

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202490555 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2024.04.08

(22) Дата подачи заявки  
2022.08.12

(51) Int. Cl. *F42D 1/10* (2006.01)  
*F42D 1/24* (2006.01)  
*C06B 23/00* (2006.01)  
*C06D 5/00* (2006.01)  
*C06B 47/14* (2006.01)

(54) МЕХАНИЧЕСКИ ГАЗИРОВАННЫЕ ЭМУЛЬСИОННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ СПОСОБЫ И СИСТЕМЫ

(31) 63/237,079; 63/364,014

(32) 2021.08.25; 2022.05.02

(33) US

(86) PCT/US2022/074895

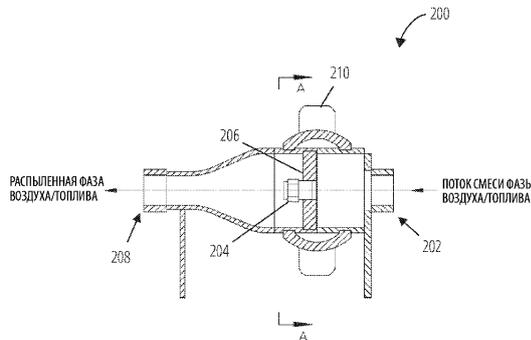
(87) WO 2023/028425 2023.03.02

(71) Заявитель:  
ДИНО НОБЕЛЬ ИНК. (US)

(72) Изобретатель:  
Халандер Джон, Нельсон Кейси Л.,  
Бигли Джереми Р., Кома Корнелис  
(US)

(74) Представитель:  
Харин А.В., Буре Н.Н., Стойко Г.В.,  
Алексеев В.В., Галухина Д.В. (RU)

(57) В данном документе раскрыты эмульсионные взрывчатые вещества с пузырьками газа, которые устойчивы к внутрискважинной миграции или коалесценции. Такие эмульсии можно сенсibilизировать путем механического введения в эмульсию пузырьков газа. Газообразование можно выполнять в любой из нескольких точек от начального образования эмульсии до доставки эмульсии в ствол скважины. Устойчивость к миграции и коалесценции пузырьков газа может быть достигнута путем гомогенизации без необходимости использования стабилизирующих пузырьки агентов.



A1

202490555

202490555

A1

## **МЕХАНИЧЕСКИ ГАЗИРОВАННЫЕ ЭМУЛЬСИОННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ СПОСОБЫ И СИСТЕМЫ**

### **РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ**

**[0001]** Данная заявка испрашивает приоритет по предварительной заявке на патент США № 63/364,014, озаглавленной «MECHANICALLY GASED EMULSION EXPLOSIVES AND RELATED METHODS AND SYSTEMS», поданной 2 мая 2022 г., и предварительной заявке на патент США № 63/237,079, озаглавленной «MECHANICALLY GASED EMULSION EXPLOSIVES AND RELATED METHODS», поданной 25 августа 2021 г., каждая из которых полностью включена в данный документ посредством ссылки.

### **ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ**

**[0002]** Настоящее изобретение относится в целом к области взрывчатых композиций. Более конкретно, настоящее изобретение относится к механически газированным эмульсионным взрывчатым веществам и связанным с ними способам.

### **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

**[0003]** Для простого определения обсуждения любого конкретного элемента или действия наиболее значимая цифра или цифры в ссылочной позиции относятся(-ются) к номеру фигуры, которым данный элемент впервые представлен.

**[0004]** На ФИГ. 1 проиллюстрирован процесс доставки эмульсионного взрывчатого вещества в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения.

**[0005]** На ФИГ. 2А представлен вид в поперечном сечении узла распылителя для использования при получении потока распыленного топлива в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения.

**[0006]** На ФИГ. 2В представлено поперечное сечение вида, показанного на ФИГ. 2А, выполненное в указанной поперечной плоскости.

**[0007]** На ФИГ. 2С представлен вид в поперечном сечении детали узла распылителя, показанного на ФИГ. 2А.

**[0008]** На ФИГ. 2D представлен вид с торца детали, показанной ФИГ. 2С.

**[0009]** На ФИГ. 2Е представлен вид с торца детали узла распылителя, показанного на ФИГ. 2А.

[0010] На ФИГ. 2F представлен вид сбоку детали узла распылителя, показанного на ФИГ. 2E. [0011] На ФИГ. 2G представлен вид в поперечном сечении другой детали узла распылителя, показанного на ФИГ. 2A.

[0012] На ФИГ. 2H представлен вид с торца детали, показанной ФИГ. 2G.

[0013] На ФИГ. 3 представлен вид в поперечном сечении компонента системы доставки эмульсионного взрывчатого вещества в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения.

[0014] На ФИГ. 4 проиллюстрирована система доставки эмульсионного взрывчатого вещества в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения.

### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0015] Данное изобретение в целом относится к эмульсиям типа «вода в масле» (или «расплавленная в масле») для использования в качестве взрывчатых веществ, а также к связанным к ним способам. Термин «вода в масле» означает дисперсию капель водного раствора или смешивающегося с водой расплава (дисперсная фаза) в масле или несмешивающегося с водой органического вещества (непрерывная фаза). Эмульсионные взрывчатые вещества типа «вода в масле» по данному изобретению содержат несмешивающееся с водой органическое топливо в качестве непрерывной фазы и эмульгированный раствор или расплав соли неорганического окислителя в качестве дисперсной фазы. (Термины «раствор» или «расплав» в дальнейшем используются взаимозаменяемо.)

[0016] Фраза «гидравлическая связь» используется в ее обычном смысле и имеет достаточно широкое значение, чтобы относиться к компоновкам, в которых флюид (например, газ или жидкость) может перетекать от одного элемента к другому элементу.

[0017] Термин «вблизи» используется в данном документе для обозначения понятия «рядом» с раскрытым объектом или «в/на» нем. Например, «вблизи выпускного отверстия трубопровода» относится к расположению рядом с выпускным отверстием трубопровода или в нем.

[0018] Эмульсионные взрывчатые вещества обычно используют в отраслях добычи полезных ископаемых, карьерной разработки и экскаваторной разработки для измельчения горных пород и руды. Обычно ствол, называемый «стволом скважины» или «взрывным шурфом», пробуривают в поверхности, например в земле или скале. Затем эмульсионные

взрывчатые вещества можно закачать или ввести шнекобурильным способом в ствол скважины. Эмульсионные взрывчатые вещества обычно транспортируются на рабочий участок или изготавливаются на рабочем участке в виде эмульсии, которая является слишком плотной, чтобы полностью детонировать, и называется эмульсионной матрицей. В общем, эмульсионная матрица должна быть «сенсibiliзирoвана», т. е. подвергнута обработке или процессу, который снижает ее плотность, чтобы эмульсионная матрица могла успешно детонировать. Сенсibiliзирoванная эмульсионная матрица считается эмульсионным взрывчатым веществом.

**[0019]** Сенсibiliзации часто достигают путем введения небольших пустот в эмульсионную матрицу. Данные пустоты действуют как горячие точки для распространения детонации. Данные пустоты могут быть введены путем нагнетания газа в эмульсию и образования тем самым отдельных пузырьков газа, добавления микросфер, других пористых сред и/или нагнетания химических газообразующих агентов для реакции в эмульсии и образования тем самым отдельных пузырьков газа. Хотя сенсibiliзацию обычно выполняют на последней стадии приготовления эмульсионного взрывчатого вещества, настоящее изобретение описывает процессы, в которых сенсibiliзация инициируется на более ранней стадии, например во время создания начальной эмульсии.

**[0020]** Эмульсионное взрывчатое вещество может быть выполнено с возможностью изготовления на месте. Оно называется смешанной на месте эмульсией. В способах смешивания на месте давление, используемое при изготовлении эмульсионной матрицы, может приводить к остаточным давлениям, которые обеспечивают достаточную кинетическую энергию для завершения обработки эмульсионного взрывчатого вещества и доставки эмульсионного взрывчатого вещества в ствол скважины.

**[0021]** В настоящем изобретении введение пузырьков газа в эмульсионную матрицу можно осуществлять механически, например, посредством сжатого газа, который доставляют в эмульсионную матрицу во время производства. В частности, сжатый газ можно вводить вместе с компонентом эмульсионной матрицы. Например, сжатый газ может быть использован для приведения компонента в контакт с другими компонентами и может дополнительно облегчать смешивание компонентов для образования сенсibiliзирoванного эмульсионного взрывчатого вещества. Затем сенсibiliзирoванное эмульсионное взрывчатое вещество может быть подвергнуто напряжению сдвига, тем самым увеличивая вязкость эмульсионного взрывчатого вещества. Полученное

гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество можно использовать для любых подходящих целей, например для детонации в стволах скважин.

**[0022]** В некоторых вариантах осуществления изобретения гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество не содержит или по существу не содержит стабилизирующих пузырьки газа агентов, таких как галогеналкиловые сложные эфиры (включая сложные эфиры фторалифатических полимеров), мелких частиц (таких как частицы диоксида кремния, частицы этилового эфира йодипаида и различные коллоидные частицы) и белков. В некоторых вариантах осуществления изобретения гомогенизированная эмульсия включает в себя эмульгаторы, гомогенизирующие агенты или и то, и другое. Конкретные признаки конкретных вариантов осуществления данного изобретения более подробно обсуждаются ниже. Фраза «стабилизирующий пузырьки агент» или «вспенивающий агент» относится к композиции, которая снижает скорость коалесценции пузырьков в газонаполненной эмульсии по сравнению с по существу идентичной газонаполненной эмульсией, в которой отсутствует стабилизирующий пузырьки агент.

**[0023]** В отличие от стабилизирующих пузырьки агентов, в некоторых вариантах осуществления изобретения эмульсия содержит эмульгатор, гомогенизирующий агент или оба. Фраза «гомогенизирующий агент» относится к композиции, которая способствует увеличению вязкости эмульсии при воздействии на эмульсию напряжения сдвига. Такие гомогенизирующие агенты могут способствовать образованию относительно небольших капель фазы окислителя при воздействии на эмульсию напряжения сдвига. Термин «эмульгатор» относится к композиции, которая стабилизирует жидкую межфазную границу между различными жидкостями в эмульсии. В некоторых случаях композиция может действовать как гомогенизирующий агент и как эмульгатор.

**[0024]** В некоторых вариантах осуществления изобретения гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество, имеющее относительно высокую вязкость, может быть изготовлено путем первого образования эмульсионного взрывчатого вещества относительно низкой вязкости, которое содержит дисперсную фазу капель раствора соли окислителя в непрерывной фазе топлива. Топливо может представлять собой смесь дизельного топлива (которое в альтернативном варианте может называться «нефтяным топливом») и эмульгатора, такого как жирная кислота. В некоторых вариантах осуществления изобретения эмульсионная матрица содержит от около 90% до около 96% раствора соли окислителя и около 4-10% топлива (в пересчете на массу), например около

94% раствора соли окислителя и около 6% топлива. В некоторых вариантах осуществления изобретения раствор соли окислителя содержит от около 70% до около 90% нитрата аммония по массе.

**[0025]** В некоторых вариантах осуществления изобретения гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество не содержит стабилизирующий пузырьки агент. Например, гомогенизированные эмульсионные взрывчатые вещества могут не содержать каких-либо галогеналкиловых сложных эфиров, мелких частиц и белков. Исключенные мелкие частицы могут иметь размер в диапазоне от субмикронного (например, 20 нм) до 50 мкм. Иными словами, в гомогенизированных эмульсионных взрывчатых веществах могут отсутствовать вспенивающие агенты или поверхностно-активные вещества, которые стабилизируют пузырьки газа в эмульсии.

**[0026]** Эмульгатор может быть выбран из любого подходящего эмульгатора и может быть частью топлива и, таким образом, частью непрерывной фазы. Например, топливо может содержать до 25 массовых процентов эмульгатора, гомогенизирующего агента или обоих. Например, гомогенизирующий агент может составлять от 20 процентов до 100 процентов эмульгатора / гомогенизирующего агента в топливе. Таким образом, например, когда топливо составляет около 6 массовых процентов гомогенизированной эмульсии, гомогенизирующий агент может составлять от около 0,3% до около 1,5% гомогенизированной эмульсии по массе.

**[0027]** Примеры эмульгаторов и гомогенизирующих агентов, которые могут быть выбраны для использования, включают в себя алкоксилаты спиртов, алкоксилаты фенола, поли(оксиалкилен)гликоли, сложные эфиры поли(оксиалкилен) жирных кислот, аминокалкоксилаты, сложные эфиры жирных кислот сорбита и глицерина, соли жирных кислот, сложные эфиры сорбитана, сложные эфиры поли(оксиалкилен)сорбитана, алкоксилаты жирных аминов, сложные эфиры поли(оксиалкилен)гликоля, амиды жирных кислот, алкоксилаты амидов жирных кислот, жирные амины, четвертичные амины, алкилоксазолины, алкенилоксазолины, имидазолины, алкилсульфонаты, алкиларилсульфонаты, алкилсульфосукцинаты, алкилфосфаты, алкенилфосфаты, сложные эфиры фосфорной кислоты, лецитин, сополимеры поли(оксиалкилен)гликолей и поли(12-гидроксистеариновая кислота). В некоторых вариантах осуществления изобретения эмульгатор представляет собой полиизобутенилянтарный ангидрид (PIBSA). В некоторых вариантах осуществления изобретения эмульгатор представляет собой моноолеат сорбитана.

**[0028]** В некоторых вариантах осуществления изобретения способы и системы производства механически газированного эмульсионного взрывчатого вещества могут включать в себя технологический процесс, в котором распыление используют для достижения образования и сенсбилизации эмульсии. Распыление обычно описывает процессы диспергирования жидкости в дисперсию мелких капель. Оно может включать в себя нагнетание жидкости под давлением через распылительную форсунку, имеющую относительно небольшое отверстие, при этом перепад давления при выходе из форсунки приводит к образованию капель жидкости. Достижимая степень распыления может зависеть от ряда факторов, включая размер отверстия, величину перепада давления в отверстии и жидкостные характеристики, такие как плотность, вязкость и поверхностное натяжение.

**[0029]** Распыление жидкости может также включать в себя смешивание жидкости с распыляющей средой, например газом. Газ может присутствовать в состоянии, обеспечивающем дополнительную диспергирующую энергию, таком как газ под давлением или другая расширяющаяся газовая среда, такая как пар. Распыление может дополнительно включать в себя одну или более стадий столкновения между потоком жидкости и потоком газа, а также другие средства выполнения перемешивания или сдвига для улучшения диспергирования газа в жидкости. В некоторых вариантах применения каждый поток газа контактирует с потоком жидкости на высокой скорости и может включать столкновение под множеством углов.

**[0030]** В промышленных процессах используют ряд способов и устройств распыления, все из которых включены в настоящее изобретение. Распылители можно классифицировать по тому, используют ли они внутреннее смешивание или внешнее смешивание. В распылителях с внутренним смешиванием поток газа и поток жидкости вводят в смесительную камеру, где происходит интенсивное перемешивание с относительно высокими скоростями для создания тонкораспыленной смеси. В распылителях с внешним смешиванием поток жидкости выпускается из форсунки и затем подвергается воздействию потока распыляющего газа.

**[0031]** На ФИГ. 1 показана последовательность 100 технологических операций в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения. Жидкое топливо 102 предложено для использования в качестве непрерывной фазы эмульсионного взрывчатого вещества. Можно использовать любую топливную фазу, известную в данной области техники и совместимую с фазой окислителя и эмульгатором, если он присутствует.

Примеры жидкого топлива включают в себя, без ограничений, нефтяное топливо, дизельное топливо, дистиллят, минеральное масло, печное топливо, керосин, бензин, нефть и их смеси. В некоторых вариантах осуществления изобретения топливо 102 может представлять собой дизельное топливо.

**[0032]** В некоторых вариантах осуществления изобретения топливо может дополнительно содержать эмульгатор, гомогенизирующий агент или оба. В некоторых вариантах осуществления изобретения топливо 102 по существу не содержит стабилизирующий пузырьки агент. Последовательность 100 технологических операций может включать в себя распыление топлива 102, при этом поток топлива 102 и поток газа 104 направляются в распылитель 106, где они объединяются с образованием потока 108 распыленного топлива. В некоторых вариантах осуществления изобретения газ 104 может представлять собой сжатый газ, такой как сжатый азот, гелий, благородный газ или сжатый воздух. Затем поток 108 распыленного топлива выпускается в первую зону 116 смешивания для включения в эмульсионное взрывчатое вещество.

**[0033]** Распыление можно облегчить с помощью устройства, подходящего для достижения уровня смешивания топлива 102 и газа 104 на требуемом уровне пропускной способности. В различных вариантах осуществления изобретения смесь сжатого газа 104 и топлива 102 пропускают через одну или более форсунок распылителя. В некоторых вариантах осуществления изобретения множество распылительных форсунок расположены таким образом, что смесь протекает через них параллельно, последовательно или в комбинации обоих способов. В некоторых вариантах осуществления изобретения распыление осуществляют с использованием множества, содержащего от 2 до 13 форсунок распылителя или от 3 до 7 форсунок распылителя. Размер отверстия форсунки(-ок) может быть выбран таким образом, чтобы обеспечить определенную степень распыления, как рассматривалось выше. Размер отверстия также влияет на пропускную способность форсунки. Соответственно, размер отверстия может быть выбран в комбинации с числом форсунок для определения указанных параметров выхода. В некоторых вариантах осуществления изобретения распыление осуществляют с использованием форсунок, имеющих диаметр отверстия от около 0,03125 дюйма до около 0,15625 дюйма или, более конкретно, от около 0,0625 дюйма до около 0,1250 дюйма. В одном варианте осуществления изобретения распыление выполняют для получения потока распыленного топлива со скоростью получения около 300 фунтов/мин.

**[0034]** На ФИГ. 2А-ФИГ. 2Н показаны различные виды примера узла 200 распылителя, который можно использовать для получения потока 108 распыленного потока и введения указанного потока в первую зону 116 смешивания. Как показано на виде в поперечном разрезе на ФИГ. 2А, узел 200 распылителя может содержать впускное отверстие 202 для подачи смеси сжатого газа (например, сжатого воздуха) и топлива в узел. Смесь проходит через по меньшей мере одну форсунку 204 распылителя, с помощью которой распыляется смесь. Каждая форсунка 204 распылителя может поддерживаться пластиной 206 форсунки. Как показано на виде в поперечном сечении, выполненном на уровне А-А (ФИГ. 2В), пластина 206 форсунки может поддерживать множество форсунок 204 распылителя. Узел 200 распылителя может дополнительно содержать выпускное отверстие 208, через которое поток 108 распыленного топлива может выходить из узла и необязательно прямо поступать в первую зону 116 смешивания. Узел 200 распылителя может быть выполнен с возможностью установки в конструкцию первой зоны 116 смешивания посредством включения муфтового соединения 210. Муфтовое соединение может содержать средства для стабилизации узла 200 распылителя, такие как зажимное соединение и прокладка.

**[0035]** На ФИГ. 2С и ФИГ. 2D показаны дополнительные детали впускного отверстия 202, которые могут включать в себя первый конец 212 впускного отверстия, выполненный с возможностью гидравлического соединения с источником топливно-газовой смеси, и второй конец 214 впускного отверстия, выполненный с возможностью направления смеси в по меньшей мере одну форсунку 204 распылителя. Как показано на виде в поперечном сечении на ФИГ. 2С и на виде с торца на ФИГ. 2D, впускное отверстие 202 также может содержать монтажную пластину 216 впускного отверстия, с помощью которой узел 200 распылителя может быть прикреплен к поверхности, например внешней поверхности первой зоны 116 смешивания.

**[0036]** На ФИГ. 2Е и ФИГ. 2F показаны дополнительные детали пластины 206 форсунки на виде с торца и виде сбоку соответственно. Пластина 206 форсунки может содержать одно или более монтажных отверстий 218 форсунки, каждое из которых может вмещать форсунку 204 распылителя (не показано). В некоторых вариантах осуществления изобретения монтажное отверстие 218 форсунки и соответствующая форсунка 204 распылителя могут иметь совпадающую резьбу для облегчения крепления форсунки 204 распылителя в пластине 206 форсунки.

**[0037]** На ФИГ. 2G и ФИГ. 2Н показаны дополнительные детали выпускного отверстия 208 узла 200 распылителя, которые могут включать в себя первый конец 220 выпускного

отверстия для приема выхода из по меньшей мере одной форсунки 204 распылителя и переходник 222, выполненный с возможностью фокусировки и направления указанного выхода во второй конец 224 выпускного отверстия, где сфокусированный поток 108 распыленного топлива выходит из узла. Как показано на виде в поперечном сечении на ФИГ. 2G и на виде с торца на ФИГ. 2H, выпускное отверстие 208 также может содержать монтажную пластину 226 выпускного отверстия, с помощью которой узел 200 распылителя может быть прикреплен к поверхности, например внутренней поверхности первой зоны 116 смешивания.

**[0038]** Как отмечалось выше, эмульсионные взрывчатые вещества типа «вода в масле», описанные в данном документе, содержат раствор соли неорганического окислителя в качестве дисперсной фазы эмульсии. Можно использовать любую фазу окислителя, известную в данной области техники и совместимую с топливной фазой и эмульгатором, если он присутствует. Примеры фазы окислителя включают в себя, без ограничений, выделяющие кислород соли. Примеры выделяющих кислород солей включают в себя, без ограничений, нитраты щелочных и щелочноземельных металлов, хлораты щелочных и щелочноземельных металлов, перхлораты щелочных и щелочноземельных металлов, нитрат аммония, хлорат аммония, перхлорат аммония и их смеси, такие как смесь нитрата аммония и нитратов натрия или кальция.

**[0039]** В некоторых вариантах осуществления изобретения последовательность технологических операций для образования эмульсионного взрывчатого вещества может включать в себя включение раствора соли окислителя в эмульсию в течение нескольких этапов. Как показано на ФИГ. 1, раствор 110 соли окислителя закачивают через делитель 112 потока, который разделяет (например, раздваивает) раствор 110 соли окислителя на множество потоков окислителя. Например, делитель 112 потока может направлять первую часть раствора 110 соли окислителя в первый поток 114 окислителя, который ведет в первую зону 116 смешивания, и делитель 112 потока также направляет вторую часть раствора соли окислителя во второй поток 118 окислителя, который обходит первую зону 116 смешивания и ведет во вторую зону 120 смешивания. В некоторых вариантах осуществления изобретения равное количество раствора 110 соли окислителя направляется в первый поток 114 окислителя (т. е. к первой зоне 116 смешивания) и во второй поток 118 окислителя (т. е. ко второй зоне 120 смешивания). В других вариантах осуществления изобретения более высокое процентное содержание раствора 110 соли окислителя направляется во второй поток 118 окислителя, а не в первый поток 114 окислителя.

Например, в некоторых вариантах осуществления изобретения от 55% до 65% раствора 110 соли окислителя направляется во второй поток 118 окислителя, тогда как от 35% до 45% раствора соли окислителя направляется в первый поток 114 окислителя. В альтернативном варианте более высокое процентное содержание раствора 110 соли окислителя может быть направлен в первый поток 114 окислителя, а не во второй поток 118 окислителя. В других вариантах осуществления изобретения вместо соединения с одним делителем потока каждый из множества потоков окислителя соединен с разными контейнерами с раствором соли окислителя.

**[0040]** После прохождения через делитель 112 потока первая часть раствора 110 соли окислителя поступает в первую зону 116 смешивания. Первая зона 116 смешивания выполнена с возможностью облегчения смешивания первой части раствора 110 соли окислителя с количеством топлива, доставленного в первую зону 116 смешивания посредством потока 108 распыленного топлива. Первая зона 116 смешивания может содержать одно или более впускных отверстий для приема каждого из первого потока 114 окислителя и потока 108 распыленного топлива. Распыленное топливо нагнетают в первую зону 116 смешивания в виде дисперсии капель. Впускное отверстие для потока 108 распыленного топлива может включать часть распылителя 106; например, если распылитель 106 содержит форсунку, отверстие форсунки может быть расположено внутри первой зоны 116 смешивания или иным образом находиться в жидкостном сообщении с внутренней частью указанной зоны. Раствор 110 соли окислителя можно закачивать в первую зону 116 смешивания. В некоторых вариантах осуществления изобретения раствор соли окислителя и распыленное топливо вводят в первую зону 116 смешивания одновременно. В некоторых вариантах осуществления изобретения раствор соли окислителя и распыленное топливо вводят в первую зону 116 смешивания последовательно или поочередно.

**[0041]** Поток 108 распыленного топлива и первый поток 114 окислителя взаимодействуют в первой зоне 116 смешивания таким образом, чтобы обеспечить смешивание распыленного топлива с первой частью раствора 110 соли окислителя. Поскольку распыленное топливо содержит комбинацию мелких капель топлива и расширяющегося газа, полученный продукт можно назвать обогащенным топливом эмульсионным взрывчатым веществом, то есть сенсibilизированной эмульсией окислителя топлива, содержащей долю от общего содержания окислителя в конечном продукте, а также имеющей распределенные в ней пузырьки распыляющего газа. Средний размер пузырьков газа в обогащенном топливом

эмульсионном взрывчатом веществе может составлять от около 0,5 мкм до около 250 мкм, или от около 20 мкм до около 100 мкм, или от около 40 мкм до около 80 мкм.

**[0042]** Когда обогащенное топливом эмульсионное взрывчатое вещество выходит из первой зоны 116 смешивания, обогащенное топливом эмульсионное взрывчатое вещество может иметь относительно низкую вязкость, такую как около 20 Па•с или менее, или от около 2 Па•с до около 8 Па•с. Обогащенное топливом эмульсионное взрывчатое вещество выходит из первой зоны 116 смешивания и направляется во вторую зону 120 смешивания, в которую также поступает вторая часть раствора 110 соли окислителя, подаваемая через второй поток 118 окислителя. Вторая зона 120 смешивания может быть выполнена с возможностью приема этих потоков, чтобы облегчить смешивание второй части раствора 110 соли окислителя с обогащенным топливом эмульсионным взрывчатым веществом. В некоторых вариантах осуществления изобретения вторая часть раствора соли окислителя составляет от около 45% до около 80% или от около 50% до около 70% от общего количества раствора 110 соли окислителя в полученной эмульсии в пересчете на массу.

**[0043]** Смешивание второй части раствора 110 соли окислителя с обогащенным топливом эмульсионным взрывчатым веществом приводит к получению более сбалансированного эмульсионного взрывчатого вещества с повышенной вязкостью (причем «более сбалансированное» относится к кислородному балансу эмульсионного взрывчатого вещества). В некоторых вариантах осуществления изобретения вязкость более сбалансированного эмульсионного взрывчатого вещества по сравнению с обогащенным топливом эмульсионным взрывчатым веществом увеличивается на величину от около 6 Па•с до около 20 Па•с (например, от около 6 Па•с до около 12 Па•с; от около 9 Па•с до около 15 Па•с, от около 12 Па•с до около 18 Па•с или от около 15 Па•с до около 20 Па•с). Вязкость более сбалансированного эмульсионного взрывчатого вещества может составлять от около 20 Па•с до около 35 Па•с, например от около 20 Па•с до около 26 Па•с; от около 23 Па•с до около 29 Па•с, от около 26 Па•с до около 32 Па•с или от около 29 Па•с до около 35 Па•с.

**[0044]** Затем более сбалансированное эмульсионное взрывчатое вещество может поступать в гомогенизатор 122. Гомогенизатор 122 может манипулировать более сбалансированным эмульсионным взрывчатым веществом, чтобы изменить распределение размеров капель раствора соли окислителя в эмульсии. Например, в некоторых вариантах осуществления изобретения гомогенизатор 122 разрушает относительно большие капли раствора соли окислителя, тем самым превращая такие капли в более мелкие капли, которые имеют более ограниченное распределение по размерам. Повышение давления второго потока 118

окислителя может обеспечить по меньшей мере часть давления, необходимого для гомогенизации более сбалансированного эмульсионного взрывчатого вещества. Гомогенизация может также уменьшить размер пузырьков газа и сделать распределение пузырьков газа более равномерным (т. е. более гомогенным) в эмульсии. В некоторых вариантах осуществления изобретения размер пузырьков газа в гомогенизированном эмульсионном взрывчатом веществе может находиться в диапазоне от около 0,7 мкм до около 250 мкм при среднем диаметре от около 40 мкм до около 80 мкм.

**[0045]** Такое манипулирование каплями раствора соли окислителя может вызвать увеличение (например, значительное увеличение) вязкости эмульсии. Например, вязкость гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества может быть повышена по сравнению с более сбалансированным эмульсионным взрывчатым веществом на более чем около 45 Па•с, например по меньшей мере около 50 Па•с, по меньшей мере около 60 Па•с, по меньшей мере около 80 Па•с, по меньшей мере около 100 Па•с, по меньшей мере около 150 Па•с или по меньшей мере около 180 Па•с. В некоторых вариантах осуществления изобретения вязкость гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества может быть повышена на величину от около 45 Па•с до около 75 Па•с, от около 60 Па•с до около 90 Па•с, от около 75 Па•с до около 105 Па•с или от около 90 Па•с до около 140 Па•с. Например, вязкость гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества может быть больше или равна 80 Па•с. Например, гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество может иметь вязкость от около 80 Па•с до около 300 Па•с, например от около 80 Па•с до около 100 Па•с, от около 90 Па•с до около 120 Па•с, от около 105 Па•с до около от 135 Па•с, от около 120 Па•с до около 150 Па•с, от около 135 Па•с до около 170 Па•с, от около 160 Па•с до около 190 Па•с, от около 180 Па•с до около 220 Па•с, от около 200 Па•с до около 250 Па•с или от около 240 Па•с до около 300 Па•с.

**[0046]** Повышенная вязкость гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества может уменьшить миграцию пузырьков газа и/или коалесценцию пузырьков газа, тем самым приводя к получению эмульсионного взрывчатого вещества с повышенной композиционной стабильностью. Другими словами, из-за по меньшей мере частично повышения вязкости гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества пузырьки газа внутри эмульсии могут иметь пониженную подвижность и/или пониженную склонность к слиянию с другими пузырьками газа. Описанные в данном документе варианты осуществления механически газированных гомогенизированных эмульсионных взрывчатых веществ, которые имеют относительно высокую вязкость, могут быть более

устойчивыми к миграции и/или коалесценции пузырьков газа без необходимости использования стабилизирующего пузырьки агента. Однако эффективное газообразование в эмульсиях с более высокой вязкостью, таких как более сбалансированное эмульсионное взрывчатое вещество и гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество по настоящему изобретению, может потребовать различных технических подходов, поскольку вязкая эмульсия препятствует образованию пузырьков. Например, могут потребоваться более мощные подходы для механического газообразования в эмульсиях с высокой вязкостью. Описанные выше способы облегчают получение эмульсионных взрывчатых веществ с высокой вязкостью, поскольку они включают в себя начало сенсibilизации посредством механического газообразования на начальных стадиях образования эмульсии.

**[0047]** Гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество может быть доставлено в ствол 124 скважины для детонации. Другими словами, гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество может быть доставлено по шлангу и размещено внутри ствола 124 скважины для последующей детонации.

**[0048]** Специалисту обычной квалификации в данной области техники при помощи данного изобретения будет понятно, что для реализации процессов, описанных в данном документе можно использовать любое количество систем. Кроме того, специалисту обычной квалификации в данной области техники при помощи данного изобретения будет понятно, что описанные в данном документе механически газированные гомогенизированные эмульсионные взрывчатые вещества могут быть дополнительно обработаны другими способами, известными в данной области техники. Например, смазочное вещество, такое как вода, может быть введено в то время, когда гомогенизированная эмульсионная матрица доставляется по трубопроводу в ствол скважины.

**[0049]** Дополнительные компоненты, такие как твердые сенсibilизаторы и/или повышающие энергию агенты, можно смешивать с гомогенизированными эмульсионными взрывчатыми веществами. Примеры твердых сенсibilизаторов включают в себя, без ограничений, стеклянные или углеводородные микросферы, целлюлозные агенты-наполнители, расширенные минеральные агенты-наполнители и т. п. Примеры повышающих энергию агентов включают в себя, без ограничений, металлические порошки, такие как алюминиевый порошок, и твердые окислители. Примеры твердого окислителя включают, без ограничений, выделяющие кислород соли образуют пористые сферы, также известные в данной области техники как «гранулы». Примеры выделяющих кислород солей включают в себя нитрат аммония, нитрат кальция и нитрат натрия. Можно использовать

любой твердый окислитель, известный в данной области техники и совместимый с топливом гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества. Гомогенизированные эмульсионные взрывчатые вещества также могут быть смешаны с взрывчатыми смесями, такими как смеси нефтяного топлива с нитратом аммония («ANFO»).

**[0050]** Описанные в данном документе механически газированные гомогенизированные эмульсионные взрывчатые вещества могут быть использованы в качестве взрывчатых веществ без оболочки как для надземных, так и для подземных вариантов применения. Все этапы способа, описанные в данном документе, могут быть выполнены с помощью смесительно-зарядной машины. После размещения внутри ствола скважины механически газированное гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество может быть взорвано любым подходящим способом. Например, описанные в данном документе механически газированные гомогенизированные эмульсионные взрывчатые вещества с достаточно низким содержанием воды могут быть достаточно сенсibilизированы для детонации капсюлем-детонатором № 8, когда он незамкнут или находится в стволе скважины, диаметр которого превышает критический диаметр для конкретной плотности.

**[0051]** В соответствии с вышеприведенным описанием настоящее изобретение охватывает сенсibilизацию эмульсионного взрывчатого вещества путем введения сжатого газа в эмульсионную матрицу до гомогенизации. Это можно выполнить в одной или более точках последовательности технологических операций, например, во время образования обогащенного топливом эмульсионного взрывчатого вещества, а также до, во время и/или после образования более сбалансированного эмульсионного взрывчатого вещества. В другом примере процесс может включать в себя получение эмульсионной матрицы, содержащей дисперсную фазу капель раствора соли окислителя в непрерывной фазе топлива, при этом эмульсионная матрица имеет начальную вязкость от около 4 Па•с до около 20 Па•с; механическое введение пузырьков газа в эмульсионную матрицу для сенсibilизации эмульсионной матрицы и образования эмульсионного взрывчатого вещества; и гомогенизацию эмульсионного взрывчатого вещества для образования гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества с вязкостью более или равной 80 Па•с (например, от около 80 Па•с до около 300 Па•с, от около 80 Па•с до около 100 Па•с, от около 90 Па•с до около 120 Па•с, от около 105 Па•с до около 135 Па•с, от около 120 Па•с до около 150 Па•с, от около 135 Па•с до около 170 Па•с, от около 160 Па•с до около 190 Па•с, от около 180 Па•с до около 220 Па•с, от около 200 Па•с до около 250 Па•с или от около

240 Па•с до около 300 Па•с) и по существу не содержит стабилизирующий пузырьки агент. В некоторых вариантах осуществления изобретения пузырьки газа (например, сжатого газа) можно вводить до гомогенизации.

**[0052]** Настоящее изобретение также охватывает способы и системы производства механически газированного эмульсионного взрывчатого вещества, в котором эмульсия может быть по меньшей мере частично сенсibiliзирована на последних стадиях образования взрывчатого вещества, например после гомогенизации. Например, сжатый газ может быть объединен с эмульсией во время или после доставки эмульсии в ствол скважины. Этот этап может представлять собой единственную сенсibiliзирующую обработку, применяемую к эмульсии, или он может следовать за одним или более предшествующими этапами сенсibiliзации, такими как рассмотренные выше.

**[0053]** Как указано выше, эмульсионное взрывчатое вещество может быть доставлено в ствол скважины через трубопровод, который может содержать, например, шланг, выполненный с возможностью введения в ствол скважины. В некоторых вариантах осуществления изобретения трубопровод может быть выполнен с возможностью подачи параллельных потоков эмульсии и сжатого газа. Например, трубопровод может содержать элементы, которые обеспечивают отдельное гидравлическое соединение с источниками этих потоков, например, с резервуаром, содержащим эмульсионную матрицу, и с резервуаром со сжатым газом и/или с источником газа. Трубопровод может быть дополнительно выполнен с возможностью объединения этих потоков в точке вблизи выпускного отверстия трубопровода для введения пузырьков сжатого газа в эмульсию для получения сенсibiliзированного эмульсионного взрывчатого вещества.

**[0054]** На ФИГ. 3 проиллюстрирован срез в поперечном сечении одного варианта осуществления трубопровода 300, приспособленного для данного использования. В данном варианте осуществления изобретения трубопровод 300 содержит гибкую трубу 302. Гибкая труба 302 содержит первое кольцевое пространство 304, содержащее внутреннюю поверхность 306 и внешнюю поверхность 308. Внутренняя поверхность 306 отделена от внешней поверхности 308 первой толщиной 310. Первое кольцевое пространство 304 выполнено с возможностью подачи потока эмульсионной матрицы. В некоторых вариантах осуществления изобретения первое кольцевое пространство 304 может быть гидравлически соединено с выходным отверстием гомогенизатора для подачи потока гомогенизированного эмульсионного продукта, полученного гомогенизатором.

**[0055]** Гибкая труба 302 дополнительно содержит второе кольцевое пространство 312, радиально смещенное относительно первого кольцевого пространства 304. Второе кольцевое пространство 312 расположено радиально относительно центра первого кольцевого пространства 304 между внутренней поверхностью 306 и внешней поверхностью 308. Диаметр второго кольцевого пространства 312 меньше длины первой толщины 310. Второе кольцевое пространство 312 выполнено с возможностью подачи потока сжатого газа. Продольная длина второго кольцевого пространства 312 может быть по существу равна продольной длине первого кольцевого пространства 304 или превышать ее. Второе кольцевое пространство 312 может быть приблизительно параллельным (например, в продольном направлении) первому кольцевому пространству 304. В некоторых вариантах осуществления изобретения второе кольцевое пространство 312 может образовывать по существу винтовую или спиральную траекторию вокруг первого кольцевого пространства 304. В таких случаях длина второго кольцевого пространства 312 может быть больше, чем длина первого кольцевого пространства 304, для подачи их соответствующих потоков в общее местоположение.

**[0056]** На ФИГ. 3 второе кольцевое пространство 312 определяет отдельную трубу внутри боковой стенки гибкой трубы 302. В альтернативном варианте осуществления изобретения отдельная труба может быть расположена снаружи гибкой трубы 302 для подачи потока сжатого газа. Например, отдельная труба может быть прикреплена к внешней поверхности 308 гибкой трубы 302. В альтернативном варианте отдельная труба может быть расположена внутри по отношению к гибкой трубе 302, например может быть прикреплена к внутренней поверхности 306.

**[0057]** На ФИГ. 4 проиллюстрирован вид сбоку грузового автомобиля 400, оборудованного трубопроводом 300, таким как описанный выше. На ФИГ. 4 проиллюстрирован резервуар 402 для эмульсионной матрицы и источник 404 сжатого газа, установленный на грузовом автомобиле 400. На ФИГ. 4 представлен упрощенный грузовой автомобиль 400, который в некоторых вариантах осуществления изобретения может содержать другие компоненты для приготовления эмульсионного взрывчатого вещества, которые могут быть расположены выше по потоку от резервуара 402 и которые не показаны. Например, резервуар 402 может представлять собой компонент системы производства эмульсионного взрывчатого вещества, установленного на грузовом автомобиле 400. В некоторых вариантах осуществления изобретения данная система может представлять собой систему для производства механически газированного эмульсионного взрывчатого вещества, как

описано выше, а резервуар 402 может представлять собой гомогенизатор. В некоторых вариантах осуществления изобретения резервуар 402 предназначен для хранения гомогенизированной эмульсионной матрицы, приготовленной в отдельной установке и затем загруженной в грузовой автомобиль 400. Грузовой автомобиль 400 расположен рядом с вертикальным стволом 406 скважины. Трубопровод 300 разматывают со шлангового барабана 408 и вводят в вертикальный ствол 406 скважины. Выходное отверстие 410 резервуара гидравлически соединяет резервуар 402 с первым кольцевым пространством 304 (не показано) внутри трубопровода 300. Выходное отверстие 412 для газа гидравлически соединяет источник 404 сжатого газа со вторым кольцевым пространством 312 (показано в полуразрезе) трубопровода 300, но гидравлически отделен от резервуара 402.

**[0058]** Трубопровод 300 транспортирует гомогенизированную эмульсию из резервуара 402 и сжатый газ из источника 404 сжатого газа по существу параллельными потоками в ствол 406 скважины. Система может дополнительно содержать конструкцию, выполненную с возможностью облегчения объединения потоков для образования сенсibilизированного взрывчатого продукта перед тем, как указанное взрывчатое вещество будет выпущено из выпускного отверстия 416 трубопровода 300 в ствол 406 скважины. Как показано на ФИГ. 4, выпускное отверстие 416 может содержать форсунку 414, соединенную с трубопроводом 300 и выполненную с возможностью подачи сенсibilизированного взрывчатого продукта в ствол 300 скважины. Внутренняя поверхность форсунки 414 может быть сопряжена с внутренней поверхностью 306 первого кольцевого пространства 304. Форсунка 414 может содержать по меньшей мере один канал, выполненный с возможностью введения потока сжатого газа в поток, содержащий гомогенизированную эмульсию. По меньшей мере один канал может соединять внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность форсунки. Выпускное отверстие второго кольцевого пространства 312 гибкой трубы 302 может быть гидравлически соединено с внешней поверхностью форсунки 414 и с по меньшей мере одним каналом. Внешняя поверхность форсунки 414 может содержать канал для гидравлического соединения выпускного отверстия второго кольцевого пространства 312 с по меньшей мере одним каналом форсунки 414.

**[0059]** В некоторых вариантах осуществления изобретения сжатый газ можно вводить в эмульсию под давлением, достаточным для выполнения смешивания указанных двух компонентов. В некоторых вариантах осуществления изобретения форсунка 414 может содержать смесительный элемент, расположенный внутри внутренней поверхности форсунки 414. По меньшей мере, один канал может быть расположен выше по потоку от

смесительного элемента. Смесительный элемент может быть выполнен с возможностью выполнения начальной или дополнительной сенсбилизации эмульсионного взрывчатого вещества путем смешивания потока сжатого газа с эмульсией для получения пузырьков газа внутри эмульсии. Смеситель может включать в себя статический смеситель. Пример статического смесителя включает в себя, без ограничений, винтовой статический смеситель. Можно использовать любой статический смеситель, известный в данной области техники и совместимый со смешиванием эмульсии со сжатым газом.

**[0060]** В некоторых вариантах осуществления изобретения гомогенизатор может быть расположен вблизи форсунки или встроена в нее. Это может быть вторичный гомогенизатор в дополнение к гомогенизатору, описанному выше, при этом вторичный гомогенизатор выполнен с возможностью дополнительной гомогенизации сенсбилизированного эмульсионного взрывчатого вещества. Гомогенизатор может представлять собой динамический гомогенизатор, статический гомогенизатор или может содержать элементы обоих. Примером динамического гомогенизатора является сдвигающий клапан с гидравлическим или пневматическим приводом, в котором гидравлическая жидкость или сжатый воздух сжимается или расширяется до некоторой степени в ответ на давление потока эмульсионного взрывчатого вещества, позволяя седлу клапана слегка колебаться. Это изменяет величину сдвига, испытываемого потоком эмульсионной матрицы, в зависимости от давления потока эмульсионной матрицы.

**[0061]** И напротив, примером статического гомогенизатора является сдвигающий клапан, приводимый в действие резьбовым валом (например, с ручным приводом или приводом от двигателя). Когда происходят изменения давления в текущем потоке эмульсионной матрицы, резьбовой вал не позволяет седлу клапана сильно колебаться. Величина сдвига, испытываемая потоком эмульсионного взрывчатого вещества, не сильно меняется по сравнению с давлением потока эмульсионной матрицы.

**[0062]** Любые способы, раскрытые в данном документе, включают в себя один или более этапов или действий для выполнения описанного способа. Этапы и/или действия способа могут быть взаимозаменяемыми друг с другом. Другими словами, если для надлежащего функционирования указанного варианта осуществления изобретения не требуется конкретный порядок этапов или действий, порядок и/или использование конкретных этапов и/или действий могут быть изменены. Более того, подпрограммы или только часть способа, описанного в данном документе, могут представлять собой отдельный способ в пределах

объема данного изобретения. Иными словами, некоторые способы могут включать в себя только часть этапов, описанных в более подробно изложенном способе.

**[0063]** Ссылка в данном описании на «один вариант осуществления изобретения» или «указанный вариант осуществления изобретения» означает, что конкретный признак, конструкция или характеристика, описанные в связи с данным вариантом осуществления изобретения, включены в по меньшей мере один вариант осуществления изобретения. Таким образом, цитируемые фразы или их варианты, приведенные в данном описании, не обязательно все относятся к тому же варианту осуществления изобретения.

**[0064]** Аналогичным образом, специалисту в данной области техники должно быть понятно, что в приведенном выше описании вариантов осуществления изобретения различные признаки иногда группируются вместе в одном варианте осуществления изобретения, фигуре или их описании с целью упрощения раскрытия информации. Однако данный способ по изобретению не следует интерпретировать как отражающий намерение, согласно которому любой пункт формулы изобретения требует большего количества признаков, чем те, которые явно указаны в данном пункте формулы изобретения. Скорее, как отражено в следующей формуле изобретения, аспекты изобретения заключаются в комбинации меньшего, чем все признаки количества признаков любого отдельного раскрытого выше варианта осуществления изобретения. Таким образом, формула изобретения, следующая за данным подробным описанием изобретения, настоящим явно включена в данное подробное описание изобретения, причем каждый пункт формулы изобретения представляет сам по себе отдельный вариант осуществления изобретения. Данное изобретение включает в себя все перестановки независимых пунктов формулы изобретения с их зависимыми пунктами формулы изобретения.

**[0065]** Упоминание в формуле изобретения термина «первый» в отношении признака или элемента не обязательно подразумевает существование второго или подобного дополнительного признака или элемента. Специалистам в данной области техники будет очевидно, что изменения могут быть внесены в детали вышеописанных вариантов осуществления изобретения без отступления от основных принципов настоящего изобретения».

**[0066]** Формула изобретения:

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ доставки эмульсионного взрывчатого вещества, включающий:

разделение раствора соли окислителя на первую часть и вторую часть;

распыление топлива с помощью газа с образованием распыленного топлива, при этом топливо по существу не содержит стабилизирующего пузырьки агента;

смешивание первой части раствора соли окислителя с распыленным топливом с образованием обогащенного топливом эмульсионного взрывчатого вещества, имеющего диспергированные в нем пузырьки газа и имеющего начальную вязкость;

смешивание обогащенного топливом эмульсионного взрывчатого вещества со второй частью раствора соли окислителя с образованием более сбалансированного эмульсионного взрывчатого вещества, имеющего повышенную вязкость;

гомогенизацию более сбалансированного эмульсионного взрывчатого вещества с образованием гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества, имеющего дополнительную повышенную вязкость.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что начальная вязкость обогащенного топливом эмульсионного взрывчатого вещества составляет около 20 Па•с или менее.

3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что начальная вязкость составляет от около 8 Па•с до около 14 Па•с.

4. Способ по любому из пп. 1-3, отличающийся тем, что повышенная вязкость более сбалансированного эмульсионного взрывчатого вещества на величину от около 6 Па•с до около 20 Па•с превышает вязкость обогащенного топливом эмульсионного взрывчатого вещества.

5. Способ по любому из пп. 1-3, отличающийся тем, что более сбалансированное эмульсионное взрывчатое вещество имеет вязкость от около 20 Па•с до около 35 Па•с.

6. Способ по любому из пп. 1-5, отличающийся тем, что вязкость гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества увеличивается на величину от около 40 Па•с до около 180 Па•с по сравнению с более сбалансированным эмульсионным взрывчатым веществом.

7. Способ по любому из пп. 1-5, отличающийся тем, что вязкость гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества составляет от около 80 Па•с до около 300 Па•с.

8. Способ по любому из пп. 1-7, отличающийся тем, что пузырьки имеют средний размер пузырьков от около 0,5 мкм до около 250 мкм.
9. Способ по п. 8, отличающийся тем, что средний размер пузырьков составляет от около 20 мкм до около 100 мкм.
10. Способ по любому из пп. 1-9, отличающийся тем, что вторая часть раствора соли окислителя составляет от около 45% до около 80% от общего количества раствора соли окислителя в пересчете на массу.
11. Способ по любому из пп. 1-10, отличающийся тем, что вторая часть составляет от около 55% до 65% от общего количества раствора соли окислителя.
12. Способ по любому из пп. 1-11, отличающийся тем, что топливо дополнительно содержит до 25 мас.% эмульгатора, гомогенизирующего агента или их комбинации.
13. Способ по п. 12, отличающийся тем, что эмульгатор, гомогенизирующий агент или их комбинация содержит от около 20 мас.% до около 100 мас.% гомогенизирующего агента.
14. Способ по любому из пп. 1-13, дополнительно включающий пропускание гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества через трубопровод в ствол скважины.
15. Способ по п. 14, дополнительно включающий введение потока газа в гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество вблизи к выпускному отверстию трубопровода.
16. Способ по любому из пп. 1-15, дополнительно включающий повышение давления во второй части раствора соли окислителя для обеспечения по меньшей мере части давления, необходимого для гомогенизации более сбалансированного эмульсионного взрывчатого вещества.
17. Гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество, изготовленное способом по любому из пп. 1-16.
18. Узел для получения потока распыленного топлива, содержащий:
  - впускное отверстие, выполненное с возможностью приема смеси топлива и сжатого газа;
  - одну или более форсунок распылителя, причем каждая из них имеет отверстие, при этом каждая форсунка распылителя расположена для приема смеси и выполнена таким

образом, что смесь распыляется при прохождении через форсунку распылителя и выходе из отверстия, тем самым создавая поток распыленного топлива; и

выпускное отверстие, выполненное с возможностью приема потока распыленного топлива и направления потока распыленного топлива из узла.

19. Узел по п. 18, содержащий от 1 до 13 форсунок распылителя.

20. Узел по п. 19, содержащий от 3 до 7 форсунок распылителя.

21. Узел по любому из пп. 18-20, отличающийся тем, что отверстие имеет диаметр от около 0,03125 дюйма до около 0,15625 дюйма.

22. Узел по п. 21, отличающийся тем, что отверстие имеет диаметр от около 0,0625 дюйма до около 0,1250 дюйма.

23. Способ доставки эмульсионного взрывчатого вещества, включающий:

введение трубопровода в ствол скважины;

пропускание эмульсионной матрицы через трубопровод;

введение сжатого газа в эмульсионную матрицу вблизи выпускного отверстия трубопровода с образованием эмульсионного взрывчатого вещества; и

транспортировку эмульсионного взрывчатого вещества в ствол скважины.

24. Способ по п. 23, отличающийся тем, что эмульсионная матрица представляет собой гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество.

25. Способ по п. 23 или 24, дополнительно включающий смешивание эмульсионной матрицы со сжатым газом вблизи выпускного отверстия трубопровода.

26. Способ по любому из пп. 23-25, включающий пропускание эмульсионной матрицы и сжатого газа через трубопровод отдельными потоками.

27. Система доставки эмульсионного взрывчатого вещества, содержащая:

резервуар, выполненный с возможностью хранения эмульсионной матрицы;

источник газа, выполненный с возможностью получения сжатого газа;

трубопровод, выполненный с возможностью введения в ствол скважины, при этом трубопровод гидравлически соединен с резервуаром и выполнен с возможностью подачи эмульсионной матрицы, и при этом трубопровод также гидравлически соединен с источником газа и выполнен с возможностью подачи сжатого газа в точку вблизи

выпускного отверстия трубопровода и введения сжатого газа в эмульсионную матрицу в указанной точке с образованием эмульсионного взрывчатого вещества; и

форсунку, расположенную в выпускном отверстии трубопровода и функционально соединенную с ним, при этом форсунка выполнена с возможностью подачи эмульсионного взрывчатого вещества в ствол скважины.

28. Система по п. 27, отличающаяся тем, что форсунка содержит по меньшей мере один канал, выполненный с возможностью введения газа в эмульсионную матрицу в точке вблизи выпускного отверстия.

29. Система по п. 27 или 28, дополнительно содержащая смеситель, расположенный вблизи выпускного отверстия трубопровода, при этом смеситель выполнен с возможностью смешивания эмульсионной матрицы со сжатым газом.

30. Система по п. 29, отличающаяся тем, что смеситель встроен в форсунку.

31. Система по любому из пп. 27-30, дополнительно содержащая гомогенизатор, расположенный вблизи выпускного отверстия трубопровода.

32. Система по п. 31, отличающаяся тем, что гомогенизатор встроен в форсунку.

33. Система по любому из пп. 27-32, отличающаяся тем, что трубопровод содержит гибкую трубу, при этом гибкая труба содержит первое кольцевое пространство, содержащее внутреннюю поверхность и внешнюю поверхность, при этом внутренняя поверхность отделена от внешней поверхности первой толщиной, при этом первое кольцевое пространство гидравлически соединено с резервуаром и выполнено с возможностью транспортировки эмульсионной матрицы к точке вблизи выпускного отверстия.

34. Система по п. 33, отличающаяся тем, что трубопровод дополнительно содержит второе кольцевое пространство, проходящее по длине с первым кольцевым пространством, при этом второе кольцевое пространство гидравлически соединено с источником газа и выполнено с возможностью подачи сжатого газа в точку вблизи выпускного отверстия.

35. Система по п. 34, отличающаяся тем, что второе кольцевое пространство расположено радиально между внутренней поверхностью и внешней поверхностью первого кольцевого пространства.

36. Система по п. 34, отличающаяся тем, что второе кольцевое пространство расположено радиально внутри внутренней поверхности первого кольцевого пространства.

37. Система по п. 34, отличающаяся тем, что второе кольцевое пространство определяет отдельную трубу, расположенную за пределами внешней поверхности первого кольцевого пространства.

38. Система по любому из пп. 34-37, отличающаяся тем, что второе кольцевое пространство определяет по существу спиральную траекторию вокруг первого кольцевого пространства.

39. Система по любому из пп. 27-38, отличающаяся тем, что резервуар представляет собой гомогенизатор.

40. Система по любому из пп. 27-38, отличающаяся тем, что резервуар может быть загружен эмульсионной матрицей после приготовления указанной эмульсионной матрицы.

41. Способ доставки эмульсионного взрывчатого вещества, включающий:

получение эмульсионной матрицы, содержащей дисперсную фазу капель раствора соли окислителя в непрерывной фазе топлива, при этом эмульсионная матрица имеет начальную вязкость от около 4 Па•с до около 20 Па•с;

механическое введение пузырьков газа в эмульсионную матрицу для сенсбилизации эмульсионной матрицы и образования эмульсионного взрывчатого вещества; и

гомогенизацию эмульсионного взрывчатого вещества с образованием гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества с вязкостью более или равной 80 Па•с и по существу не содержащего стабилизирующий пузырьки агент.

42. Способ по п. 41, отличающийся тем, что этап механического введения пузырьков газа предшествует этапу гомогенизации эмульсионного взрывчатого вещества.

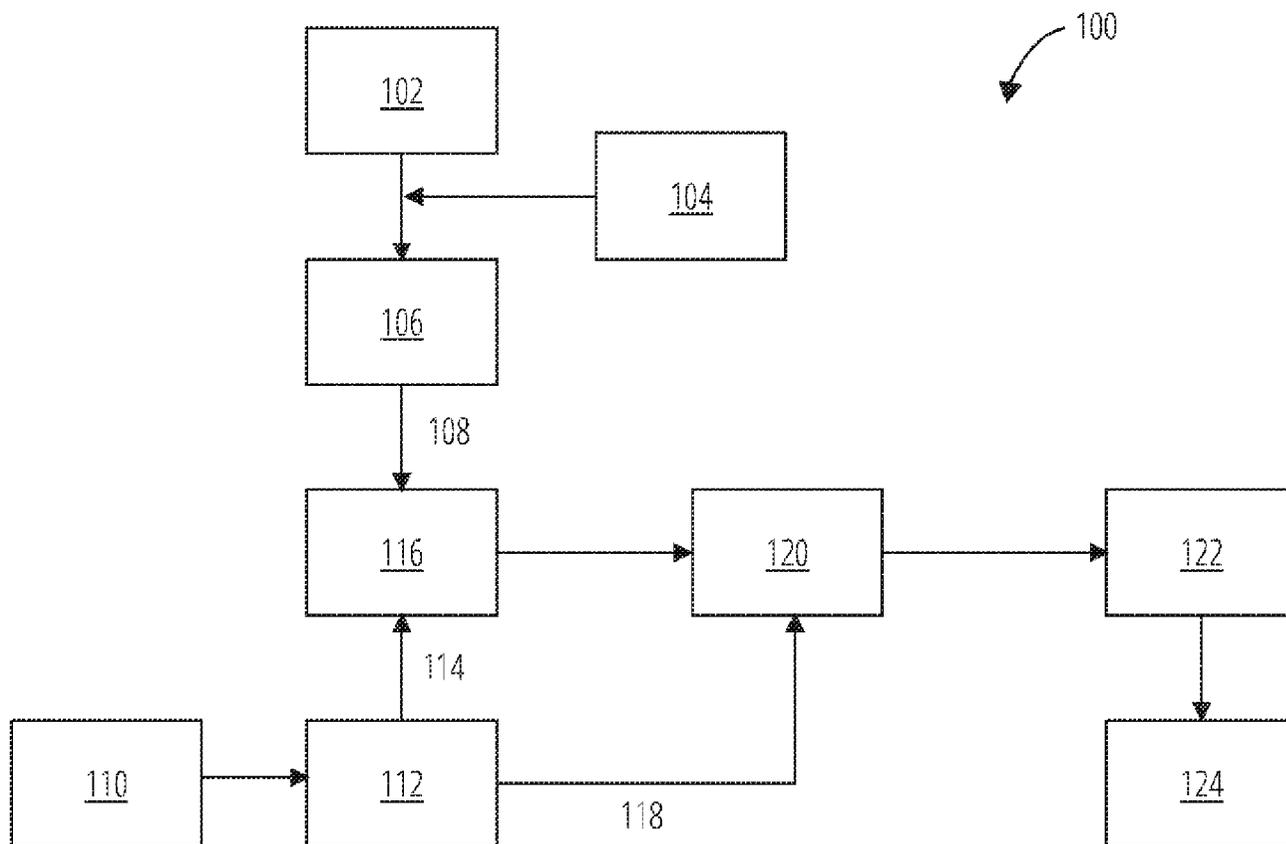
43. Способ по п. 41 или 42, дополнительно включающий:

введение трубопровода в ствол скважины;

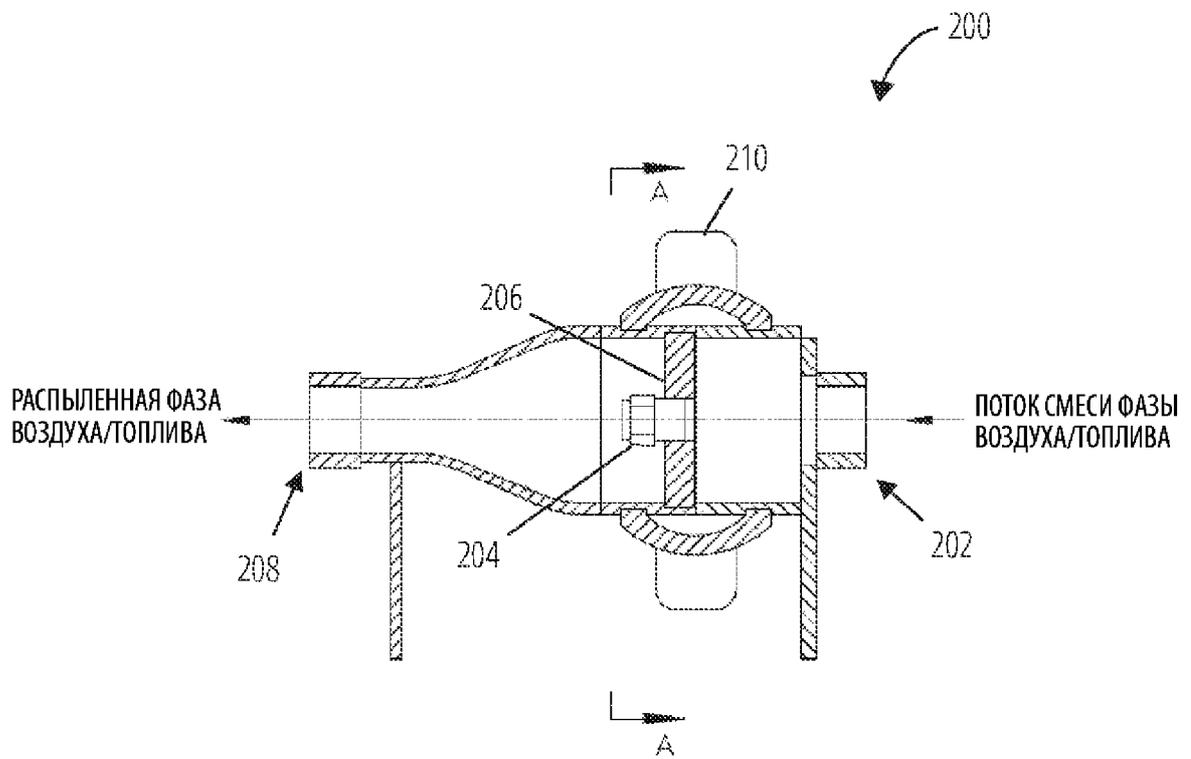
пропускание гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества через трубопровод;

введение сжатого газа в гомогенизированное эмульсионное взрывчатое вещество вблизи выпускного отверстия трубопровода; и

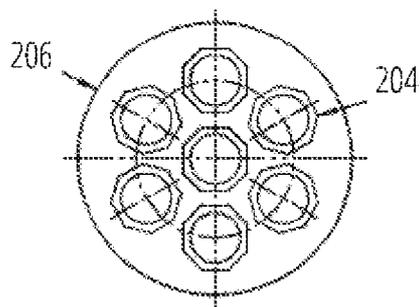
транспортировку гомогенизированного эмульсионного взрывчатого вещества в ствол скважины.



Фиг. 1

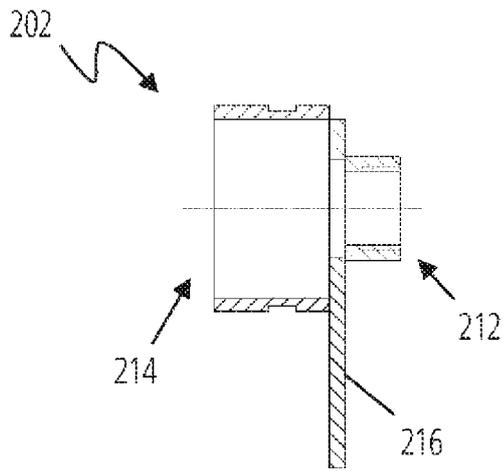


Фиг. 2А

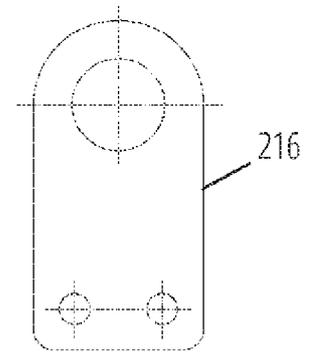


ВИД А-А

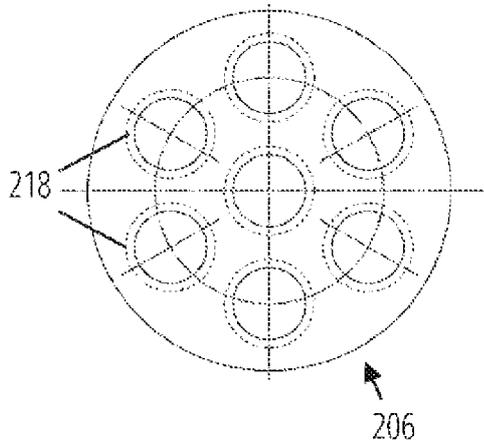
Фиг. 2В



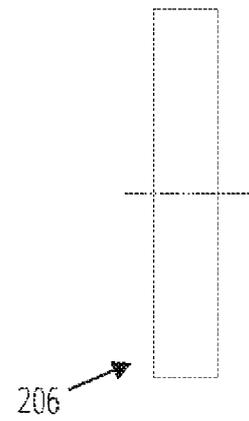
Фиг. 2С



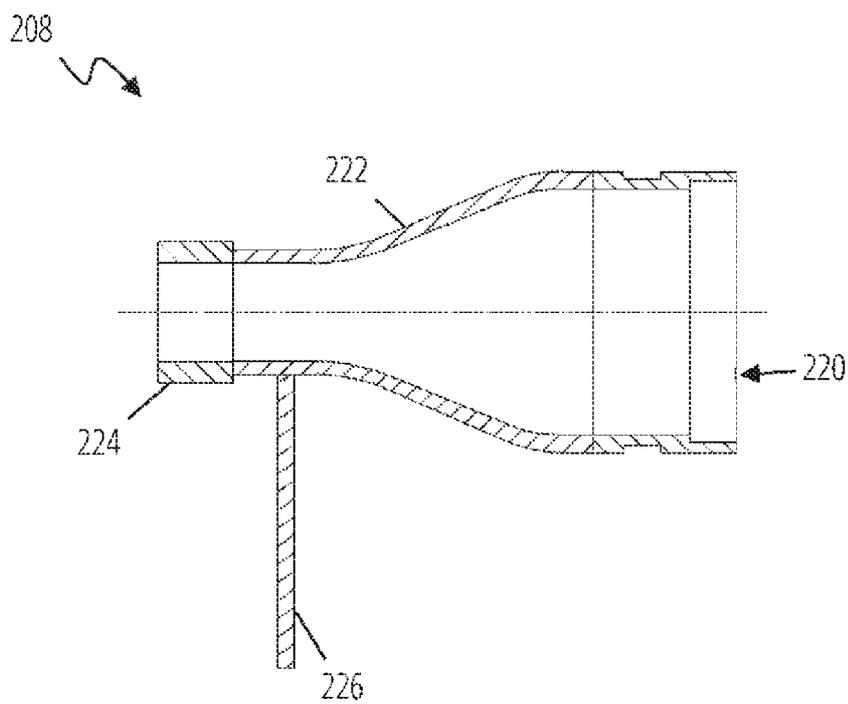
Фиг. 2D



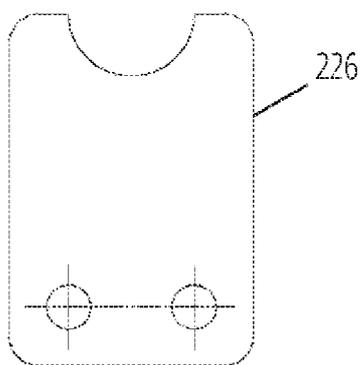
Фиг. 2E



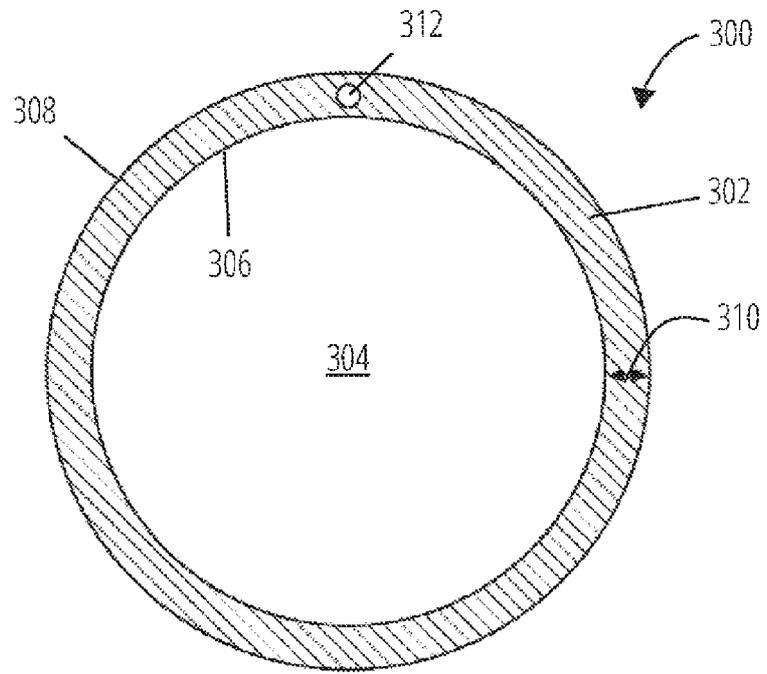
Фиг. 2F



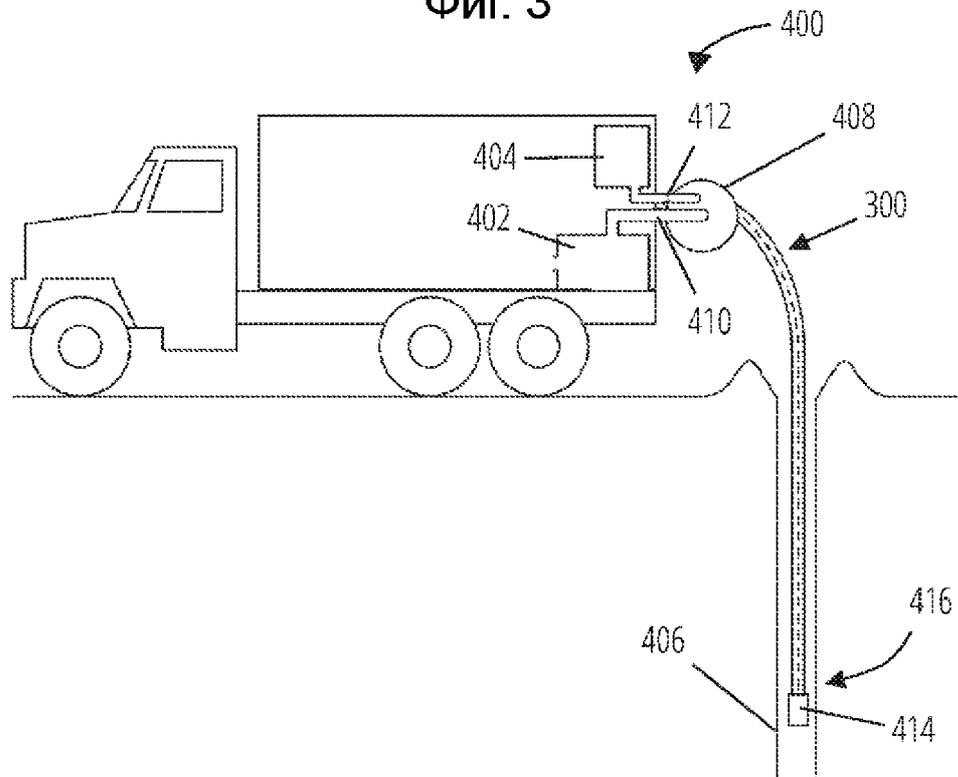
Фиг. 2G



Фиг. 2H



ФИГ. 3



ФИГ. 4