

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035183**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.05.12

(21) Номер заявки
201792511

(22) Дата подачи заявки
2016.06.16

(51) Int. Cl. *E21B 43/247* (2006.01)
E21B 43/263 (2006.01)
C09K 8/62 (2006.01)

(54) **СПОСОБ РАЗРЫВА ПЛАСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДУШНОЙ/ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ**

(31) **62/180,473**

(32) **2015.06.16**

(33) **US**

(43) **2018.02.28**

(86) **PCT/US2016/037887**

(87) **WO 2016/205527 2016.12.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ТВИН ДИСК, ИНК. (TWIN DISC,
INC.) (US)**

(72) Изобретатель:
Вилсон Эдвин Е. (US)

(74) Представитель:
**Котлов Д.В., Черняев М.А., Акуленко
Е.С., Яремчук А.А., Равлина Е.А.,
Пустовалова М.Л. (RU)**

(56) **US-A1-20130032337
US-A1-20130161007
US-B2-7243725
US-B2-8869889
US-A-5346015**

(57) Предложен способ получения подземных трещин в геологических пластах для добычи углеводородов, который включает в себя введение воздушно-топливной смеси в скважину. Затем отверстие скважины может быть герметично закрыто пакер-пробкой, создающей камеру сжатия с воздушно-топливной смесью. Жидкость, например вода, может закачиваться в отверстие скважины для создания давления в камере сжатия. Нарастивание давления в конечном итоге вызывает самовоспламенение воздушно-топливной смеси, которая разрывает пласт. После чего вода может вливаться в камеру сжатия, что создает термический удар по зоне, вызывая усиление разрыва. Вода может испаряться и тщательно дезинфицировать скважину, что исключает необходимость использования биоцидов.

B1**035183****035183****B1**

Перекрестные ссылки на родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает приоритет по предварительной заявке на патент США №62/180473, поданной 16 июня 2015 года, все содержание которой включено в настоящую заявку посредством ссылки.

Уровень техники

1. Область изобретения.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения относятся в основном к области добычи углеводородов из земли, и в частности к созданию разломов в подземных формациях для извлечения углеводородов при помощи способа разрыва пластов с использованием самовозгорающейся воздушно-топливной смеси.

2. Описание известного уровня техники.

Создание метода разломов для стимулирования мелких, твердых каменных нефтяных скважин относится к 1860-м годам. Для увеличения добычи нефти и природного газа из нефтеносных пластов использовались детонации динамита или нитроглицерина. 25 апреля 1865 года ветеран гражданской войны полковник Эдвард А.Л. Роберте получил патент на "Торпедо" (патент США №47458). Стимуляция скважин кислотой вместо взрывных жидкостей была введена в 1930-х годах.

Взаимосвязь между эффективностью скважины и давлением обработки была изучена еще в 1947 году, когда в газодобывающий известняковый пласт на высоте 2400 футов (730 м) было введено 1000 галлонов газелированного бензина (в основном напалма) и песка из реки Арканзас. Эксперимент был не очень успешным, поскольку производительность скважины существенно не изменилась. Известно, что компания "Халлибёртон" провела первые два коммерческих гидравлических разрыва пласта в графстве Стивенс, Оклахома, и графстве Арчер, Техас. С тех пор гидравлический разрыв используется для стимулирования примерно одного миллиона нефтяных и газовых скважин в различных геологических режимах.

Для американских геологов все более очевидным становилось, что существуют огромные объемы газонасыщенных песчаников со слишком низкой проницаемостью (как правило, менее 0,1 миллиарда) для экономичного извлечения газа. Начиная с 1973 года технология массивного гидравлического разрыва пласта используется на тысячах газовых скважин в бассейне Сан-Хуан, бассейне Денвер, бассейне Писанс, бассейне Грин Ривер и в других хребтовых формациях западной части США. Следует также упомянуть и о скважинах, пробуренных в плотных песчаниках Клинтон-Медина и Коттон Вэлли (США), экономическая целесообразность работы на которых появилась благодаря технологии массивного гидравлического разрыва пласта.

Горизонтальные нефтяные или газовые скважины не были частым явлением до конца 1980-х годов. Затем операторы в Техасе начали производить тысячи нефтяных скважин путем горизонтального бурения в Остин Чалк и производя массивные гидравлические разрывы пласта в скважинах. Горизонтальные скважины оказались намного эффективнее вертикальных скважин при добыче нефти из плотного мела; осадочные слои обычно почти горизонтальные, поэтому горизонтальные скважины имеют гораздо большие участки контакта с целевым пластом.

Из-за низкой проницаемости сланца, перед тем как перейти к коммерческому применению гидравлического разрыва на месторождениях сланцевого газа, необходимо было провести технологические исследования, разработку и демонстрацию. В 1976 году правительство Соединенных Штатов приступило к реализации проекта "Восточные газовые сланцы", который представляет собой набор десятков государственно-частных проектов для демонстрации гидроразрыва пластов. В тот же период Научно-исследовательский консорциум газовой промышленности получил одобрение на исследования и финансирование со стороны Федеральной комиссии по регулированию энергетики.

В 1997 году, применяя технологию шлифовки, которая использовалась в Восточном Техасе, компания "Юнион Пасифик Ресурсес" (в настоящее время часть "Анадарко Петролеум Корпорейшн"), "Митчел Энерджи" (теперь часть "Девон Энерджи") применила этот способ в Барнетт Шейл в северном Техасе. Это сделало добычу газа в Барнетт Шейл значительно более экономичной, а позднее этот способ был применен к другим сланцам. Первая горизонтальная скважина в Барнетт Шейл была пробурена в 1991 году, но это не было широко распространено в Барнетт, пока не было продемонстрировано, что извлечение газа из вертикальных скважин в Барнетт может быть экономным.

Согласно Агентству по охране окружающей среды США (АООС), гидравлический разрыв пласта является способом, стимулирующим добычу природного газа, нефти или геотермальной энергии для максимального извлечения. АООС определяет более широкий процесс, включая добычу воды из источников, строительство скважин, интенсификацию скважины и удаление отходов.

Гидравлический разрыв пласта формируется путем перекачивания жидкости для гидроразрыва в ствол скважины со скоростью, достаточной для увеличения давления на глубине цели (определяемой расположением перфораций обсадной колонны скважины), чтобы превысить гидравлическую трещину градиента разрыва (градиент давления) горной породы. Градиент разрыва определяется как увеличение давления на единицу глубины относительно плотности и обычно измеряется в фунтах на квадратный дюйм, на фут или в барах на метр. Трещины горной породы и жидкость разрыва пронизывают породу, расширяют трещину и продолжают процесс далее. Разрывы локализуются по мере падения давления, учитывая вызванные трением потери, что связано с расстоянием от скважины. Операторы обычно ста-

раются поддерживать "ширину разлома" или замедлять ее снижение после обработки путем введения расклинивающего наполнителя во впрыскиваемую жидкость (материал, такой как зерна песка, керамические или другие частицы, что предотвращает закрытие трещин при остановке впрыскивания и прекращении давления). Рассмотрение прочности расклинивающего наполнителя и предотвращение его разрушения становится более важным на больших глубинах, где давление и напряжения в трещинах выше. Расклиненная трещина достаточно проницаема для того, чтоб позволить протекание газа, масла, соленой воды и текучей среды гидравлического разрыва в скважину.

Во время процесса происходит утечка текучей среды гидроразрыва (потеря текучей среды гидроразрыва пласта из канала трещины в окружающую проницаемую породу). Если это не контролировать, потеря может превышать 70% от введенного объема. Это может привести к повреждению матрицы пласта, взаимодействию с неблагоприятной пластовой текучей средой и измененной геометрии трещины, что приведет к снижению эффективности.

Желательно строго контролировать одну или несколько трещин, расположенных вдоль длины отверстия скважины, используя различные способы, которые создают или уплотняют отверстия в боковой части ствола скважины. Гидравлический разрыв пласта выполняется в обсаженных стволах скважин, а зоны, подлежащие разрыву, получают путем перфорирования крепления в этих местах.

Оборудование гидравлического разрыва пласта, используемое на нефтяных и газовых месторождениях, обычно состоит из пескосмесительной установки, одного или нескольких насосов высокого давления с высоким объемом (как правило, мощных насосов-триплексов или пятиплунжерных насосов) и блока мониторинга. Сопутствующее оборудование включает в себя резервуары для разрыва пласта, один или несколько блоков для хранения и обработки расклинивающего наполнителя, железо, которое участвует в обработке под высоким давлением, блок химической добавки (используемый для точного контроля за добавлением химических добавок), гибкие шланги низкого давления и множество датчиков и счетчиков расхода, измеряющих плотность жидкости и давление обработки. Химические добавки обычно составляют 0,5% от общего объема текучей среды. Оборудование для трещин работает в диапазоне давлений и скоростей впрыска и может достигать до 100 МПа (15000 фунтов/кв.дюйм) и 265 л/с (9,4 куб. футов/с; 100 баррелей/мин).

Текучая среда гидроразрыва варьируется в зависимости от желаемого типа разрыва, а также от условий разрывов конкретных скважин и характеристик воды. Текучая среда может иметь вид геля, пены или иметь водную основу. При выборе текучей среды допускаются компромиссы: более вязкие жидкости, такие как гели, лучше удерживают расклинивающий наполнитель во взвешенном состоянии; в то время как менее вязкие и снижающие трение жидкости, такие как вода с полимерами, позволяют прокачивать жидкость на более высоких скоростях для создания трещин дальше от ствола скважины. Важные свойства состава текучей среды включают вязкость, pH, различные реологические факторы и другое.

Вносимая вода смешивается с песком и химикатами для создания текучей среды гидроразрыва. При разрыве используется около 40000 галлонов химических веществ. В типичной обработке трещин используется от 3 до 12 химических добавок. Хотя иногда используются и нетрадиционные текучие среды гидроразрыва, типичные химические добавки могут включать одну или несколько из следующих.

Кислоты (хлористоводородная кислота или уксусная кислота) используются на стадии предварительного разрыва для очистки перфораций и инициирования трещины в приповерхностной породе.

Натрий хлорид (соль) замедляет расщепление гелей полимерных цепей.

Полиакриламид и другие средства для снижения трения уменьшают турбулентность в потоке текучей среды и трение в трубе, что позволяет насосам накачиваться с большей скоростью без повышенного давления на поверхность.

Этиленгликоль предотвращает образование отложений в трубе.

Соли бората используются для поддержания вязкости жидкости во время повышения температуры.

Карбонаты натрия и калия используются для поддержания эффективности сшивающих агентов.

Глутаральдегид используется в качестве дезинфицирующего средства для воды (устранение бактерий).

Гуаровая смола и другие водорастворимые гелеобразующие агенты увеличивают вязкость текучей среды разрыва пласта для более эффективной доставки расклинивающего наполнителя в пласт.

Лимонная кислота используется для предотвращения коррозии.

Изопропанол используется для подготовки химических веществ, чтобы гарантировать, что они не замерзнут.

Наиболее распространенным химическим веществом, используемым для гидравлического разрыва в Соединенных Штатах в 2005-2009 годах, был метанол, кроме него также широко использовались такие химические вещества как изопропиловый спирт, 2-бутоксиганол и этиленгликоль.

Типичные текучие среды приведены ниже.

Обычные линейные гели. Эти гели представляют собой производные целлюлозы (карбоксиметилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, карбоксиметилгидроксипропилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, гуар или его производные (гидроксипропилгуар, карбоксиметилгидроксипропилгуар), смешанные с другими химическими веществами.

Борат-сшитые жидкости. Это гуаровые жидкости, сшитые с ионами бора (из водного раствора буры

или борной кислоты). Эти гели имеют более высокую вязкость при pH 9 и более и используются как носители расклинивающего наполнителя. После проведения гидравлического разрыва pH снижается до 3-4, так что поперечные связи разрушаются, а гель, будучи менее вязким, может откачиваться.

Известно, что металлоорганические сшитые текучие среды циркония, хрома, сурьмы, соли титана сшивают гели на основе гуара. Механизм сшивания необратим, поэтому, когда расклинивающий наполнитель впрыскивается вместе с сшитым гелем, часть работы по созданию разрыва выполнена. Гели разлагаются с помощью соответствующих разжижителей.

Масляные гели фосфатного эфира алюминия. Алюминиевые фосфатные и сложноэфирные масла суспендируют и образуют сшитый гель. Это одна из первых известных гелеобразующих систем.

Принято делать временное снижение концентрации расклинивающего наполнителя в растворе на водной основе для обеспечения того, чтобы скважина не была переполнена расклинивающим наполнителем, что может привести к отгораживанию. По мере того как идет процесс разрыва, в текучую среду для гидравлического разрыва иногда добавляют агенты, снижающие вязкость, такие как окислители и ферментные разрушители, чтобы дезактивировать гелеобразующие агенты и способствовать обратному потоку. Окислитель реагирует с гелем, разрушая его, снижая вязкость текучей среды и гарантируя, что расклинивающий наполнитель не будет выходить из пласта. Фермент действует как катализатор для разрушения геля. Иногда модификаторы pH используются для разрушения сшивки в конце работы по гидравлическому разрыву, поскольку многие требуют, чтобы буферная система pH оставалась вязкой. В конце работы скважину обычно промывают водой (иногда смешивают с химическим реактивом, снижающим трение) под давлением. Впрыскиваемая текучая среда восстанавливается в некоторой степени и регулируется с использованием нескольких способов, таких как подземный контроль впрыска, обработка и сброс, рециркуляция или временное хранение в ямах или контейнерах. Постоянно разрабатываются новые технологии для усовершенствования обработки сточных вод и улучшения повторного использования.

Существует ряд потенциальных воздействий химических и радиоактивных загрязнителей на здоровье населения в результате гидравлического разрыва. Некоторые данные свидетельствуют о том, что загрязнение грунтовых вод, если оно происходит, скорее всего будет вызвано утечкой через вертикальную скважину. Загрязнение грунтовых вод из самого процесса подземного гидроразрыва (т.е. разрыва пласта) маловероятно. Однако поверхностные разливы текучих сред гидроразрыва или сточных вод могут влиять на грунтовые воды, а выбросы в атмосферу также могут влиять на здоровье.

Дальнейшие последствия гидравлического разрыва для экологии включают в себя выбросы в атмосферу от генераторов и насосов, необходимых для получения невероятных давлений гидроразрыва, высокое потребление воды, загрязнение воды всеми химическими добавками, использование земли, шум и воздействия на здоровье человека. Более того, впечатляет общая стоимость, связанная с такими известными системами с дорогостоящим оборудованием (капитальные затраты и техническое обслуживание) и высокая стоимость эксплуатации, что вызывает потребность в более дешевых системах. Кроме того, поверхностные установки каждой буровой площадки занимают около 8,9 га земли. Конструкция куста скважин и несущие конструкции значительно дробят ландшафты, что, вероятно, оказывает негативное воздействие на дикую природу.

Все это ведет к потребности в методе разрыва труднообрабатываемых пластов, который не использовал бы вредные химические добавки. Также необходим метод проведения разрывов подземных пластов, занимающий меньшие площади на поверхности скважины. Кроме того, нужен метод разрыва, который использует значительно меньше энергии и, следовательно, является менее дорогостоящим, а также производит менее вредные побочные продукты и выбросы.

Сущность и задачи изобретения

Разрыв подземного пласта начинается с бурения скважины в земле. Горючая смесь окислителя и топлива, предпочтительно воздушно-топливной смеси, вводится в отверстие скважины. Жидкую смесь с массой закачивают в отверстие скважины, которое сжимает горючую смесь и массу жидкой смеси, создавая давление на горючую смесь. Горючая смесь может воспламениться под воздействием сжимающей силы массы жидкой смеси, тем самым разрывая по меньшей мере часть участка подземной скважины. После этого из разорванной подземной скважины будет выброшено большое количество углеводородов, которые можно собрать.

Топливо для воздушно-топливной смеси может быть любым известным топливом, но предпочтительно, чтоб оно входило в группу, включающую дизельное топливо и углевод, такой как пшеничная мука, кукурузная мука, рисовая мука, ячменная мука, органический крахмал, порошкообразные пластмассы, порошкообразный уголь, порошкообразное фекальное вещество. В воздушно-топливную смесь можно добавить большое количество пьезокристаллов, так как они обеспечивают искрение под давлением и трением, что может способствовать детонации воздушно-топливной смеси, когда это нужно.

Предпочтительно брать дизельное топливо и обрабатывать его аэрозолем-окислителем. Окислителем должен быть по меньшей мере один из нитрата алюминия или нитрата аммония и окружающий воздух на поверхности отверстия скважины.

До и после смешивания топлива с воздухом в отверстие скважины вставляется пакер-пробка. Пакер-пробка вдвигается в скважину дальше, создавая, таким образом, давление, которое приведет к авто-

матической детонации воздушно-топливной смеси.

После детонации воздушно-топливной смеси отверстие скважины стерилизуется паром, генерируемым при автоматической детонации жидкой смеси, что исключает необходимость антибактериальной обработки.

В качестве барьера давления между жидкой смесью и воздушно-топливной смесью можно использовать замороженную воду, что позволит применять давление к воздушно-топливной смеси без погружения воздушно-топливной смеси. В жидкую смесь также можно добавить расклинивающий наполнитель, чтобы гарантировать, что вновь созданные трещины останутся открытыми. Жидкая смесь может включать смесь жидкой воды и геля, полученную по меньшей мере из одного из гуаров и сшитых полимеров.

Согласно первому предпочтительному варианту осуществления метода разрыва должно производиться бурение отверстия скважины в подземном расположении и впрыскивание в скважину горючей смеси окислителя и топлива. Затем согласно методу жидкая смесь с массой подается в скважину, сжимая горючую смесь с массой жидкой смеси, что приведет к самовоспламенению горючей смеси под жимающим воздействием массы. В результате по меньшей мере часть участка подземной скважины будет разорвана взрывом от самовоспламенения и можно будет собрать большое количество углеводородов, выбрасываемых из разрывов подземного участка скважины.

В другом предпочтительном варианте осуществления способа сбора углеводородов из подземной среды производится бурение отверстия скважины на заданную глубину, достаточную для достижения углеводородного осадения, и подачу воздушно-топливной смеси в скважину. Этот способ включает в себя автоматическую детонацию воздушно-топливной смеси с применением давления в скважине, в результате чего энергия автоматической детонации разрушает подземную среду. Затем из скважины в залежи углеводородов извлекается большое количество углеводородов.

В другом аспекте этого предпочтительного варианта осуществления способа дополнительно производится вставка пакер-пробки в отверстие скважины и продвижение ее по скважине, что создаст давление, вызывающее автоматическую детонацию воздуха и топливной смеси. Жидкую смесь закачивают в отверстие скважины для создания воздействия давления с весом жидкой смеси.

В другом аспекте этого предпочтительного варианта осуществления отверстие скважины стерилизуется паром, образующимся при автоматической детонации жидкой смеси, и без антибактериальной обработки.

Следующий предпочтительный вариант осуществления способа создания подземных трещин включает в себя формирование отверстия, проходящего от поверхности земли, в углеводородное месторождение и введение аэрозоля в скважину на глубину, достаточную для достижения месторождения углеводородов. Затем в отверстие вводится жидкость с массой, сжимая аэрозоль в месторождении углеводородов под давлением массы жидкости. Кроме того, аэрозоль сжимается массой жидкости до давления, достаточного для того, чтобы вызвать автоматическое воспламенение аэрозоля и разрушение подземного расположения взрывом от самовоспламенения.

В другом аспекте этого предпочтительного варианта осуществления в отверстие вставляется пакер-пробка, в которой проделано отверстие для уменьшения давления после введения жидкости, через это отверстие в скважину подается давление, что приводит к дальнейшему разрыву подземного расположения.

В еще одном аспекте этого варианта осуществления отверстие дезинфицируется паром, образовавшимся в результате взрыва.

Согласно другому аспекту этого варианта осуществления аэрозоль формируется горючим топливом и воздухом, окружающим поверхность земли вблизи отверстия.

В следующем аспекте этого предпочтительного варианта осуществления расклинивающий наполнитель смешивают с жидкостью по меньшей мере одной из предыдущих во время протекания жидкости в отверстие. После взрыва жидкость вытекает в подземное расположение.

Согласно другому аспекту этого варианта осуществления жидкость вводится в отверстие после самовоспламенения и приводит к дополнительному разрыву, создавая пар и тепловой удар в подземном расположении.

В другом аспекте этого предпочтительного варианта осуществления жидкость включает в себя смесь жидкой воды и геля, полученную по меньшей мере из одного из гуаров и сшитых полимеров.

Эти и другие аспекты и объекты настоящего изобретения будут лучше оценены и понятны при рассмотрении в сочетании со следующим описанием и прилагаемыми чертежами. Однако следует понимать, что нижеследующее описание с указанием предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения дается в качестве иллюстрации, а не ограничения. В рамках настоящего изобретения возможно произвести множество изменений и модификаций и изобретение включает все такие модификации.

Краткое описание чертежей

Четкое представление о преимуществах и особенностях, составляющих настоящее изобретение, а также о конструкции и действии типовых вариантов осуществления настоящего изобретения станет более очевидным при обращении к примерным и, следовательно, не ограничивающим вариантам осуществления, которые проиллюстрированы на чертежах, прилагаемых и составляющих часть этого описания,

причем одинаковые ссылки обозначают одни и те же элементы на нескольких чертежах, на которых:

фиг. 1 - схематический вид первого варианта осуществления изобретения с открытым отверстием и одиночным пакером;

фиг. 2 - схематический вид альтернативного варианта осуществления изобретения с двумя пакерами в отверстии для производственной скважины;

фиг. 3А - схематический вид в перспективе альтернативного варианта осуществления изобретения с двумя пакерами в отверстии производственной скважины, как показано на фиг. 2, с дополнительным уточнением;

фиг. 3В - часть устройства для разрыва в разобранном виде, изображенного на фиг. 3А;

фиг. 4 - частичный схематичный боковой вид поперечного сечения пакера, изображенного на фиг. 2;

фиг. 5А - частичный схематичный боковой вид поперечного сечения пакера, изображенного на фиг. 3А;

фиг. 5В - частичный вид поперечного сечения устройства для разрыва, изображенного на фиг. 5А, установленного в пласте;

фиг. 6 - частичный схематичный боковой вид поперечного сечения другого варианта осуществления изобретения;

фиг. 6А - детальный вид части устройства для разрыва, изображенного на фиг. 6; и

на фиг. 7-13 - хронологические схематические виды сбоку в поперечном сечении способа выполнения операции разрыва в предпочтительном варианте осуществления.

При описании предпочтительных вариантов осуществления изобретения, которые проиллюстрированы на чертежах, для ясности будет использоваться специальная терминология. Однако не предполагается, что выбранные таким образом термины ограничивают изобретение, и следует понимать, что каждый конкретный термин включает все технические эквиваленты, которые действуют аналогичным образом для достижения аналогичной цели. Например, часто используются слова "подключенные", "прикрепленные", "связанные" или схожие с ними термины. Они означают не только прямое соединение, но также соединение через другие элементы там, где специалисты в данной области техники признали такое соединение эквивалентным.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

Как указано на фиг. 1, где изображен один вариант осуществления изобретения, над поверхностью земли 24 трубопровод 28 соединяет воздушный компрессор с 10 воронкой 12 для смешивания порошка. Воронка для смешивания порошка 12 может добавлять в трубопровод 28 углеводный порошок 17, или же он может быть спроектирован так, чтобы впрыскивать любой другой источника топлива, например дизельное топливо. Углеводный порошок 17 может включать любые углеводы, такие как кукурузный крахмал, муку, отходы животного или человеческого происхождения или любой другой известный крахмал. Порошок 17 и/или топливо вводят в трубопровод 28 и эффективно подвергают воздействию аэрозоли при помощи воздушного компрессора 10. Таким образом, внутри трубопровода 28 образуется воздушно-топливная смесь.

Окружающий воздух над поверхностью земли 24 попадает в воздушный компрессор 10. Воздух нагнетается под давлением, затем чистый сухой воздух поступает в/через воздушный эжектор, расположенный на дне воронки 12. Воздушный эжектор в воронке 12 создает вакуум, который втягивает взрывчатый порошок или топливную смесь, содержащуюся в воронке 12. Затем воздух и топливная смесь поступают в/через первый обратный клапан 20. Этот обратный клапан 20 предотвращает протекание смеси назад в трубопровод 28.

Из обратного клапана 22 воздух и топливная смесь проходят через трубопровод 28 и на дно скважины 30. Пакер, такой как надувной пакер 36, может быть вставлен в скважину 30 и действовать как стопор, который предотвращает попадание воздуха и топливной смеси 56 в участок скважины 30, где разрыв нежелателен. Надувной пакер 36 затем создает закрытую зону скважины 40, которая не разрывается.

Воздушная и топливная смесь, находящаяся теперь внутри скважины 30, прокачивается через скважину 30 до тех пор, пока ее не остановит надувной пакер 36. Этот пакер 36 останавливает поток воздуха и топливной смеси 56 и заставляет его течь в любые встречающиеся естественные трещины 34 в пласте.

Воздушно-топливная смесь 56 проходит через узел запуска 18 над поверхностью земли 24. Воздух и топливная смесь 56 перекачиваются на низкой скорости, чтобы можно было рассеять тепло, полученное в результате трения воздушно-топливной смеси 56. Такая передача тепла в пласт предотвращает преждевременное возгорание воздушно-топливной смеси 56.

Второй обратный клапан 22 и манометр 16 используют для контроля потока и в устье скважины 26. Узел запуска 18 представляет собой порт для инъекций, в который может быть введена пакерная болванка 32 в устье скважины 26. Пакерная болванка или узел относится к пробке, которая может быть вставлена в скважину 30 и действует как барьер, который ограничивает передачу жидких сред, но позволяет жидкой среде накапливаться и создавать давление. Предпочтительно болванка имеет вид растворимого и временного продукта. Один вариант осуществления может включать в себя лед, но также можно использовать любое растворимое вещество. Ледяная болванка 32 может затыкать скважину 30 и позволить жидкости 38 закачиваться жидкостным насосом 14. Обратный клапан 23 предотвращает обратный поток

жидкости через жидкостной насос 14. После того как в скважину 30 было введено заданное количество взрывчатой воздушно-топливной смеси 56, ледяная болванка помещается в пусковую установку 18 и запускается жидкостный (например, водяной) насос 14. Жидкостный насос 14 может использоваться для закачки любой жидкой смеси. В предпочтительном варианте осуществления изобретения используют воду и избегают все другие химические вещества. Это предотвращает введение вредных поверхностно-активных веществ, биоцидов или любых других химических веществ. Жидкость, накачиваемая жидкостным насосом, затем выталкивает ледяную болванку 32, блокируя взрывную воздушно-топливную смесь 56 от попадания за нее и создавая жидкостной столб 11.

Этот жидкостной столб 11 оказывает усилие на болванку 32, вызывающее сжатие взрывчатой воздушно-топливной смеси 56 внутри камеры сжатия 42. Скорость такого сжатия контролируется, чтобы позволить рассеять в пласте тепло сжатия и избежать преждевременного воспламенения смеси.

Когда в скважину 30 закачивается заданное количество жидкости 38 (например, воды и расклинивающего наполнителя), скорость впрыска резко и значительно возрастает. Это быстрое увеличение впрыска жидкости сжимает взрывчатую воздушно-топливную смесь 56 внутри камеры 42 сжатия со скоростью, при которой пласт не может эффективно принять поступающее тепло. В этот момент тепло накапливается внутри взрывчатой воздушно-топливной смеси 56, благодаря чему достигается температура самовоспламенения, что вызывает детонацию воздушно-топливной смеси 56.

Вся кинетическая энергия взрыва уходит в пласт. Во взрыве будет участвовать любой природный метан в естественных трещинах. При взрыве будет выделено большое количество тепла, которое будет поглощено пластом. При этом растворится ледяная болванка 32, и жидкость 38, которая когда-то оказывала давление на взрывчатую смесь, теперь будет течь под давлением в трещины 34, где они получают термический удар, что приведет к разрыву. Тепло поступит в жидкость, которая превратится в пар, давление которого создаст дополнительные разрывы 34. В конечном итоге жидкость конденсируется, станет дистиллированной, микробы будут убиты теплом, и вытечет из скважины с газом и/или нефтью и добытой грунтовой водой.

Теперь обратимся к фиг. 2, 3А, 3В, 4, 5А и 5В, где описан альтернативный вариант осуществления, на фиг. 2, 3А и 3В показана общая схема изобретения, а на фиг. 4 и 5А и 5В изображен авторский пакер для исполнения процесса, иллюстрируемый, например, схематически вместе с системой на фиг. 2, 3А и 3В.

Так же, как на фиг. 1 и на более конкретной ссылке на фиг. 2 и 3А, окружающий воздух над поверхностью земли 24 попадает в воздушный компрессор 10. Воздушный компрессор 10 нагнетает воздух под давлением, и чистый сухой воздух поступает в/через воздушный эжектор 13, расположенный на дне воронки 12. Воздушный эжектор 13 воронки 12 создает вакуум, который тянет взрывчатую воздушно-топливную смесь 56, содержащуюся в воронке 12. Затем воздушно-топливная взрывчатая смесь 56 поступает в/через первый обратный клапан 20. Этот обратный клапан 20 препятствует возвращению воздушно-топливной смеси 56 в трубопровод 28. Из первого обратного клапана 20 воздушно-топливная смесь 56 поступает на выход жидкостного насоса 14 и через узел запуска 18 (см. фиг. 3В), второй обратный клапан 22, манометр 16 в устье нефтяной скважины 26.

Теперь внутри скважины 30 воздушно-топливная смесь 56 закачивается вниз по скважине 30 и в камеру зажигания 50 пакера 46 (например, надувного или механического), на фиг. 4 и 5А даны более подробные и близкие виды пакера (например, надувного или механического) 46. Взрывная воздушно-топливная смесь 56 протекает через стингер с меньшим диаметром 44 в область между пакером 46 (например, надувным или механическим) и надувным пакером 36. Попав внутрь этой камеры сжатия 42, воздушно-топливная смесь 56 попытается протечь обратно через фильтрующий элемент 52 в зону низкого давления за пакером 46 (например, надувным или механическим) и наружу из камеры сжатия 42. Фильтрующий элемент 52 захватит порошок 17 или другое топливо в воздухе и "загрузит" вверх. Эта загрузка создаст повышенное давление воздуха в корпусе 30 гибкой или эксплуатационной трубы 29, заставляя пакер 46 (например, надувной или механический) "сесть", закрывая область между пакером 46 (например, надувным или механическим) и корпусом 30. Это повышенное давления будет отображено манометром 16 как повышение давления на поверхности земли 24.

Воздушно-топливная смесь 56 закачивается в камеру сжатия 42 на низкой скорости, чтобы можно было рассеять тепло, созданное трением смеси, в корпус 30. Хранение воздушно-топливной смеси 56, накачиваемой с низкой скоростью, дает достаточно времени для передачи теплоты трения в корпус 30 и предотвращения преждевременного воспламенения воздушно-топливной смеси 56. Это также исключает необходимость добавления смазочных материалов и других текучих сред в воздушно-топливную смесь 56.

Как только манометр 16 на поверхности земли 24 выявит повышение давления, камера сжатия 42 между пакером 46 (например, надувным или механическим) и другим надувным пакером 36 заполнится достаточным количеством воздушно-топливной смеси 56. Таким образом, пакер 46 (например, надувной или механический) готов для следующей стадии, вставки, например, ледяной болванки 32. Затем можно вставить ледяной шар или болванку 32 (например, ледяную болванку) в узел запуска 18 и включить жидкостный насос 14.

Жидкость 38, накачиваемая жидкостным насосом 14, толкает болванку 32, не позволяя взрывчатой воздушно-топливной смеси 56 находиться за ней и создавая жидкостный столб 11. Этот жидкостный

столб 11 оказывает усилие на болванку 32, вызывающее сжатие взрывчатой воздушно-топливной смеси 56 внутри камеры сжатия 42. Скорость этого сжатия контролируется, чтобы позволить теплу, полученному в результате сжатия, рассеиваться в корпусе 30 и избежать преждевременного воспламенения воздушно-топливной смеси 56.

Когда в скважину закачивается заданное количество жидкости 38 (или воды и расклинивающего наполнителя), скорость впрыска резко и значительно возрастает. Это быстрое увеличение подачи жидкости быстро сжимает взрывчатую воздушно-топливную смесь 56 в обжиговой камере 50 со скоростью, при которой пакер 46 (например, надувной или механический) не способен эффективно принять полученное тепло. В этот момент тепло накапливается внутри взрывчатой воздушно-топливной смеси 56 и достигается температура самовоспламенения, вызывающая детонацию. Тепло и взрывные газы теперь направляются через стингер 44 в загрузочную взрывную камеру сжатия между пакерами 46 и 36. Это вызывает воспламенение взрывчатой воздушно-топливной смеси 56 между пакерами 46 и 36. Значительная часть давления от взрыва не сможет вернуться назад через пакер из-за уменьшенного и небольшого отверстия в стингере 48, как показано на фиг. 4 и фиг. 5А и 5В.

Для поддержания разрыва в интересующей области предпочтительно поддерживать разделение между пакерами (такими как механический или надувной дельта "Р"-пакер 46 и надувной или устанавливаемый механический пакер 36, изображенный на фиг. 3А и 5В). Как правило, пакеры устанавливаются таким образом, чтобы сохранять свои позиции в скважине в момент разрыва. Такое расположение основано на такой установке пакеров, при которой сила трения между внешней поверхностью пакера и внутренней стенкой скважины является достаточной для предотвращения смещения пакера с его местоположения и, возможно, отстреливания через скважину. Однако увеличение этой силы зажима при установке пакеров может быть затруднено (требуется система, которая позволяет пользователю устанавливать пакеры с меньшим усилием зажима), и возникающая сила трения часто недостаточна для поддержания положения пакера во время разрыва. Поэтому как вариант способа, который поможет проводить такое разделение, можно добавить связь 19 (как показано на фиг. 3А и 5В) между пакерами, чтоб связать их между собой. Благодаря связыванию между собой двух пакеров можно добиться того, что положение пакера будет зафиксировано и площадь поверхности камеры сжатия будет постоянной, а разрыв будет происходить в интересующей области.

Для того чтобы скважина 30 из вертикальной стала горизонтальной, можно сделать так, чтобы связь 19 включала в себя несколько стержней или секций, соединенных, например, с помощью крепежной скобы и отверстия (схематично показано на фиг. 3А и 5В), которые предусмотрены на концах двух или более последовательных участков связи 19. Таким образом, в процессе разрыва можно поддерживать желаемое расстояние между пакерами.

Вся кинетическая энергия взрыва будет поглощена пластом и распространится через любые встречающиеся естественные трещины 34. Во взрыве будет участвовать любой природный метан в естественных трещинах 34. Взрыв воздушно-топливной смеси 56 сам по себе может вызывать образование новых трещин 34. Жидкость 38, которая когда-то оказывала давление на взрывчатую воздушно-топливную смесь 56, теперь будет проходить под давлением через растворенную болванку 32 в трещины 34, которые получат термический удар, что усилит разрыв. Тепло поступит в жидкость 38, создавая пары, давление от которых еще больше усилит разрыв. В конечном итоге жидкость 38 конденсируется, станет дистиллированной, убьет микробов теплом и вытечет из скважины с газом и/или нефтью и добытой водой.

Теперь обратимся к фиг. 6А и 6В, где показан другой вариант осуществления изобретения. В корпус 30 скважины можно встроить керамические шарики 62. Встроенные керамические шарики 62 позволят создать отверстия в корпусе для разрыва пласта, который его окружает. Этот корпус 30 устанавливается в скважине, как обычно, и цементируется обычным образом. Затем можно расположить пакеры в областях 58 между группами встроенных керамических шариков 62.

Когда воздушно-топливная смесь 56 детонирует (как указано на фиг. 1 и 2), керамические шарики 62 вытесняются из своих карманов 64 в пласт 66, создавая разрыв 68 в зоне излома 60 и оставляя остатки керамического шара в качестве расклинивающего наполнителя, чтобы удерживать разорванный 68 пласт 66 открытым. Этот метод избавляет от необходимости делать перфорацию в корпусе 30 и может использоваться в "слишком сбалансированном" (сжатом пласте), а также в "сбалансированном" и "недостаточно сбалансированном" (с негативным давлением) пластах. Сбалансированные пласты - это пласты с постоянной плотностью и твердостью окружающей геологии. Недостаточно сбалансированные пласты имеют геологию с непостоянной плотностью и твердостью, что затрудняет достижение равномерного разрыва. Некоторые пласты могут разрушаться прежде, чем другие поглотят всю энергию взрыва. Керамические шарики 62 могут быть прикреплены к корпусу любым известным способом, но предпочтительно, чтобы они были приклеены эпоксидной смолой в углубленные карманы 64, которые могут быть обработаны в коже 30. Керамические шарики 62 обеспечивают ровный и тщательный разрыв.

На фиг. 7-13 изображено обобщение предпочтительного варианта осуществления процесса и способа разрыва. Начало на фиг. 7, отверстие скважины 72 просверливается вниз под поверхность земли 24. Чтобы открыть отверстие для скважины 72, в отверстие скважины вдавливается стальная втулка или корпус скважины 30. Для дополнительного упрочнения обычно вокруг корпуса 30 накачивают цемент 70

или бетон. Корпус 30 и цемент 70 также обеспечивают герметичность отверстия скважины 72 и защищают все окружающие водоносные слои 82. Все водоносные слои 82 обычно расположены ближе к поверхности земли 24, чем целевая область разрыва 84. Например, стандартная область разрыва составляет около 1,5 миль ниже поверхности земли 24. Большинство водоносных горизонтов 82 находятся ниже поверхности земли 24 на 100 футов или меньше.

Как показано на фиг. 8, после создания отверстия скважины 72 первая пакер-пробка 36 вставляется в отверстие скважины 72. Затем в отверстие скважины 72 вводится вторая пакер-пробка 46, что позволит создать камеру давления 42, как описано со ссылкой на фиг. 1 и 2. Фиг. 9 показывает воздушно-топливную смесь 56, которая накачивается в камеру сжатия 42. Воздух вытесняется из камеры сжатия и выталкивает пакер-пробку 46 из вентиляционного отверстия 69. Вентиляционное отверстие 69 может включать в себя обратный клапан для предотвращения повторного захода вытесненного материала. Когда воздушно-топливная смесь 56 закачивается в камеру сжатия 42, давление внутри камеры сжатия 42 контролируется, чтобы гарантировать, что воспламенение не произойдет преждевременно.

Как показано на фиг. 10, болванка 32 помещается в отверстие скважины 72, чтобы создать барьер давления и предотвратить попадание любой жидкости 38 в камеру сжатия 42. Жидкость 38 также держится отдельно для того, чтобы воздушно-топливная смесь 42 детонировала должным образом. Как указано на фиг. 11, вода 76 или жидкость 38 вводится в скважину 72. Болванка 32 образует барьер давления и удерживает воду 76, чтобы она не заполнила все отверстие скважины 72. Ледяная болванка 32 действует как подвижный поршень и сжимает пространство в скважине, создавая давление 74. Давление 74 прижимает к компрессионной камере 42.

Как указано на фиг. 12, давление заставляет воздушно-топливную смесь внутри камеры сжатия 42 автоматически воспламениться и взрываться 78, вызывая разрывы 68. После чего вода 76 или жидкость 38 может быстро заполнить отверстие скважины 72 после растворения ледяной болванки 32. Сильное тепло, создаваемое взрывом 78, испаряет воду 76 или жидкость 38, образуя пар 80 или пары, как видно на фиг. 13. Пар 80 расширяется, вызывая дополнительные разрывы 68. Тепло от пара 80 и взрыва стерилизует отверстие скважины 72 и устранит потребность в химических веществах, обычно используемых для предотвращения размножения бактерий.

После этого чистая вода или жидкость 38 откачивается из скважины 72 и собираются углеводороды из скважины. Поскольку не используются вредные текучие среды, очищенную техническую воду можно повторно использовать и безопасно хранить. Это также дополнительно защищает окружающие водоносные горизонты, так как химические вещества не попадают в почву. Попавшую в воду нефть также можно легко снимать и собирать.

Дополнительным преимуществом является то, что сила давления самовоспламенения воздушно-топливной смеси 56 значительно ниже, чем сила давления, требуемого для разрушения с использованием известных методов, таких как гидравлический разрыв. Известные методы разрыва требуют давления в 20000 фунтов/дюйм или выше для разрыва пластов. Для создания такого давления требуется много энергии. Эта энергия вырабатывается над поверхностью земли двигателями, сжигающими углеводороды. Для управления насосами большого объема обычно используется множество двигателей. Предлагаемый способ разрыва требует лишь относительно небольшой силы давления для разрыва подземных пластов. Вес жидкостного столба 11, впрыскиваемого в скважину, создает большую часть давления, необходимого для автоматического зажигания воздушно-топливной смеси. На поверхности земли 24 требуется создать при помощи насосов давление всего около 200 фунтов/дюйм. Это уменьшит след участка разрыва на поверхности земли, а также значительно уменьшит количество топлива, необходимого для насосов.

Требуется меньшее количество насосов, меньше транспортных средств для перемещения насосов, меньше персонала для эксплуатации оборудования, и общие экономические затраты будут ниже.

Кроме того, хотя общепринято использование надувных пакеров, можно также использовать другие пакеры. Например, для выполнения изобретения можно использовать механические пакеры. Один пример механического пакера изготовлен "Ворлд Оил Тулс" в Калгари, Альберта, Канада. Такие пакеры или любой другой пакер могут использоваться в предпочтительных вариантах осуществления изобретения.

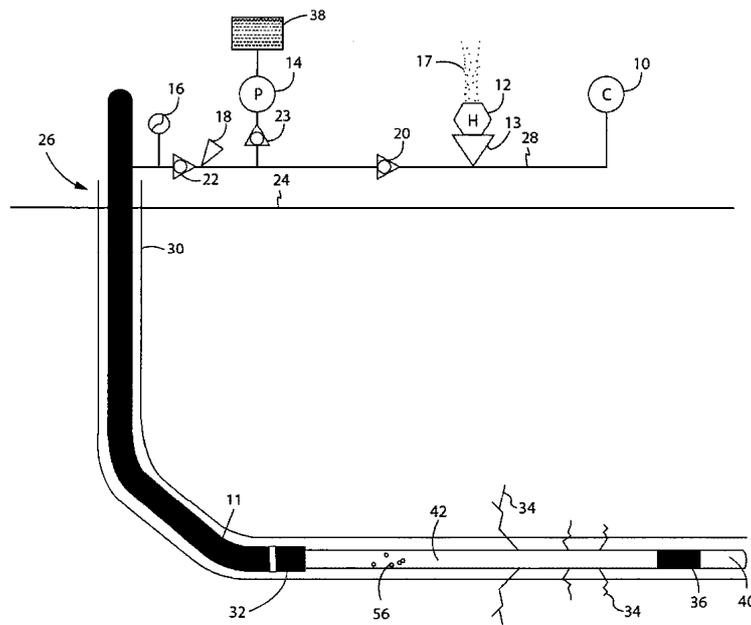
Существует практически неисчислимое количество способов использования настоящего устройства и методов, нет необходимости подробно описывать их все. Кроме того, все известные варианты осуществления могут быть проведены на практике без излишнего экспериментирования. Кроме того, хотя лучший способ осуществления настоящего изобретения описан выше, его применение не ограничивается этим. Очевидно, что можно произвести множество дополнений, модификаций и изменений характеристик настоящего изобретения без отклонения от сути и сферы основной концепции изобретения (как описано здесь).

Кроме того, отдельные компоненты настоящего изобретения, описываемые здесь, не обязательно должны быть изготовлены из описанных материалов, они могут быть изготовлены из практически любых подходящих материалов. Кроме того, все описанные характеристики каждого предложенного варианта осуществления изобретения могут быть объединены или заменены описанными признаками любого другого предложенного варианта осуществления изобретения, за исключением случаев, когда такие характеристики являются взаимоисключающими.

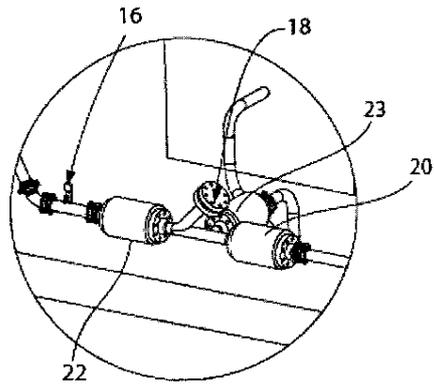
Предполагается, что прилагаемая заявка охватывает все такие дополнения, модификации и изменения. Прилагаемые заявки различаются для различных целесообразных вариантов осуществления настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

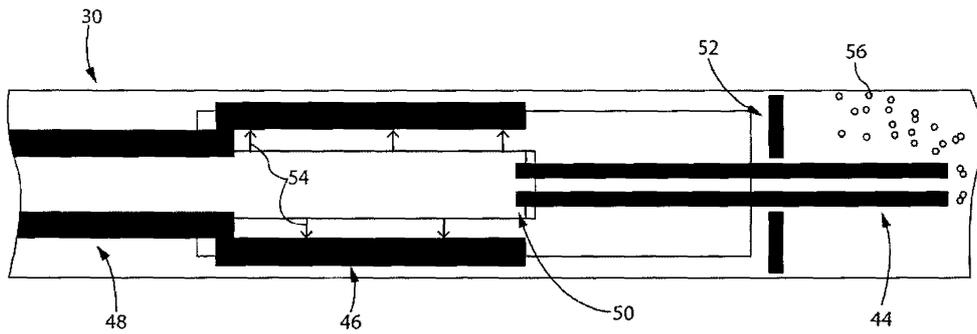
1. Способ разрыва пласта, содержащий следующие этапы:
 бурят скважину в подземном пласте;
 вводят горючую смесь окислителя и топлива в скважину;
 вводят водную смесь, имеющую массу, в скважину, при этом водная смесь отделена от горючей смеси посредством пакер-пробки, при этом введение водной смеси ведут таким образом, чтобы обеспечить сжатие горючей смеси под тяжестью нагнетаемой водной смеси,
 вызывающее самовоспламенение горючей смеси при сжимающей силе массы, приводящее к разрыву по меньшей мере части подземного пласта в результате взрыва от самовоспламенения.
2. Способ по п.1, в котором используют топливо, выбранное из группы, включающей дизельное топливо, углевод, такой как пшеничная мука, кукурузная мука, рисовая мука, ячменная мука, органический крахмал, порошкообразные пластмассы, порошкообразный уголь и порошкообразные фекалии, а также большое количество пьезокристаллов.
3. Способ по п.2, в котором используют топливо, представляющее собой дизельное топливо и дизельное топливо, подвергнутое обработке аэрозолем, и окислитель, представляющий собой нитрат алюминия и/или нитрат аммония и/или окружающий воздух на поверхности скважины.
4. Способ по п.1, в котором дополнительно стерилизуют скважину паром, который создается при автоматической детонации водной смеси, что исключает необходимость антибактериальной обработки.



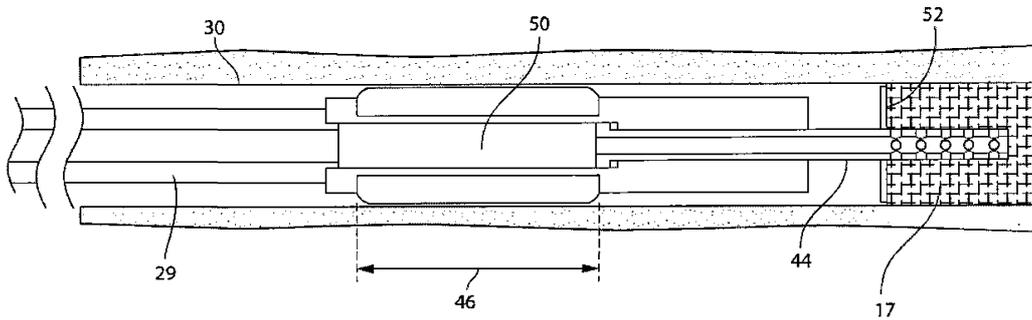
Фиг. 1



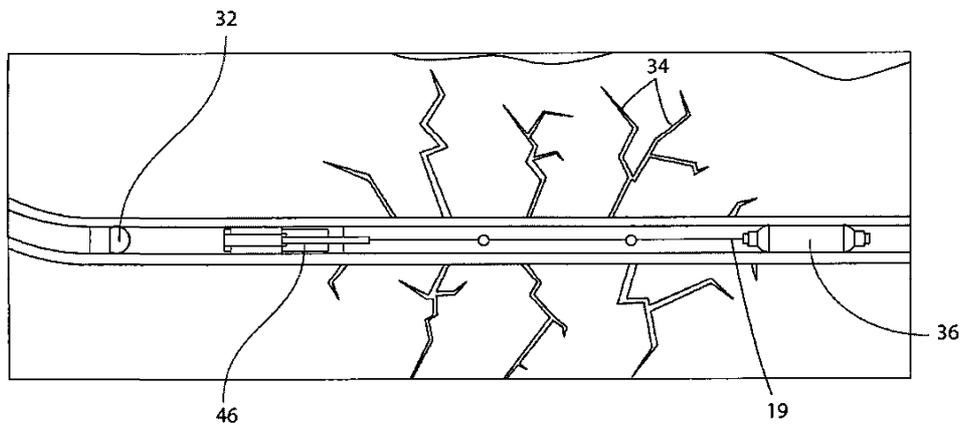
Фиг. 3B



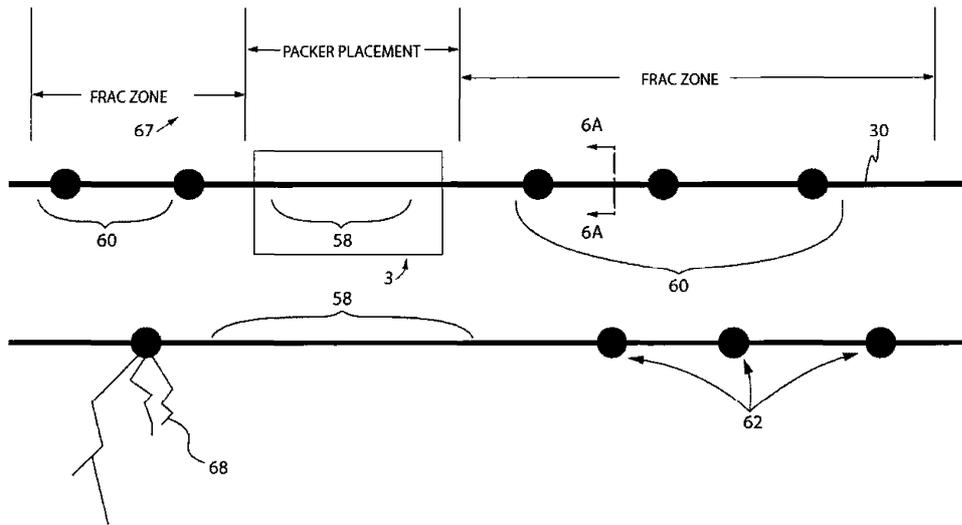
Фиг. 4



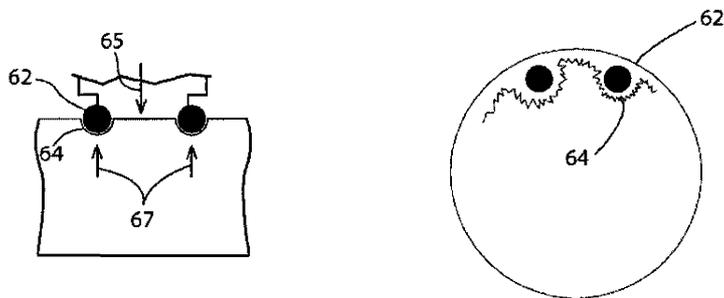
Фиг. 5A



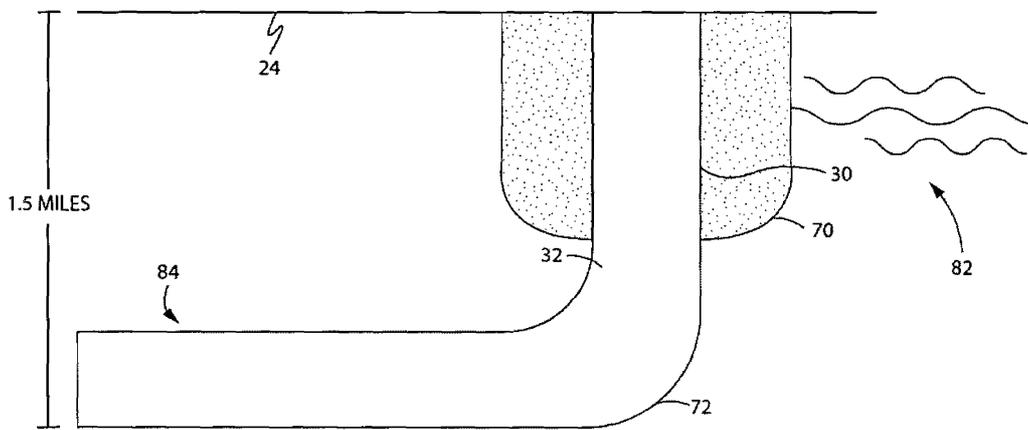
Фиг. 5B



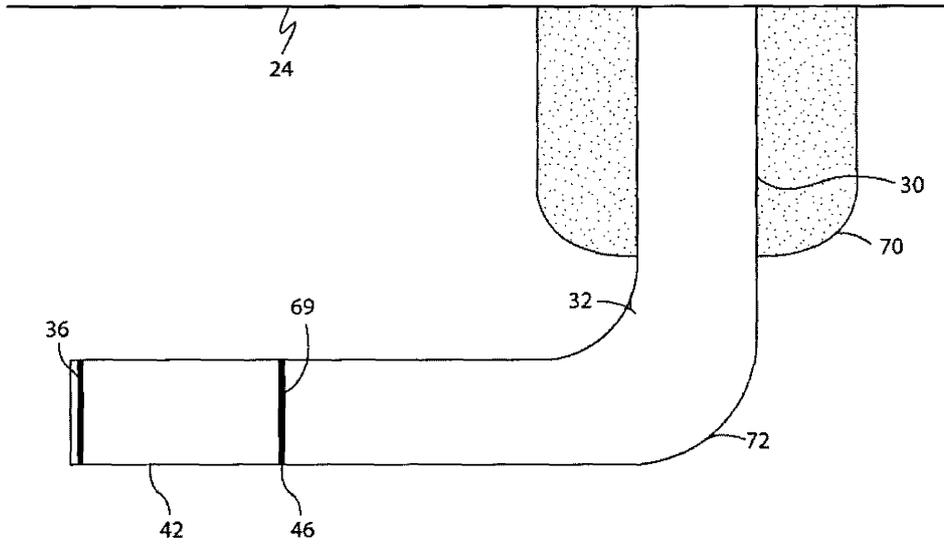
Фиг. 6



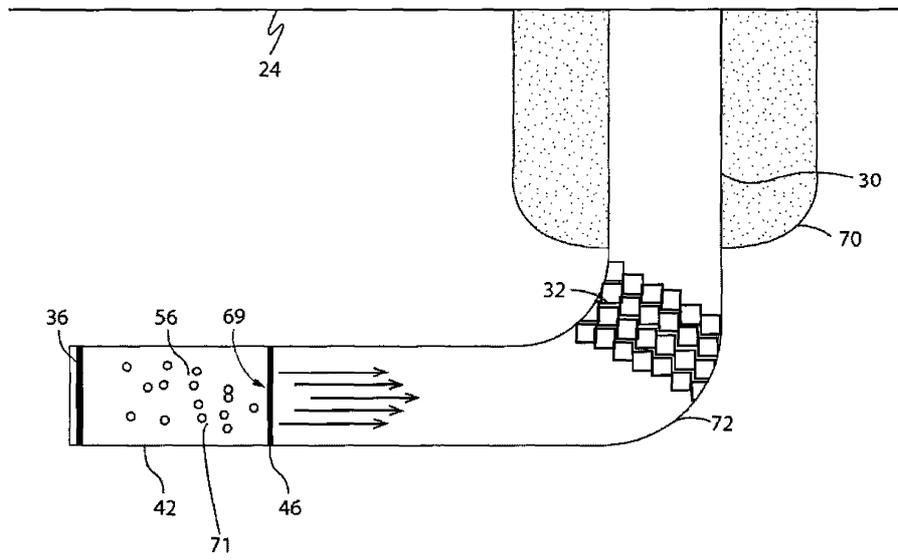
Фиг. 6A



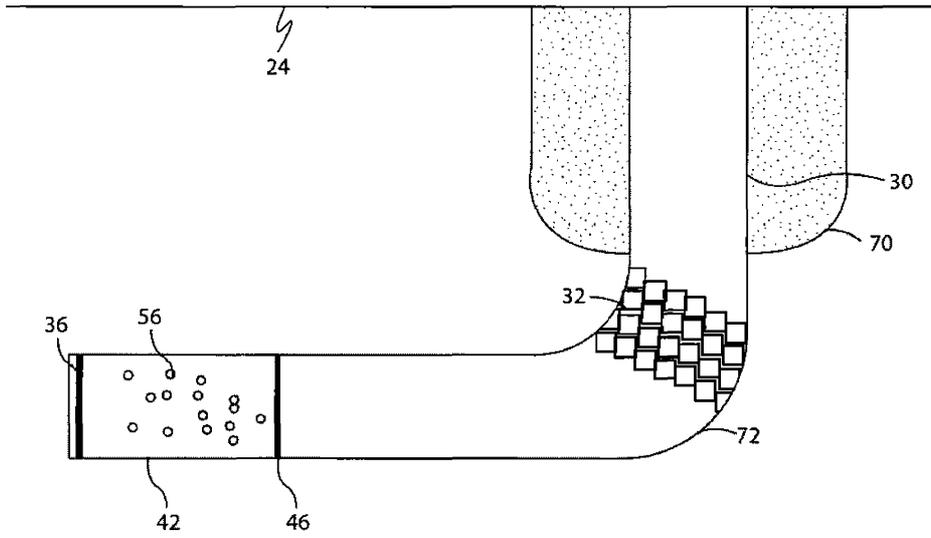
Фиг. 7



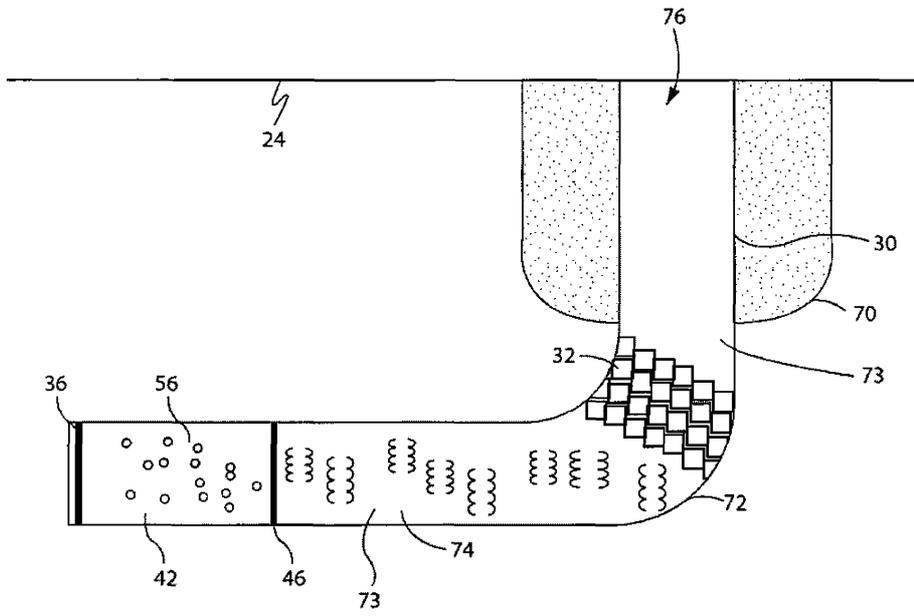
Фиг. 8



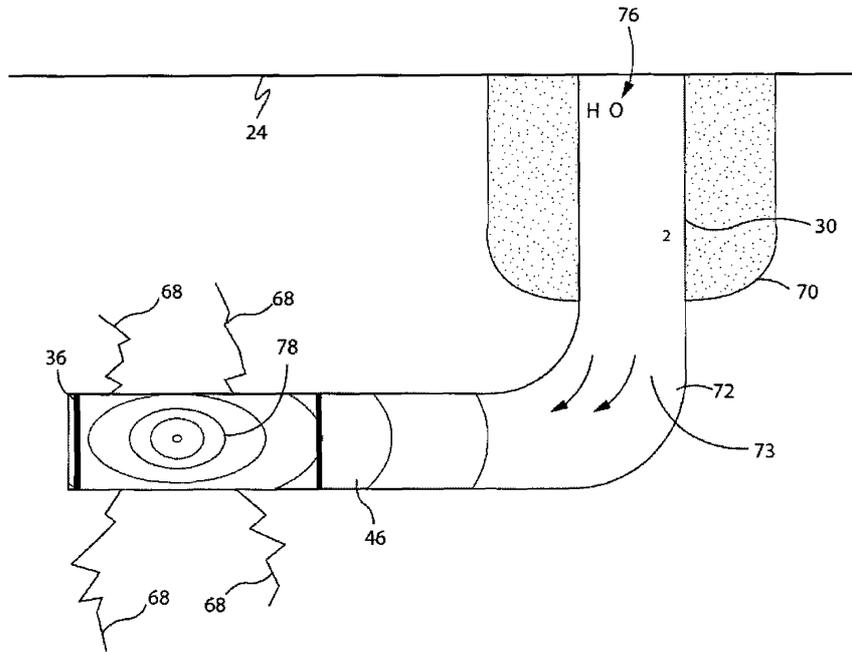
Фиг. 9



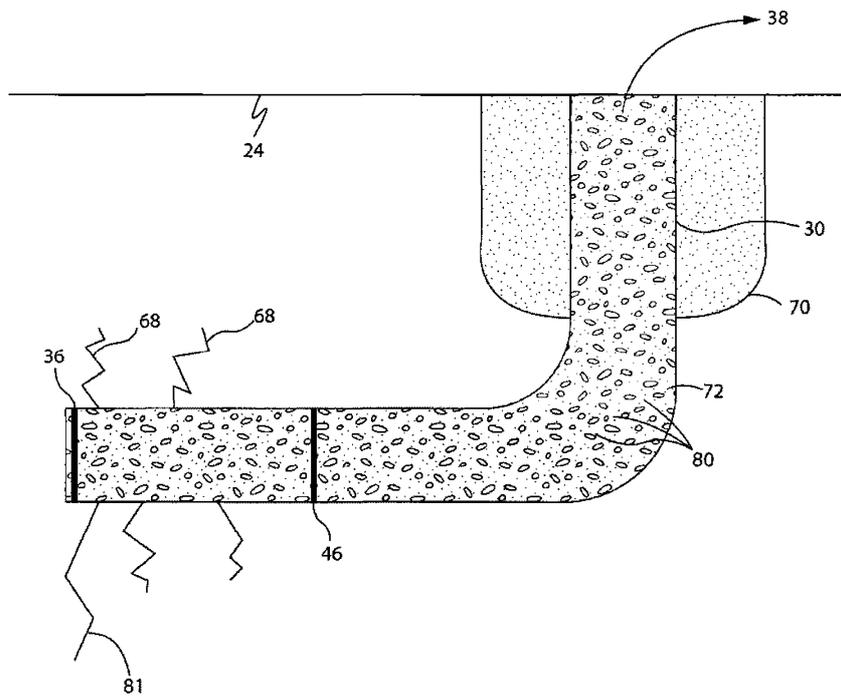
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2