пригодную для выноса всего нежелательного дисперсного материала из забойной зоны ствола скважины на поверхность. Состав бурового раствора также должен обеспечивать возможность удаления обломков выбуренной породы и другого нежелательного дисперсного материала или иным образом осаждают из жидкостной фракции. Кроме того, важно, чтобы буровые растворы минимизировали крутящий момент и гидродинамическое сопротивление, которые имеют место в связи с бурильной колонной, в частности, во время самой операции бурения.

[0015] Существует возрастающая потребность в буровых растворах, имеющих реологические характеристики, позволяющие проводить бурение скважин, в то же время, сводя к минимуму крутящий момент и гидродинамическое сопротивление, в частности, в более проблемных пластах, таких как нефтеносные/битуминозные пески. Нефтеносный песок или гудронный песок, как они обычно называются, более точно именуемый битуминозным песком, представляют собой тип нетрадиционного нефтяного месторождения. Песок содержит смеси природного происхождения из песка, глины, воды и плотной и предельно вязкой формы нефти, имеющей

техническое название «битум» (или на профессиональном жаргоне «смола» вследствие ее сходного внешнего вида, запаха и цвета). Нефтеносный/битуминозный песок находится в больших количествах во многих странах по всему миру, но залежи имеются в исключительно больших количествах как в Канаде, так и в Венесуэле, причем другие запасы расположены в Казахстане и в России. Месторождения этих типов часто имеют неуплотненные пески и проявляют весьма переменную пористость и проницаемость, которые могут вызывать высокое трение на бурильной колонне во время бурильных операций, приводя к чрезмерному крутящему моменту и гидродинамическому сопротивлению на бурильной колонне и буровом долоте, случаям прихвата труб и забиванию вибрационных сит, причем названо лишь небольшое число проблем. Таким образом, исторически в большинстве бурильных работ в нефтеносном/битуминозном песке и подобных, с трудом поддающихся бурению пластах использовали буровые растворы на масляной или углеводородной основе или вводили дизельное топливо или подобные компоненты в качестве смазочных средств, чтобы преодолевать проблемы, связанные с такими пластами. В то время как применение таких смазочных средств в буровых растворах улучшает смазку до такой степени, что позволяет проводить бурение скважин в трудных пластах, а также отклоняющихся от вертикали скважин (например, горизонтальных скважин), где являются значительными крутящий момент, гидродинамическое сопротивление и потенциальная возможность прихвата бурильной колонны, смазочные характеристики таких текучих сред должны быть сбалансированы с требованиями в отношении охраны окружающей среды при применении таких текучих сред на углеводородной основе.

[0016] Раскрытые здесь и инструктирующие изобретения направлены на усовершенствованные буровые растворы и текучие среды и системы для вскрытия продуктивного пласта для применения в операциях добычи углеводородов, в которых системы проявляют улучшенные реологические характеристики, в частности, когда бурильные работы проводятся в нефтеносном/битуминозном песке. В частности, было обнаружено благоприятное

обстоятельство, что описываемое здесь диссипативное поверхностно-активное вещество действует не только для снижения коэффициента трения, но также как диспергатор, который образует однородную смесь бурового раствора с улучшенными реологическими свойствами благодаря его антиагломерационным/диспергирующим характеристикам в нефтеносном/битуминозном песке.

[0017] КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0018] Описан буровой раствор на водной основе, который включает водную текучую среду, гелеобразующий агент, щелочной буфер и водорастворимую диссипативную поверхностно-активную композицию, которая включает по меньшей мере одну жирную кислоту или сложноэфирное производное из растения или растительного масла и, необязательно, противозадирную присадку, причем буровой раствор на водной основе пригоден для применения при бурении пластов, содержащих нефтеносный/битуминозный песок, и проявляет характеристики пониженного коэффициента трения в буровом растворе.

[0019] В соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения описан буровой раствор на водной основе, причем буровой раствор включает водную текучую среду и диссипативную поверхностно-активную композицию, содержащую по меньшей мере одно жирное растительное масло или жирную кислоту, полученную из растения, противозадирную присадку и, необязательно, по меньшей мере один синтетический сложный эфир или сложный диэфир. В дополнительном соответствии с аспектами этого варианта исполнения жирное производное растительного масла или масличного растения в диссипативной поверхностно-активной композиции включает по меньшей мере один компонент из триглицерида, рицинолеиновой кислоты, линолевой кислоты, олеиновой кислоты, стеариновой кислоты, пальмитиновой кислоты, дигидроксистеариновой кислоты, линоленовой кислоты и арахидиновой кислоты. По меньшей мере в одном предпочтительном аспекте настоящего варианта исполнения жирная кислота представляет собой алифатическую C14-C28-кислоту. В дополнительных аспектах настоящего варианта исполнения растительный источник жирного растительного масла или жирной кислоты выбирают из группы,

состоящей из растений рода Brassica, включающей канолу и семена рапса, сою, кукурузу, подсолнечник, хлопок, какао, сафлор, масличную пальму, кокосовую пальму, лен, клещевину, арахис, пшеницу, овес и рис, любое из которых может быть природного происхождения или трансгенным (генетически модифицированным, таким как для получения увеличенного количества конкретной жирной кислоты). Кроме того, текучая среда может включать ряд дополнительных, необязательных добавок, насколько уместно, включающих по меньшей мере одну добавку из буферного реагента, добавку для контроля фильтрации и гелеобразующий агент.

[0020] В соответствии с еще одним дополнительным вариантом осуществления настоящего изобретения описан способ обработки ствола буровой скважины, протяженной в подземный пласт, причем способ включает стадии, в которых смешивают водную текучую среду и диссипативную поверхностно-активную композицию, включающую одно жирное производное растительного масла или жирную кислоту, полученную из растения, противозадирную присадку и, необязательно, по меньшей мере один сложный эфир или сложный дизфир, с образованием скважинной текучей среды на водной основе и после этого используют скважинную текучую среду на водной основе во время бурильных работ.

[0021] В соответствии с еще одним дополнительным вариантом осуществления настоящего изобретения описана скважинная текучая среда, причем текучая среда включает водную текучую среду и диссипативную поверхностно-активную композицию, включающую по меньшей мере одно растительное масло, по меньшей мере одну противозадирную присадку и/или антифрикционную добавку и, необязательно, по меньшей мере один сложный эфир или сложный дизфир, имеющий от 8 до 30 атомов углерода. В дополнительном соответствии с этим вариантом исполнения диссипативная поверхностно-активная композиция содержит компонент противозадирной присадки, который не является галогенированным и содержит фосфор, серу или и то, и другое.

[0022] В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения описан способ бурения подземного пласта с использованием бурового раствора на водной основе, в котором

буровой раствор состоит из текучей среды на водной основе и системы диссипативной поверхностно-активной добавки, причем диссипативная поверхностно-активная система включает: производное растения или растительное масло, или триглицерид растительного масла, полученный из вида растения природного происхождения или генетически модифицированного, выбранного из группы, состоящей из родов *Brassica*, *Helianthus*, *Glycine max*, *Zea mays*, *Crambe* и *Limnanthes*; и содержит фосфор- или сероантифрикционную или противозадирную присадку; и причем способ включает стадии, в которых добавляют эффективное количество диссипативной поверхностно-активной системы для существенного снижения коэффициента трения по сравнению с текучей средой, в которой диссипативная поверхностно-активная система отсутствует.

[0023] КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ В ЧЕРТЕЖАХ

[0024] Нижеследующие фигуры составляют часть настоящего описания и включены для дополнительной демонстрации определенных аспектов настоящего изобретения. Изобретение может быть лучше понято со ссылкой на одну или более из этих фигур в сочетании с подробным описанием конкретных представленных здесь вариантов осуществления.

[0025] Фиг.1 представляет изображение нефтеносного/битуминозного песка, использованного для испытания композиций согласно настоящему изобретению.

[0026] Фиг.2 представляет фотографию композиции примера 1 с содержанием 20 фунт/баррель (57,2 кг/м³) нефтеносного/битуминозного песка после динамического старения.

[0027] Фиг.3 представляет фотографию композиции примера 2, содержащую диссипативное поверхностно-активное вещество в соответствии с настоящим изобретением, после динамического старения.

[0028] В то время как раскрытые здесь изобретения являются восприимчивыми к разнообразным модификациям и альтернативным формам, только немногие конкретные варианты исполнения были показаны в качестве примера в чертежах и подробно описаны ниже. Фигуры и подробные описания этих конкретных вариантов

исполнения никоим образом не предполагают ограничения объема или области идей изобретения или пунктов прилагаемой патентной формулы. Скорее фигуры и подробные письменные разъяснения приведены для иллюстрирования идей изобретения для специалиста с обычной квалификацией в этой области технологии, чтобы позволить такому специалисту воспринять и использовать идеи изобретения.

[0029] ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0030] Описанные выше фигуры и текстовое описание конкретных структур и функций ниже не представляют ограничения области того, что заявители изобрели, или области пунктов прилагаемой патентной формулы. Скорее фигуры и текстовое описание приведены, чтобы проинструктировать любого квалифицированного специалиста в этой области технологии для реализации и использования изобретений, для которых предполагается патентная защита. Квалифицированным специалистам в этой области технологии будет понятно, что ради ясности и понятности описаны или показаны не все признаки промышленного осуществления изобретений. Квалифицированным специалистам в этой области технологии также будет понятно, что разработка аспектов, предусматривающих реальную промышленную реализацию настоящих изобретений, потребует многочисленных, специфических для конкретного воплощения решений для достижения конечной цели разработчика в плане промышленного исполнения. Такие специфические для конкретного воплощения решения могут включать, и скорее всего не будут этим ограничиваться, соответствие с системно-зависимыми, связанными с деловой деятельностью, относящимися к правительственным предписаниям и прочими ограничениями, которые могут варьировать в зависимости от конкретного варианта исполнения, местоположения и время от времени. Тогда как усилия разработчика могли бы быть сложными и занимающими много времени в абсолютном смысле, но, тем не менее, такие усилия были бы обыденной практикой для квалифицированных специалистов в этой области технологии, имеющих благоприятную возможность располагать настоящим изобретением. Должно быть понятно, что раскрытые и разъясняемые

здесь изобретения восприимчивы к многочисленным и разнообразным модификациям и альтернативным формам. Наконец, применение термина в единственном числе, не ограничивающегося таковым, не предполагает ограничения числа объектов. Кроме того, термины, касающиеся относительного расположения, такие, но не ограничивающиеся таковыми, как «верх», «низ», «левый», «правый», «верхний», «нижний», «вниз», «вверх», «боковой» и тому подобные, применяются в текстовом описании для ясности в конкретной ссылке на фигуры и не предполагаются ограничивающими область изобретения или пунктов прилагаемой патентной формулы.

[0031] Заявители создали усовершенствованную текучую среду на водной основе для бурения и заканчивания для применения в операциях по добыче углеводородов, в частности, тех, которые предусматривают присутствие нефтеносного/битуминозного песка, причем текучая среда для бурения и заканчивания включает водную текучую среду и экологически чистую диссипативную среду, необязательно называемую здесь «диссипативным поверхностно-активным материалом», причем диссипативный поверхностно-активный материал включает по меньшей мере одну жирную кислоту или масло, полученное из растения, в частности, жирную кислоту или масло, производные от растительной культуры, которая может быть трансгенной или нет (например, природного происхождения), и по меньшей мере одну противозадирную присадку, содержащую фосфор или серу. В частности, было обнаружено как благоприятное, что включение диссипативной поверхностно-активной композиции проявляет антиагломерационные/диспергирующие характеристики в нефтеносном/битуминозном песке, тем самым образуя однородную смесь бурового раствора с улучшенными реологическими свойствами текучей среды и с пониженным коэффициентом трения.

[0032] Раскрытые здесь варианты исполнения, в частности, относятся к диссипативным поверхностно-активным материалам для применения в водных составах скважинных текучих сред или буровых растворов на водной основе. В частности, описываемые здесь варианты исполнения относятся к водным системам обрабатывающих скважинных текучих сред, которые включают

диссипативные поверхностно-активные композиции, в свою очередь включающие жирные кислоты и сложноэфирные производные жирных кислот, находящиеся в растительных маслах, таких как масла из растений рода Brassica. В нижеследующем описании изложены многочисленные подробности, чтобы обеспечить понимание настоящего изобретения. Однако квалифицированным специалистам в этой области технологии будет понятно, что настоящее изобретение может быть реализовано на практике без этих подробностей и что могут быть возможными многообразные вариации или модификации описываемых вариантов исполнения.

[0033] В одном варианте исполнения буровой раствор на водной основе включает водную текучую среду, диссипативную поверхностно-активную композицию и, необязательно, по меньшей мере один буферный реагент, щелочной буфер, и гелеобразующий агент или загуститель, когда это может быть уместным. Диссипативная поверхностно-активная композиция может включать по меньшей мере одну жирную кислоту или производное жирной кислоты, насыщенные или ненасыщенные, либо цис-, либо транс-геометрии, которые имеют происхождение из масла растений, предпочтительно пищевого или растительного масла. В еще одном варианте исполнения скважинная текучая среда может включать водную текучую среду и диссипативную поверхностно-активную композицию, причем диссипативная поверхностно-активная композиция включает по меньшей мере одну жирную кислоту или производное жирной кислоты, насыщенные или ненасыщенные, либо цис-, либо транс-геометрии, которые имеют происхождение из масла растений (природного происхождения или трансгенных), предпочтительно пищевого или растительного масла, причем жирная кислота или производное жирной кислоты могут включать олеиновую кислоту, сложный эфир олеиновой кислоты, триглицерид или их производное. Специалисту с обычной квалификацией в этой области технологии было бы понятно, что буровые растворы или скважинные текучие среды также могут включать разнообразные прочие добавки, насколько это уместно, в том числе биоциды и тому подобные.

[0034] ДИССИПАТИВНОЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

[0035] В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения водный (на водной основе) буровой раствор проявляет улучшенные характеристики бурения, в частности, в нефтеносных/битуминозных песках, причем текучая среда включает водную текучую среду и диссипативную поверхностно-активную композицию или систему, примешанную к водной текучей среде, причем диссипативная поверхностно-активная композиция включает масло на растительной основе или на основе растений (либо природных, либо трансгенных), гидрированное или негидрированное, или синтетический триглицерид, производный из такого масла, и по меньшей мере одну добавку из антифрикционной/противозадирной присадки и синтетического или натурального сложного диэфира. Диссипативная поверхностно-активная композиция согласно настоящему изобретению предпочтительно является водорастворимой или по существу (например, по меньшей мере на 95% и предпочтительно по меньшей мере на 98-99% растворимой в воде или в водном растворе) водорастворимой. Кроме того, диссипативная среда, или диссипативная поверхностно-активная композиция, присутствует в описываемых здесь буровых растворах или скважинных текучих средах на водной основе в количестве, варьирующем от около 1% по объему до около 10% по объему включительно, в том числе около 2% по объему, около 3% по объему, около 4% по объему, около 5% по объему, около 6% по объему, около 7% по объему, около 8% по объему и около 9% по объему, а также варьирующем в пределах этого диапазона (например, от около 2% по объему до около 8% по объему, или от около 3% по объему до около 6% по объему) в расчете на общий объем системы бурового раствора.

[0036] Как применяемый здесь, термин «трансгенный» имеет отношение к «трансгенному растению», которое означает растение, геном которого был изменен стабильным введением рекомбинантной ДНК. Трансгенное растение включает растение, созданное из первоначально трансформированной растительной клетки и с получением потомства трансгенных растений из последующих

поколений или гибридов преобразованного растения. Как используемая здесь, «рекомбинантная ДНК» означает ДНК, которую генетически модифицировали и сформировали вне клетки, в том числе ДНК, включающую ДНК природного происхождения, или комплементарную ДНК (кДНК), или синтетическую ДНК. Примерные трансгенные растения, которые пригодны для применения с композициями согласно настоящему изобретению, включают те, которые представляют собой сорта культурных растений рода *Brassica*, такие как культивары канолы, которые имеют уровень содержания олеиновой кислоты 65% или выше (по меньшей мере 65% олеиновой кислоты (C18:1) и, необязательно, менее 3% линоленовой кислоты (C18:3)).

[0037] Как правило, в диссипативном поверхностно-активном материале согласно настоящему изобретению используют жирные кислоты или их сложные эфиры из растений или растительных масел, глицериды или триглицериды (C₅-C₂₈), производные из растений или растительных семян. Эти природные масла обычно содержат пальмитиновую C₁₆-кислоту и стеариновую, олеиновую, линолевую и линоленовую C₁₈-кислоты (альфа-(C18:1) и гамма-(C18:3), среди прочих). Диссипативная поверхностно-активная композиция может на величину от около 20% до 95% состоять из природного растительного масла или жирной кислоты, сложного эфира жирной кислоты, триглицерида или глицерида, полученного из них. Масло предпочтительно составляет количество вплоть до или около 30, 40, 50, 55, 60, 65, 75, 80, 85 или 90% диссипативной поверхностно-активной композиции. Более предпочтительно, растительное масло или масло овощной культуры входит в состав диссипативной среды водной обрабатываемой текучей среды в количестве вплоть до или около 75% по весу или по объему композиции. Диссипативный поверхностно-активный материал также может необязательно включать один или более сложных эфиров или сложных диэфиров, либо синтетических, либо природного происхождения, предпочтительно сложных эфиров или сложных диэфиров, имеющих от 10 до 30 атомов углерода (например, C₁₀-C₃₀) включительно, в количестве, варьирующем от около 10% по объему до около 50% по объему, в том числе около

20% по объему, 30% по объему и 40% по объему. Наконец, и как будет здесь описано подробнее, диссипативный поверхностно-активный материал может включать одну или более противозадирных и/или антифрикционных присадок.

[0038] В одном варианте исполнения диссипативная поверхностно-активная композиция может включать производное растительного масла, которое образовано реакцией по меньшей мере одной жирной кислоты, выделенной из растительного масла (например, рапсового (канола) масла или масла из растений родов *Brassica*, *Helianthus*, *Glycine max*, *Zea mays*, *Crambe* и *Limnanthes*) по меньшей мере с одним одно-, двух-, трех- или многоатомным спиртом, с образованием сложноэфирного производного жирной кислоты. Такие жирные кислоты природного происхождения из выделенного из растений масла могут включать, но не ограничиваются таковыми, по меньшей мере одну из рицинолеиновой кислоты, олеиновой кислоты, стеариновой кислоты, пальмитиновой кислоты, дигидроксистеариновой кислоты, линолевой кислоты, альфа-линоленовой кислоты, гамма-линоленовой кислоты и арахидиновой кислоты (C20:0), а также другие насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты и сложные эфиры жирных кислот. Функциональные группы, такие как гидроксильные группы (как в рицинолеиновой кислоте, пальмитиновой кислоте и стеариновой кислоте), и олефиновые функциональности могут обеспечивать возможность дополнительной химической функционализации жирной кислоты и, следовательно, дополнительного усовершенствования физических свойств соединений. Дополнительно, сложноэфирные производные жирных кислот, присутствующие в растениях или овощах (природного происхождения или трансгенных), могут быть нетоксичными и легко биоразлагаемыми, что повышает желательность их применения в диссипативных поверхностно-активных композициях согласно настоящему изобретению. Подходящие растительные масла для применения в диссипативных поверхностно-активных композициях согласно изобретению включают, например, и без ограничения, рапсовое (*Brassica*), подсолнечное (*Helianthus*), соевое (*Glycine max*), кукурузное (*Zea mays*) масла, масло крамбе (*Crambe*) и масло пенника

лугового (*Limnanthes*). В одном предпочтительном аспекте преимущественным является использование рапсового (канола) масла (типично получаемого из растений родов *Brassica napus* L. или *Brassica campestris* L., или их смесей, либо природных, либо трансгенных).

[0039] Термин «глицерид», как применяемый здесь, имеет отношение к глицеридам, которые являются производным из природных, в частности растительных, источников, а также к глицеридам, которые получены синтетическим путем. Глицериды представляют собой сложные эфиры глицерина (трехатомного спирта) и жирных кислот, в которых одна или более из гидроксильных групп глицерина этерифицированы в реакции с карбоксильными группами жирных кислот, содержащих от около 4 до около 75 атомов углерода и предпочтительно от около 6 до около 24 атомов углерода. Жирные кислоты могут быть насыщенными или ненасыщенными, линейными, разветвленными или циклическими монокарбоновыми кислотами. Там, где этерифицированы три гидроксильных группы, полученный глицерид называется «триглицеридом». Когда этерифицированы только одна или две из гидроксильных групп, полученные продукты называются «моноглицеридами» или «диглицеридами», соответственно. Природные глицериды представляют собой смешанные глицериды, включающие триглицериды и небольшие количества, например, от около 0,1 до около 40 мольных процентов, моно- и диглицеридов. Природные глицериды включают, например, кокосовое, подсолнечное и соевое (*Glycine max*) масла. Синтетически полученные глицериды, в соответствии с настоящим изобретением, синтезированы реакцией конденсации между глицерином и жирной кислотой или смесью жирных кислот, содержащих от около 6 до около 24 атомов углерода и полученных из природного или трансгенного растения или растительного источника. Жирная кислота может быть насыщенной или ненасыщенной, линейной, разветвленной, циклической монокарбоновой кислотой или их смесью. Сама жирная кислота может быть производной, например, из природных (или трансгенных), то есть растений/растительных источников, как предлагается выше. Примеры включают, но не

ограничиваются таковыми, капроновую, каприловую, каприновую, лауриновую, миристиновую, пальмитиновую, стеариновую, арахидоновую, арахионовую, олеиновую, линолеовую и альфа-, гамма- и дигомо-гамма-линоленовые кислоты и смеси любых из вышеуказанных. Полученные синтетическим путем глицериды будут содержать от около 80 до около 100 мольных процентов триглицеридов, с остальным количеством, если оно имеется, представляющим от около 0 до около 20 мольных процентов моно- и диглицеридов, присутствующих в смеси с триглицеридами.

[0040] Как было указано выше, масло, жирная кислота или производное жирной кислоты, применимые в составе диссипативных поверхностно-активных композиций согласно настоящему изобретению, имеют происхождение, например, из природных источников, то есть их выделяют из таких природных источников, как произрастающие в природе растения и овощи; трансгенные растения и овощи; и их комбинации. Природные масла, применимые в диссипативных поверхностно-активных композициях согласно настоящему изобретению, включают, но не ограничиваются таковыми, кокосовое масло, масло бабассу, косточковое пальмовое масло, пальмовое масло, оливковое масло, касторовое масло, рапсовое масло, кукурузное масло, говяжий жир, китовый жир, подсолнечное, хлопковое масло, льняное масло, тунговое масло, сало, лядровое масло, арахисовое масло, масло канола, соевое масло и тому подобные. Необязательно, в соответствии с избранными аспектами изобретения, масло может быть синтетическим маслом, основанным отчасти на природном или трансгенном масле, жирной кислоте или производном жирной кислоты, или производным из них. Такие синтетические масла на основе природных материалов, пригодные для применения здесь, имеют отношение к продуктам, полученным реакцией карбоновых кислот с глицерином, например, триацетату глицерина и тому подобным, с образованием сложных эфиров глицерина. Пригодные исходные масла могут содержать триацилглицерины (TAG), которые содержат три цепи жирных кислот, которыми этерифицирован глицериновый фрагмент, и могут быть природными или синтетическими. Например, такие TAG, как триолеин,

триэйкозаноин или триэруцин, могут быть применены в качестве исходных материалов. TAG имеются в продаже на рынке от многочисленных коммерческих источников, например, от фирмы Aldrich Chemical Company (Сент-Луис, Миссури), или могут быть синтезированы с использованием стандартных способов, например, из таллового масла природного происхождения, пальмового масла, касторового масла, хлопкового масла, кукурузного масла, арахисового масла, рапсового масла (в том числе масла канола), сафлорового масла, кунжутного масла, соевого масла, подсолнечного масла, оливкового масла, кокосового масла, косточкового пальмового масла, масла бабассу, масла канола, соевого масла, ореховых масел (например, миндального масла), цитрусовых масел (например, лимонного масла) и масел из семян представителей семейства цитрусовых, масел из членов семейства тыквенных (Cucurbitaceae) (тыквы бутылочные, дыни, тыквы обыкновенные и тыквы крупноплодные) и тому подобных, а также комбинации таких масел с маслом канола (природного происхождения или трансгенного) являются предпочтительными для применения здесь.

[0041] Вышеуказанные сложные эфиры глицерина будут содержать алифатические сложные эфиры от около C_4 - до около C_{75} -кислот и предпочтительно содержат алифатические сложные эфиры от около C_6 - до около C_{28} -кислот, то есть несколько остатков жирных кислот, число и тип которых варьируют в зависимости от источника масла. Жирные кислоты представляют собой класс соединений, содержащих длинную углеводородную цепь и концевую карбоксилатную группу, и характеризуются как ненасыщенные или насыщенные в зависимости от того, присутствует ли в углеводородной цепи двойная связь. Поэтому ненасыщенная жирная кислота имеет по меньшей мере одну двойную связь в своей углеводородной цепи, тогда как насыщенная жирная кислота не содержит двойных связей в своей цепи жирной кислоты. Примеры ненасыщенных жирных кислот включают, но не ограничиваются таковыми, миристолеиновую кислоту, пальмитолеиновую кислоту, олеиновую кислоту, линоленовую кислоту и тому подобные. Примеры насыщенных жирных кислот включают капроновую кислоту,

каприловую кислоту, каприновую кислоту, лауриновую кислоту, миристиновую кислоту, пальмитиновую кислоту, стеариновую кислоту, арахиновую кислоту, бегеновую кислоту, лигноцериновую кислоту и тому подобные.

[0042] Кислотный фрагмент может быть введен в полностью этерифицированное соединение или соединение, которое является менее чем полностью этерифицированным, например, тристеарат глицерина или дилаурат глицерина и моноолеат глицерина, соответственно. В особенности благоприятным является использование масел растительного происхождения, то есть, растительных масел в качестве исходных материалов, так как они позволяют получать указанные здесь продукты реакций экономичным путем. Подходящие растительные масла имеют содержание мононенасыщенных жирных кислот по меньшей мере около 50% в расчете на общее содержание жирных кислот, например, рапсовое (*Brassica*), подсолнечное (*Helianthus*), соевое (*Glycine max*), кукурузное (*Zea mays*) масла, масло крамбе (*Crambe*) и масло пенника лугового (*Limnanthes*). Масло канولا (типично получаемое из растений родов *Brassica napus* L. или *Brassica campestris* L., или их смеси), которое имеет менее 2% эруковой кислоты, является в особенности предпочтительным рапсовым маслом. Масла, имеющие содержание мононенасыщенных жирных кислот по меньшей мере 70%, также являются предпочтительно применимыми. Содержание мононенасыщенных жирных кислот может быть составлено, например, олеиновой кислотой (C18:1), эйкозеновой кислотой (C20:1), эруковой кислотой (C22:1) или их комбинациями.

[0043] Кроме того, неограничивающие примеры видов, к которым применимо изобретение, включают виды из родов *Brassica*, *Allium* и *Beta*. В одном особенно предпочтительном варианте исполнения диссипативная среда может включать по меньшей мере одно жирное растительное масло или жирную кислоту, полученные или выделенные из семян мелкосеменных овощных культур. Неограничивающие примеры видов, из которых могут быть получены такие жирное растительное масло или жирные кислоты, включают, но не ограничиваются таковыми: *Allium cepa*; *Allium porum*;

Brassica oleracea; *Brassica campestris*; *Brassica napus*; *Beta vulgaris*; и *Daucus carota*.

[0044] В одном неограничивающем варианте осуществления изобретения диссипативная поверхностно-активная композиция включает природное или трансгенное масло канола или масло из растений рода *Brassica* (природного происхождения или трансгенных), или смесь жирных кислот, естественным образом присутствующих в таком масле, которая была непосредственно подвергнута этерификации по меньшей мере одним одно-, двух-, трех- или многоатомным спиртом с образованием смеси сложноэфирных производных жирных кислот. В еще одном варианте исполнения любая комбинация жирных кислот, включающая рицинолеиновую кислоту, олеиновую кислоту, стеариновую кислоту, пальмитиновую кислоту, дигидроксистеариновую кислоту, линолевую кислоту, линоленовую кислоту или арахидоновую кислоту, может быть подвергнута этерификации по меньшей мере одним моно-, ди-, три- или полиолом.

[0045] В одном необязательном аспекте изобретения по меньшей мере одна жирная кислота, происходящая из масла канола или масла, выделенного из растений рода *Brassica* (природного происхождения или трансгенных), может быть введена в реакцию по меньшей мере с одним одно-, двух-, трех- или многоатомным спиртом с образованием сложного эфира жирной кислоты, пригодного для применения в описываемых здесь диссипативных средах. Реакция по меньшей мере одной жирной кислоты по меньшей мере с одним одно-, двух-, трех- или многоатомным спиртом может быть проведена способом, известным квалифицированным специалистам в этой области технологии. Такие реакции могут включать, но не ограничиваются таковыми, этерификацию по Фишеру (кислотно-катализируемую) и, например, кислотно-катализируемую переэтерификацию.

[0046] АНТИФРИКЦИОННАЯ/ПРОТИВОЗАДИРНАЯ ПРИСАДКА

[0047] В одном примерном варианте осуществления изобретения, как было указано выше, диссипативный поверхностно-активный материал, применимый в водных композициях текучих сред согласно настоящему изобретению, предпочтительно включает одну

или более противозадирных или антифрикционных присадок (называемых здесь эквивалентно «противозадирными присадками»), которые могут быть галогенированными или негалогенированными и которые предпочтительно являются водорастворимыми. В соответствии с определенными аспектами настоящего изобретения противозадирная присадка представляет собой производное на основе серы или фосфора или комбинацию серо- и/или фосфорсодержащих соединений (например, тиокарбамат и фосфат), или комбинацию таких соединений, которая является полярной и стерически достаточно малой для взаимодействия с поверхностью металла на детали бурильного оборудования (например, бурильной колонны, бурового долота и т.д.) и предпочтительно такой, которая является экологически надежной.

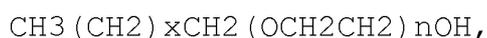
[0048] Термин «противозадирная присадка на основе фосфора» означает производное органического соединения на основе фосфора, такое как аминофосфаты на основе фосфора или алкилфосфаты или фосфаты спиртов на основе фосфора, включающие алкиламмонийные или алканоламмонийные соли фосфорной кислоты, фосфаты бутиламмония, длинноцепочечные фосфаты алкиламмония, органические фосфиты, фосфаты пропаноламмония или другие фосфаты аммония с углеводородными радикалами, в том числе фосфаты триэтанол-, моноэтанол-, дибутил-, диметил- и моноизопропаноламмония. Производное на основе фосфора также может представлять собой сложный эфир, в том числе сложные тиоэфиры или амиды фосфорсодержащих кислот. Дополнительно, органическое вещество, производным которого является фосфорсодержащее соединение, может представлять собой алкил, спирт, фенол, тиол, тиофенол или амин. Три органических остатка фосфатного соединения могут быть одним или более из них или комбинаций. В избранных аспектах настоящего изобретения пригодны алкильные группы с углеродными соединениями числом от 1 до 12. В особенности пригодно общее содержание углерода от 2 до 12 атомов углерода. Соединение на основе фосфора может быть фосфористым ангидридом, фосфидом, фосфитом, фосфатом (в том числе моно- и дигидрофосфатами), пирофосфатом и тиофосфатом и может быть галогенированным (например, содержащим один или

более атомов хлора) или негалогенированным.

[0049] В соответствии с избранными аспектами настоящего изобретения диссипативные поверхностно-активные композиции и системы могут включать противозадирные присадки/антифрикционные соединения, которые являются материалами на водной основе или водорастворимыми. В примере, пригодные водорастворимые противозадирные присадки включают этоксилированные алифатические спирты и, в частности, щелочнометаллическую соль сложного эфира фосфорной кислоты и этоксилированного алифатического спирта.

[0050] Термин «щелочнометаллическая соль», как применяемый здесь, имеет отношение к литиевым, натриевым или калиевым солям, предпочтительно солям натрия или калия.

[0051] Термин «алифатический спирт», как используемый здесь, означает линейные или разветвленные алифатические C₆-C₂₄-спирты, такие как, без ограничения, бутанол, втор-бутанол, изобутанол, 3-метил-1-бутанол, пентанол, 2-пентанол, гексанол, 2-гексанол, 2-метил-2-пентанол, 1-гептанол, 2-гептанол, 1-октанол, 2-октанол, 2-этил-1-гексанол, 2,4,4-триметил-1-пентанол, нонанол, 2,6-диметил-4-гептанол, деканол, изодеканол, ундеканол, додеканол, тридеканол, пентадеканол, гексадеканол, гептадеканол, октадеканол, 2,4,4-триметил-1-пентанол и тому подобные. Алифатические спирты включают алкоксилированные спирты, которые включают алкоксилированные одноатомные спирты или алкоксилированные многоатомные спирты. Алкоксилированные спирты, в особенности, получают обработкой спирта избытком алкиленоксида, такого как этиленоксид или пропиленоксид. Примерные алифатические спирты включают этоксилированные линейные спирты, которые могут быть представлены общей структурной формулой



где «x» представляет целое число, варьирующее от 4 до 18 (включительно), и «n» представляет целое число, варьирующее между 1 и 11 (включительно). Примерная неограничивающая фосфорсодержащая противозадирная присадка, пригодная для применения в композициях согласно настоящему изобретению,

представляет собой калиевую соль фосфата алифатического спирта, например, такую как калиевая соль альфа-изодецил-омега-гидрокси-поли(окси-1,2-этандинил) фосфата.

[0052] Противозадирная присадка также равнозначно может представлять собой производное на основе серы, такое как сульфированные алифатические сложные эфиры, сульфированные углеводороды, сульфированные триглицериды, алкилполисульфиды и комбинации.

[0053] Диссипативная поверхностно-активная композиция, пригодная для применения с водным буровым раствором или текучей средой для заканчивания, может содержать от около 2% до 30% противозадирной присадки по весу композиции бурового раствора или быть в количестве от около 0,1 до около 20% по весу диссипативной поверхностно-активной композиции. Противозадирная присадка предпочтительно присутствует в количестве вплоть до или около 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 или 20% от диссипативной поверхностно-активной композиции. В соответствии с избранными аспектами изобретения отношение растительных масел или триглицеридов к полярной бесхлорной противозадирной присадке варьирует в диапазоне от около 1:1,5 до около 48:1, насколько это уместно.

[0054] СОСТАВ БУРОВОГО РАСТВОРА/СКВАЖИННОЙ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ

[0055] В одном варианте осуществления настоящего изобретения буровой раствор или система бурового раствора на водной основе включает водную текучую среду, диссипативную поверхностно-активную композицию, включающую масло или триглицерид растительного происхождения, такое как масло канولا или его компоненты, как было описано выше, и противозадирную/антифрикционную присадку и, необязательно, один или более синтетических сложных диэфиров, имеющих от 8 (или менее) до 28 атомов углерода, причем система водной текучей среды дополнительно и необязательно содержит по меньшей мере один компонент из утяжелителя, гелеобразующего агента/загустителя, щелочного буфера и добавки для контроля фильтрации. Примерные синтетические сложные диэфиры, пригодные для применения в настоящих композициях диссипативной среды,

включают, но не ограничиваются таковыми, алкиловые, изоалкиловые, циклоалкиловые, ариловые, алкиловые с арильными заместителями или алкиловые с раскрытием цикла сложные диэфиры, имеющие либо от 8 до 28 атомов углерода, либо, в альтернативном варианте, 8 или менее атомов углерода, в зависимости от специфических характеристик состава. Такие синтетические сложные диэфиры представляют собой продукты реакций одноатомных спиртов и дикарбоновых кислот.

[0056] В одном примерном составе соответственно аспектам настоящего изобретения диссипативная поверхностно-активная композиция включает масло природного или трансгенного растения или растительное масло, или карбоновую кислоту (такую как олеиновая или рицинолеиновая кислота), или жирную кислоту (такую как триглицерид), выделенную или полученную из произрастающего в природе или трансгенного растения или растительных видов в количестве, варьирующем от около 30% по весу до около 85% по весу; фосфор- или серосодержащую противозадирную присадку в количестве, варьирующем от около 0,1% по весу до около 20% по весу; необязательный синтетический сложный эфир или сложный диэфир в количестве, варьирующем от 0% по весу до около 15% по весу; необязательный полимер в количестве, варьирующем от 0% по весу до около 25% по весу; и необязательный эмульгатор в количестве, варьирующем от около 0% по весу до около 30% по весу. В соответствии с определенными аспектами изобретения диссипативная поверхностно-активная композиция преимущественно проявляет температуру вспышки свыше 200°F (93°C) и предпочтительно более чем около 300°F (149°C).

[0057] Водная текучая среда включает по существу любую водную текучую среду, которая не оказывает неблагоприятного действия на компоненты текучей среды для гидроразрыва, подземный пласт или на представленные здесь текучие среды. Водная текучая среда может включать, например, пресную воду, природные рассолы или искусственные рассолы, такие как растворы хлорида калия, растворы хлорида натрия и тому подобные.

[0058] Водная текучая среда скважинной текучей среды может включать по меньшей мере одно из пресной воды, морской воды,

рассола (например, рассолы из NaCl , KCl , NaBr , KBr , CaCl_2 , CaBr_2 , ZnBr_2 , ZnCl_2 , $\text{CaCl}_2/\text{CaBr}_2/\text{ZnBr}_2$, NaCO_2H , KCO_2H и CsCO_2H), смеси воды и водорастворимых органических соединений, и их смеси. Например, водная текучая среда может быть составлена из смесей желательных солей в пресной воде. Такие соли могут включать, но не ограничиваются таковыми, например, хлориды, гидроксиды или карбоксилаты щелочных металлов. В разнообразных вариантах исполнения раскрытого здесь бурового раствора рассол может включать морскую воду, водные растворы, в которых концентрация соли является меньшей, чем в морской воде, или водные растворы, в которых концентрация соли является большей, чем в морской воде. Соли, которые могут находиться в морской воде, включают, но не ограничиваются таковыми, такие соли как хлориды, бромиды, карбонаты, иодиды, хлораты, броматы, формиаты, нитраты, оксиды, фосфаты, сульфаты, силикаты и фториды натрия, кальция, алюминия, магния, калия, стронция и лития. Соли, которые могут быть введены в данный рассол, включают любые одну или более из тех, которые присутствуют в природной морской воде, или любые другие органические или неорганические растворимые соли. Дополнительно, рассолы, которые могут быть использованы в представляемых здесь буровых растворах, могут быть природными или синтетическими, причем синтетические рассолы склонны быть более простыми по составу. В одном варианте исполнения плотность бурового раствора может регулироваться повышением концентрации соли в рассоле (вплоть до насыщения). В одном конкретном варианте исполнения рассол может включать галогениды или карбоксилаты в качестве солей с одно- или двухвалентными катионами металлов, таких как цезий, калий, кальций, цинк и/или натрий.

[0059] В одном варианте исполнения система бурового раствора на водной основе согласно настоящему изобретению может дополнительно и необязательно включать один или более повышающих плотность агентов или материалов. Повышающие плотность материалы, пригодные для применения в раскрытых здесь композициях текучих сред, предпочтительно представляют собой твердофазные материалы, выбранные из группы, состоящей из

англезита ($PbSO_4$), барита ($BaSO_4$) и прочих содержащих барий минералов или материалов, кальцита ($CaCO_3$), целестита/целестина ($SrSO_4$), крокоита ($PbCrO_4$), гематита (Fe_2O_3), ильменита ($FeTiO_3$) или их комбинаций. Количество такого добавляемого материала, если он присутствует, может зависеть от желательной плотности конечной композиции. Как правило, утяжелитель добавляют для получения плотности бурового раствора вплоть до около 24 фунтов на галлон (2,88 кг/литр).

[0060] В еще одном варианте исполнения буровой раствор на водной основе может включать один или более гелеобразующих агентов. Гелеобразующие агенты, пригодные для применения в раскрытых здесь текучих средах, могут включать твердые материалы как с высоким удельным весом, так и с низким удельным весом, последние из которых могут включать как активные твердые материалы, такие как глины, полимеры и их комбинации, так и неактивные твердые материалы. В одном неограничивающем аспекте изобретения гелеобразующий агент может представлять собой любую подходящую глину, включающую, но не ограничивающуюся таковыми, глины типа палыгорскита, такие как сепиолит, аттапульгит, и их комбинации, смектитовые глины, такие как гекторит, монтмориллонит, каолинит, сапонит, бентонит и их комбинации, землю Фуллера, слюды, такие как мусковит и флогопит, а также синтетические глины, такие как лапонит. Гелеобразующий агент также может представлять собой водорастворимый полимер, который будет гидратироваться в описываемых здесь обрабатываемых текучих средах при добавлении. Пригодные водорастворимые полимеры, которые могут быть использованы в этих обрабатываемых текучих средах, включают, но не ограничиваются таковыми, синтезированные биополимеры, такие как ксантановая камедь, производные целлюлозы, полимеры природного происхождения, и/или производные любых из этих водорастворимых полимеров, такие как камеди, выделенные из семян растений.

[0061] Полимерные добавки для снижения водоотдачи, используемые при бурении скважин и в текучих средах для обслуживания скважин, представляют собой так называемые водорастворимые полимеры, включающие предварительно

желатинированный крахмал, производные крахмала, производные целлюлозы, производные лигноцеллюлозы и синтетические полимеры. Показательные производные крахмала включают: гидроксилкилированные крахмалы, такие как гидроксиэтилированный крахмал, гидроксипропилированный крахмал, гидроксипропилкарбоксиметилкрахмал, их слабосшитые производные и тому подобные; карбоксиметилкрахмал и его слабосшитые производные; катионные крахмалы, такие как простые третичные аминоалкилэфирные производные крахмала, их слабосшитые производные и тому подобные. Показательные производные целлюлозы включают карбоксиметилцеллюлозу с низкой молекулярной массой и тому подобные. Показательные производные лигноцеллюлозы включают соли лигносульфоновой кислоты со щелочными металлами и щелочноземельными металлами и их привитые сополимеры. Показательные синтетические полимеры включают винилсульфонатные сополимеры и полимеры, содержащие другие сульфонатные мономеры.

[0062] Необязательно, но предпочтительно, композиции текучих сред согласно настоящему изобретению могут содержать добавку щелочного буфера. Щелочной буфер может представлять собой любой щелочной дисперсный материал, имеющий низкую растворимость в воде, который будет реагировать с кислотами для снижения кислотности текучих сред. Показательные щелочные буферные вещества представляют собой оксид магния, оксид кальция, оксид цинка, кальцинированный доломит, гидроксид магния, гидроксид кальция, гидроксид цинка, гидратированную доломитовую известь (гидроксид кальция/магния) и тому подобные. В соответствии с настоящим изобретением текучие среды должны проявлять измеренные значения pH в диапазоне от около 3,0 до около 11,0. Рассолы, содержащие бромид цинка, должны иметь величину pH менее чем около 6,0, как это общеизвестно в технологии. Хотя фактические величины pH высококонцентрированных солевых растворов невозможно точно зарегистрировать с использованием pH-метра, можно с высокой точностью сравнивать относительные значения pH нескольких высококонцентрированных солевых растворов. Этим путем

измеренные величины рН таких высококонцентрированных растворов становятся надежным способом мониторинга для определения относительной кислотности применяемых текучих сред. Измеренные величины рН определяют стандартным рН-метром, электрод которого вводят в измеряемый раствор. Как используемый здесь, термин «измеренное значение рН» имеет отношение к величинам рН, определенным вышеуказанным путем. Там, где необходимо корректировать измеренное значение рН, корректирование может быть проведено по существу в любое время в соответствии с настоящим изобретением.

[0063] Текучие среды согласно настоящему изобретению могут содержать другие функциональные добавки для придания текучим средам специфических свойств. Так, текучие среды могут содержать материалы для борьбы с поглощением бурового раствора, ингибиторы коррозии, антиоксиданты, поглотители кислорода, восстановители, деструкторы полимеров, ингибиторы глинистых сланцев, дополнительные добавки для контроля фильтрации, дополнительные загустители, эмульгаторы, полимеры и тому подобные. В дополнение, текучие среды необязательно могут содержать также один или более антимикробных/биоцидных агентов, имеющих растворимость в воде, в любом надлежащем количестве. Примерными подходящими биоцидными агентами для применения с композициями и системами согласно настоящему изобретению являются BIO-KLEEN® и BioBANTM P-1487, оба производимые фирмой Dow Chemical Company (Мидленд, Мичиган, США).

[0064] В одном варианте исполнения способ обработки ствола скважины включает стадии, в которых смешивают водную текучую среду, включающую по меньшей мере один компонент из щелочного буфера, гелеобразующего агента и диссипативной поверхностно-активной системы, как было описано выше. Диссипативный поверхностно-активный материал включает по меньшей мере одну жирную кислоту или одно сложноэфирное производное по меньшей мере одной жирной кислоты, выделенные из растения или растительного масла, такого как масло канола или тому подобное, с образованием скважинной текучей среды на водной основе. Скважинная текучая среда на водной основе затем может быть

использована во время операции бурения. Текучая среда может быть закачана к забою ствола скважины через бурильную колонну, где текучая среда выходит, например, через каналы в буровом долоте. В одном варианте исполнения текучая среда может быть использована в связи с любой операцией бурения, которая может включать, например, и без ограничения, вертикальное бурение, горизонтальное бурение, бурение с увеличенным отклонением от оси ствола скважины или направленное бурение. Квалифицированному специалисту в этой области технологии было бы понятно, что промывочные жидкости и буровые растворы на водной основе могут быть приготовлены с многообразно варьирующими составами. Конкретные составы могут зависеть от состояния бурения скважины в конкретное время, например, в зависимости от глубины и/или состава пласта, а также от температуры пласта. Описываемые здесь водные составы промывочных жидкостей и буровых растворов могут быть приспособлены для создания улучшенных буровых растворов на водной основе в условиях высоких температуры и давления, таких как условия, имеющие место в глубоких скважинах.

[0065] СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ

[0066] Вышеописанные композиции применимы для обработки нефтяных и/или газовых скважин, в которых подозревается или известно наличие нефтеносного/битуминозного песка. Применимые композиции включают такие, которые содержат воду или подобную текучую среду на водной основе, щелочной буфер и диссипативный поверхностно-активный материал, включающий по меньшей мере одну жирную кислоту или сложный эфир жирной кислоты, выделенные или полученные из овощной культуры или растения.

[0067] Способы могут включать стадии, в которых выбирают нефтяную и/или газовую скважину и нагнетают в ствол скважины одну из описанных выше композиций или, в альтернативном варианте, пробуривают нефтяную или газовую скважину в проблемном пласте, например нефтеносном/битуминозном песке, с использованием водной композиции, описываемой здесь, в качестве по меньшей мере части бурового раствора. В результате таких способов диссипативная поверхностно-активная композиция внутри

водной композиции проявляет антиагломерационные/диспергирующие характеристики в нефтеносном/битуминозном песке, тем самым создавая однородную смесь бурового раствора с улучшенными реологическими свойствами и пониженным коэффициентом трения или смазывающей способностью.

[0068] Смазывающая способность бурового раствора является важной для улучшения экономических показателей бурения и вскрытия пласта в ситуациях сложного бурения, таких как скважины с большими зенитными углами и пласты с высоким содержанием нефтеносного/битуминозного песка. Смазывающая способность представляет собой меру коэффициента трения между движущейся деталью и поверхностью в контакте с деталью. Чем ниже коэффициент трения, тем выше смазывающая способность. Коэффициент трения, « μ », определяют как отношение силы, F , требуемой для перемещения объекта в контакте с поверхностью, к силе, W_1 , прижимающей объект или действующей перпендикулярно объекту: $\mu = F/W_1$. Коэффициент трения может альтернативно и эквивалентно называться фрикционным коэффициентом, коэффициентом трения или степенью смазывающего действия. Смазывающая способность бурового раствора является мерой способности глинистого раствора снижать крутящий момент и силы гидродинамического сопротивления.

[0069] В соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения композиции буровой системы на водной основе, включающие диссипативную поверхностно-активную композицию, значительно снижают коэффициент трения (и повышают смазывающую способность) по сравнению с текучей средой без диссипативной поверхностно-активной системы. В соответствии с некоторыми аспектами данные композиции могут снижать коэффициент трения водного бурового раствора на величину, варьирующую от около 45% до около 85%, и более предпочтительно на величину, варьирующую от около 50% до около 75%, сравнительно с текучей средой на водной основе, которая не содержит диссипативную поверхностно-активную систему в соответствии с настоящим изобретением. Системы буровых растворов согласно настоящему изобретению также могут проявлять

другие благоприятные и синергические эффекты в системе бурения при добыче углеводородов, в том числе снижение крутящего момента и/или гидродинамического сопротивления, связанных с применением бурового долота в пробуриваемых подземных пластах.

[0070] Нагнетание может быть выполнено однократной закачкой, в многочисленных циклах нагнетания или в виде непрерывного процесса нагнетания. Ствол скважины может быть «закрыт», обеспечивая композициям возможность контактировать со скважиной в течение периода времени, когда дополнительное нагнетание или бурение не выполняются.

[0071] В одном варианте исполнения способ обработки ствола скважины включает стадии, в которых смешивают водную текучую среду, включающую по меньшей мере один компонент из утяжелителя и гелеобразующего агента, и диссипативную поверхностно-активную композицию или систему. Диссипативная поверхностно-активная система включает по меньшей мере одну жирную кислоту или производное жирной кислоты, выделенные из растения или растительного масла (трансгенного или нетрансгенного/природного происхождения), и противозадирную присадку с образованием водной скважинной текучей среды на водной основе, причем диссипативная поверхностно-активная система по существу (более чем на 90% и предпочтительно более чем на 95%) растворима в воде, необязательно, в виде эмульсии. Скважинная текучая среда на водной основе затем может быть использована во время операции бурения. Текучая среда может быть закачана к забою ствола скважины через бурильную колонну, где текучая среда выходит, например, через каналы в буровом долоте. В одном варианте исполнения текучая среда может быть использована в связи с любой операцией бурения, которая может включать, например, и без ограничения, вертикальное бурение, бурение с увеличенным отклонением от оси ствола скважины или направленное бурение. В соответствии с настоящим изобретением операция бурения предпочтительно включает нефтеносный/битуминозный песок или пласт нефтеносного/битуминозного песка. Квалифицированному специалисту в этой области технологии было бы понятно, что буровые растворы, системы и промывочные жидкости на водной

основе могут быть приготовлены с многообразно варьирующими составами. Конкретные составы могут зависеть от состояния бурения скважины в конкретное время, например, в зависимости от глубины и/или состава пласта. Описанные выше композиции и системы буровых растворов могут быть приспособлены для создания улучшенных буровых растворов на водной основе в условиях высоких температуры и давления, таких как условия, имеющие место в глубоких скважинах.

[0072] Нижеследующие примеры включены, чтобы продемонстрировать предпочтительные варианты осуществления изобретения. Квалифицированным специалистам в этой области технологии должно быть понятно, что раскрытые в примерах способы, которые следуют представленным автором(-ами) настоящего изобретения способам, предназначены для действующей скважины при практической реализации изобретения и тем самым могут рассматриваться как составляющие предпочтительные режимы для их практической реализации. Однако квалифицированные специалисты в этой области технологии должны, в свете настоящего изобретения, понимать, что многие изменения могут быть сделаны в конкретных вариантах исполнения, которые раскрыты, и по-прежнему получать такой же или сходный результат без выхода за пределы области изобретения.

[0073] ПРИМЕРЫ

[0074] Пример 1: приготовление и оценка контрольной системы текучей среды

[0075] Контрольную систему бурового раствора и текучей среды для заканчивания приготовили смешением 0,96 барреля (152,6 л) пресной воды, 4,0 фунт/баррель (11,44 кг/м³) продукта Thixsal-Ultra™ (ксантановая камедь в качестве биополимера и дериватизированный крахмал, который действует в качестве гелеобразующего средства и агента для контроля фильтрации), 4,0 фунт/баррель (11,44 кг/м³) средства FL-7 Plus® (стабилизированный неионный дериватизированный крахмал, который регулирует водоотдачу при высокой температуре/высоком давлении), 1,0 фунт/баррель (2,86 кг/м³) pH-буфера (щелочной буфер на основе оксида магния), 8,0 фунт/баррель (22,88 кг/м³)

продукта Ultra Carb 2 (сортированный карбонат кальция в качестве утяжелителя, размер частиц D-50 2 микрона (2 мкм)), 30,0 фунт/баррель (85,8 кг/м³) продукта Ultra Carb 20 (сортированный карбонат кальция в качестве утяжелителя, размер частиц D-50 20 микрон (20 мкм)) и 20,0 фунт/баррель (57,2 кг/м³) нефтеносного/битуминозного песка. Продукты Thixsal-Ultra™, FL-7 Plus®, pH-буфер, Ultra Carb 2 и Ultra Carb 20 производятся и распределяются фирмой TBC-Brinadd (Хьюстон, Техас, США). После смешения величины вязкости при различных скоростях сдвига, коэффициенты трения и фильтрации при высокой температуре-высоком давлении были определены сначала после смешения и после динамического старения при температуре 150°F (65,6°C) в течение 16 часов с использованием стандартов API (Американского нефтяного института). Данные представлены в таблицах A-D.

[0076] Пример 2: приготовление и оценка диссипативной поверхностно-активной системы согласно изобретению

[0077] Систему бурового раствора и текучей среды для заканчивания приготовили смешением 0,96 барреля (152,6 л) пресной воды, 4,0 фунт/баррель (11,44 кг/м³) продукта Thixsal-Ultra™ (ксантановая камедь в качестве биополимера и дериватизированный крахмал, который действует в качестве гелеобразующего средства и агента для контроля фильтрации), 4,0 фунт/баррель (11,44 кг/м³) средства FL-7 Plus® (стабилизированный, неионный дериватизированный крахмал, который регулирует водоотдачу при высокой температуре/высоком давлении), 1,0 фунт/баррель (2,86 кг/м³) pH-буфера (щелочной буфер на основе оксида магния), 8,0 фунт/баррель (22,88 кг/м³) продукта Ultra Carb 2 (сортированный карбонат кальция в качестве утяжелителя, размер частиц D-50 2 микрона (2 мкм)), 30,0 фунт/баррель (85,8 кг/м³) продукта Ultra Carb 20 (сортированный карбонат кальция в качестве утяжелителя, размер частиц D-50 20 микрон (20 мкм)), 20,0 фунт/баррель (57,2 кг/м³) нефтеносного/битуминозного песка и 3% по объему продукта Bio-Stable (примерная диссипативная поверхностно-активная композиция согласно настоящему изобретению, изготовленная для

применения здесь фирмой ProOne Inc., Коста-Меза, Калифорния). Продукты Thixsal-Ultra™, FL-7 Plus®, pH-буфер, Ultra Carb 2 и Ultra Carb 20 производятся и распределяются фирмой TBC-Brinadd (Хьюстон, Техас, США). После смешения величины вязкости при различных скоростях сдвига, коэффициенты трения и фильтрации при высокой температуре-высоком давлении были определены сначала после смешения и после динамического старения при температуре 150°F (65,6°C) в течение 16 часов с использованием стандартов API. То есть, начальные свойства текучей среды были измерены до того, как образцы были подвергнуты динамическому старению (в печи с горячими валками для моделирования условий в забое скважины) в камере под давлением (во избежание кипения). Реологические характеристики также были измерены после процесса старения для отслеживания действия температуры на образцы со временем. Температура старения была такой же, как максимальная температура в пласте. Данные представлены в таблицах A-D.

[0078]

Таблица A:

Сравнение начальной вязкости

Скорость сдвига (сек ⁻¹)	Пример 1 (сП)	Пример 2 (сП)	Изменение (%)
1,022	28	27	-3.6
511	43	40	-7.0
341	56	48	-14.3
170	87	75	-13.8
10.2	701	551	-21.4
5.1	1,202	901	-25.0
0.0636	43,396	29,994	-30.9

Все значения вязкости зарегистрированы при температуре 76°F (24,4°C),

Пример 1 = контрольная система текучей среды; пример 2 = диссипативная поверхностно-активная система.

[0079]

Таблица В:
Сравнение вязкости после динамического старения

Скорость сдвига (сек ⁻¹)	Пример 1 (сП)	Пример 2 (сП)	Изменение (%)
1,022	29	24	-17.2
511	46	36	-21.7
341	62	47	-24.2
170	99	72	-27.3
10.2	751	551	-26.6
5.1	1,403	1,002	-28.6
0.0636	51,589	21,495	-58.3

Динамическое старение проводили при температуре 150 F°(65,6°С) в течение 16 часов; значения вязкости регистрировали при температуре 76 F°(24,4°С); пример 1 = контрольная система текучей среды; пример 2 = диссипативная поверхностно-активная система.

[0080] Результаты испытаний для примеров 1 и 2 иллюстрируют способность описываемых здесь композиций обеспечивать значительные изменения вязкости систем для бурения и заканчивания скважин в пределах широкого диапазона скоростей сдвига. Таблица А показывает, что композиция, содержащая 3% по объему диссипативного поверхностно-активного материала, будет диспергировать нефтеносный/битуминозный песок (фиг.1) и снижать начальную вязкость на величину от 3,6% до 30,9% и вязкость после динамического старения на величину от 17,2% до 58,3% при скоростях сдвига 1,022 сек-1 и 0,0636 сек-1, соответственно. Данные, связанные с подвергнутыми динамическому старению образцами текучей среды, показаны в фиг.2 и 3. Фиг.3 показывает полное диспергирование в динамически состаренной текучей среде, содержащей композицию, включающую диссипативную поверхностно-активную композицию в соответствии с настоящим изобретением, что проявляется по существу в однородной и равномерной текучей среде без остаточного нефтеносного/битуминозного песка, налипшего на стенки стеклянного контейнера, по сравнению с необработанной текучей средой, изображенной в Фигуре 2, которая показывает нефтеносный/битуминозный песок, не диспергированный в необработанной текучей среде, которая является неоднородной.

[0081]

Таблица С:

Сравнение коэффициента трения

Образец	Пример 1	Пример 2	Изменение (%)
Начальное значение	0.1823	0.0529	-71.0
После динамического ¹ старения	0.2489	0.1180	-52.6

¹ Старение при температуре 150°F (65,6°C) в течение 16 часов.

[0082] Контрольная система текучей среды (пример 1) и диссипативная поверхностно-активная система (пример 2) как на начальной стадии, так и после динамического старения (при температуре 150°F (65,6°C) в течение 16 часов) были испытаны на тестере смазочных свойств фирмы Varoid при температуре 76°F (24,4°C). Степень смазывающей способности (коэффициент трения) образцов была рассчитана и приведена в таблице С. Результаты в таблице С демонстрируют, что композиция, содержащая 3% по объему диссипативного поверхностно-активного материала, будет снижать коэффициент трения на величину 71,0% на образце первоначально после смешения и на 52,6% на образце, который был подвергнут динамическому старению при температуре 150°F (65,6°C) в течение 16 часов.

[0083]

Таблица D:

Сравнение водоотдачи

Образец	Пример 1 (мл)	Пример 2 (мл)	Изменение (%)
Начальное значение	12.0	10.0	-16.7
После динамического старения	8.0	7.5	-6.3

Фильтрацию проводили при температуре 150 F(65,6°C) и давлении 500 psi (3,45 МПа) в течение 30 минут; фильтрационная среда представляла собой диск из алоксита с проницаемостью 10 дарси; динамическое старение проводили при температуре 150 F (65,6°C) в течение 16 часов; значения вязкости регистрировали при температуре 76°F (24,4°C); пример 1 = контрольная система текучей среды; пример 2 = диссипативная поверхностно-активная система.

[0084] Результаты в таблице D показывают, что композиция, содержащая 3% по объему диссипативного поверхностно-активного материала, будет снижать водоотдачу на 16,7% первоначально после смешения и на 6,3% на образце, который был подвергнут

динамическому старению при температуре 150°F (65,6°C) в течение 16 часов.

[0085] Другие и дополнительные варианты исполнения с использованием одного или более аспектов описанных здесь изобретений могут быть разработаны без выхода за пределы смысла изобретения заявителя. Например, могут быть введены иные добавки, нежели перечисленные здесь, и достигнуто дополнительное усиление эффектов настоящих композиций благодаря синергическому действию. Кроме того, разнообразные способы и варианты исполнения способов практической реализации изобретения могут быть предусмотрены в комбинации между собой для создания вариаций раскрытых способов и вариантов исполнения. Обсуждение элементов в единственном числе может включать элементы во множественном числе, и наоборот.

[0086] Порядок стадий может быть реализован в многообразных последовательностях, если конкретно не оговорено иное. Описанные здесь разнообразные стадии могут быть объединены с другими стадиями, вставлены между указанными стадиями и/или разделены на многочисленные стадии. Подобным образом, элементы были описаны с функциональной точки зрения и могут быть исполнены как отдельные компоненты или могут быть объединены в компоненты, имеющие многообразные функции.

[0087] Изобретения были описаны в контексте предпочтительных и прочих вариантов осуществления, и был описан не каждый вариант осуществления изобретения. Специалистам с обычной квалификацией в этой области технологии доступны очевидные модификации и изменения описанных вариантов исполнения. Раскрытые и нераскрытые варианты исполнения не предполагают сужения или ограничения области или применимости изобретения, как это представляется заявителям, но скорее, в согласии с патентным правом, заявители полагают полностью защищенными все такие модификации и усовершенствования, которые попадают в пределы области или диапазона эквивалента пунктов нижеследующей патентной формулы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Буровой раствор на водной основе, причем буровой раствор включает:

водную текучую среду; и

водорастворимую диссипативную поверхностно-активную композицию, включающую по меньшей мере одно жирное растительное масло или жирную кислоту, выделенную из растения, по меньшей мере одну противозадирную присадку и по меньшей мере один сложный эфир или сложный диэфир в количестве, варьирующем от 0% по весу диссипативной поверхностно-активной композиции до около 15% по весу.

2. Буровой раствор по п.1, в котором по меньшей мере одно жирное растительное масло в диссипативном поверхностно-активном материале включает по меньшей мере одну из рицинолеиновой кислоты, линолевой кислоты, олеиновой кислоты, стеариновой кислоты, пальмитиновой кислоты, дигидроксистеариновой кислоты, линоленовой кислоты и арахидиновой кислоты.

3. Буровой раствор по п.1, в котором по меньшей мере одна жирная кислота представляет собой жирную C₁₄-C₂₈-кислоту.

4. Буровой раствор по п.1, в котором растительный источник по меньшей мере одного жирного растительного масла или жирной кислоты выбирают из группы, состоящей из растений рода *Brassica*, включающей канолу и семена рапса, сою, кукурузу, подсолнечник, хлопок, какао, сафлор, масличную пальму, кокосовую пальму, лен, клевер, арахис, пшеницу, овес и рис.

5. Буровой раствор по п.1, в котором диссипативная поверхностно-активная композиция присутствует в количестве около 3% по объему композиции бурового раствора.

6. Буровой раствор по п.1, в котором текучая среда действует в качестве диспергатора в отношении течения углеводородов из пласта нефтеносного/битуминозного песка.

7. Буровой раствор по п.1, в котором сложный эфир или сложный диэфир представляет собой синтетический или природный сложный C₁₀-C₂₈-эфир.

8. Буровой раствор по п.1, в котором диссипативная поверхностно-активная композиция дополнительно включает

противозадирную присадку.

9. Буровой раствор по п.8, в котором противозадирная присадка представляет собой негалогенированное фосфор- или серосодержащее соединение.

10. Буровой раствор по п.1, дополнительно включающий:

по меньшей мере один компонент из гелеобразующего агента, добавки для контроля фильтрации и щелочного буфера.

11. Способ обработки ствола скважины, причем способ включает стадии, в которых:

смешивают водную текучую среду и диссипативный поверхностно-активный материал, включающий по меньшей мере одно жирное растительное масло или жирную кислоту, полученную из растения, и по меньшей мере одну фосфор- или серосодержащую противозадирную присадку, с образованием скважинной текучей среды на водной основе; и

используют скважинную текучую среду на водной основе во время бурильных работ.

12. Способ по п.11, в котором по меньшей мере одно жирное растительное масло в диссипативном поверхностно-активном материале включает по меньшей мере одну из рицинолеиновой кислоты, линолевой кислоты, олеиновой кислоты, стеариновой кислоты, пальмитиновой кислоты, дигидроксистеариновой кислоты, линоленовой кислоты и арахидиновой кислоты.

13. Способ по п.11, в котором сложноэфирное производное по меньшей мере одной жирной кислоты образовано по меньшей мере из одного из моно-, ди-, три- или полиола.

14. Способ по п.13, в котором сложный эфир представляет собой синтетический или природный сложный C₁₀-C₂₈-эфир.

15. Способ по п.14, в котором сложноэфирное производное по меньшей мере одной жирной кислоты включает по меньшей мере один из сложных эфиров на основе сорбита и пентаэритрита.

16. Способ по п.11, в котором сложноэфирное производное образовано по меньшей мере из одной жирной кислоты и по меньшей мере одного спирта в соотношении по меньшей мере 1:1.

17. Способ по п.15, в котором диссипативная поверхностно-активная композиция дополнительно включает по меньшей мере один

утяжелитель.

18. Способ по п.11, в котором по меньшей мере одно жирное растительное масло в диссипативном поверхностно-активном материале получают из генетически модифицированных растений видов, выбранных из группы, состоящей из видов *Brassica*, *Helianthus*, *Glycine max*, *Zea mays*, *Crambe* и *Limnanthes*.

19. Способ по п.11, в котором скважинная текучая среда дополнительно включает по меньшей мере один компонент из гелеобразующего агента, добавки для контроля фильтрации и щелочного буфера.

20. Способ по п.11, в котором операция бурения предусматривает присутствие нефтеносного/битуминозного песка.

21. Способ по п.20, в котором применение текучей среды предусматривает действие в качестве диспергатора в отношении течения углеводородов из пласта нефтеносного/битуминозного песка благодаря ее качествам как диспергатора.

22. Способ по п.1, в котором композиция диссипативной поверхностно-активной добавки улучшает смазывающие свойства и снижает коэффициент трения на водной фазе бурового раствора.

23. Способ бурения подземного пласта с использованием бурового раствора на водной основе, в котором буровой раствор состоит из текучей среды на водной основе и системы диссипативной поверхностно-активной добавки, в которой:

диссипативная поверхностно-активная система включает:

растительное масло или масло овощной культуры, или триглицерид растительного масла, полученные из произрастающего в природе или генетически модифицированного растения видов, выбранных из группы, состоящей из видов *Brassica*, *Helianthus*, *Glycine max*, *Zea mays*, *Crambe* и *Limnanthes*; и

фосфор- или серосодержащую антифрикционную или противозадирную присадку;

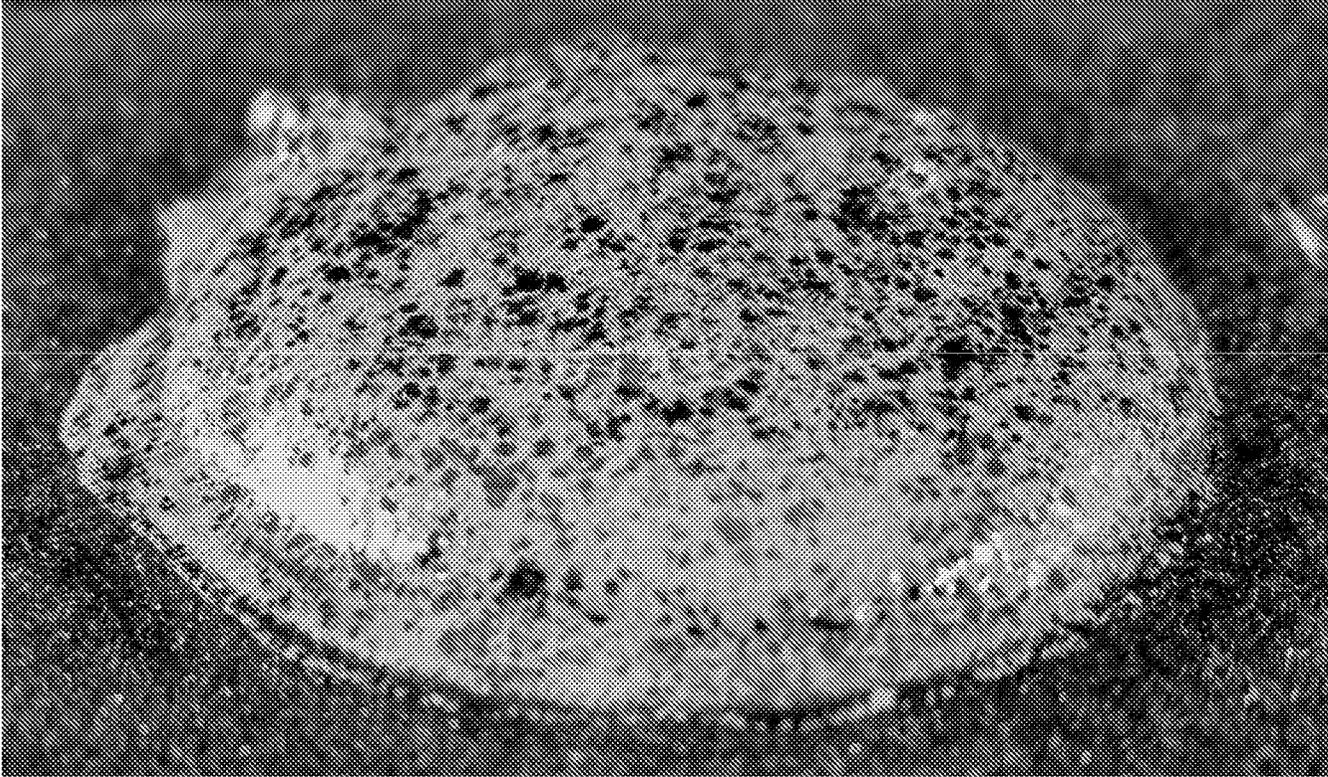
причем способ включает стадии, в которых добавляют эффективное количество диссипативной поверхностно-активной системы для значительного снижения коэффициента трения по сравнению с текучей средой без диссипативной поверхностно-активной системы.

24. Способ по п.23, в котором буровой раствор дополнительно включает добавку для контроля фильтрации, гелеобразующий агент, щелочный буфер или их комбинацию.

25. Способ по п.23, в котором буровой раствор дополнительно включает твердый утяжелитель.

26. Способ по п.23, в котором растительное масло или масло овощной культуры, или триглицерид растительного масла имеет содержание олеиновой кислоты или мононенасыщенный характер свыше 18%.

По доверенности



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3