

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036655**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.12.04

(51) Int. Cl. *E21B 43/1185* (2006.01)

(21) Номер заявки
201691279

(22) Дата подачи заявки
2014.12.18

**(54) МЕХАНИЗМ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВОВ ИЛИ ВЫСТРЕЛОВ С СИСТЕМОЙ
ДОЗИРОВАНИЯ И ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ**

(31) 61/918,435; 14/573,512

(56) US-A-5890539
US-A1-20080245255
US-A-5301755
US-A1-20100236781

(32) 2013.12.19; 2014.12.17

(33) US

(43) 2016.11.30

(86) PCT/US2014/071092

(87) WO 2015/095487 2015.06.25

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОУЭН ОЙЛ ТУЛЗ ЛП (US)

(72) Изобретатель:
**Лагранж Тимоти Э., Андрич Лайл А.,
Васс Брэдли (US)**

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Предложено устройство для избирательного изолирования стреляющей головки, связанной со скважинным перфоратором, которое может содержать воспламенитель, соединенный со стреляющей головкой, модуль временной задержки, соединенный с воспламенителем и вырабатывающий импульс давления после его приведения в действие с помощью воспламенителя, дозирующий модуль и вторую стреляющую головку. Дозирующий модуль может быть соединен с модулем временной задержки и содержит корпус, имеющий проходной канал и по меньшей мере одно отверстие, открытое в кольцевое пространство ствола скважины. Поршень, расположенный в проходном канале корпуса, может иметь по меньшей мере один пропускной канал. Поршень смещается в осевом направлении из первого положения во второе положение под действием выработанного импульса давления. Вторая стреляющая головка соединена с дозирующим модулем и сообщается по текучей среде с проходным отверстием корпуса. Поршень блокирует передачу текучей среды по меньшей мере от одного отверстия корпуса ко второй стреляющей головке в первом положении и обеспечивает передачу текучей среды по меньшей мере от одного отверстия корпуса ко второй стреляющей головке во втором положении.

B1**036655****036655****B1**

Область техники

Настоящее изобретение относится к устройствам и способам избирательного приведения в действие инструментов для ствола скважины. В частности, настоящее изобретение относится к области управляющих устройств и способов избирательного производства взрывов или выстрелов посредством узла перфоратора.

Уровень техники

Углеводороды, такие как нефть и газ, добывают из обсаженных стволов скважин, пересекающих один или более пластов углеводородов в залежи пластов. Эти углеводороды протекают в ствол скважины через отверстия в обсаженном стволе скважины. Отверстия выполняют, как правило, с помощью скважинного перфоратора, заряженного кумулятивными зарядами. Перфоратор спускают в ствол скважины на каротажном кабеле, тросовом канате, трубах, колтюбинге или с помощью другого транспортировочного устройства до тех пор, пока он не окажется вблизи залежи пластов для добычи углеводородов. После этого сигнал с поверхности приводит в действие связанную с перфоратором стреляющую головку, которая вызывает детонацию кумулятивных зарядов. Разлетающиеся осколки или струи, образовавшиеся при взрыве кумулятивных зарядов, проникают в обсадные трубы, обеспечивая тем самым протекание текучих сред залежи пластов через отверстия и в эксплуатационную колонну.

Перфорация на насосно-компрессорных трубах (ТСП) является известным способом транспортировки скважинных перфораторов в ствол скважины. Способ ТСП включает использование стандартных резьбовых трубчатых элементов, а также намотанных на барабан гибких труб, иначе именуемых колтюбингом. Для систем перфорации на колтюбинге скважинные перфораторы, заряженные кумулятивными зарядами взрывчатого вещества, транспортируют вниз вовнутрь скважины с подсоединением к концу трубчатой рабочей колонны, образованной колтюбингом. Способ ТСП может быть особенно эффективен для перфорации множества отделенных друг от друга перспективных областей за одну спускоподъемную операцию. В таких ситуациях ТСП-перфораторы размещают для образования отверстий в выбранных областях без перфорации разделительных участков, разделяющих эти области.

Традиционная система для перфорации множества областей содержит скважинные перфораторы, которыми производят взрыв или выстрел с помощью стреляющей головки, приводимой в действие давлением. Каждая стреляющая головка настроена на приведение ее в действие при обнаружении заданного давления текучей среды. Во время работы оператор повышает давление текучей среды ствола скважины в скважине путем приведения в действие таких устройств как наземные насосы. Стреляющие головки, открытые воздействию текучих сред ствола скважины, чувствительны к давлению текучей среды ствола скважины, то есть к давлению текучей среды в кольцевом пространстве, образованном между перфоратором и стенкой ствола скважины. Как только давление текучей среды кольцевого пространства достигает значения, предварительно заданного для стреляющей головки, стреляющая головка инициирует последовательность взрывов или выстрелов для соответствующего ей перфоратора.

В некоторых случаях колебания давления, такие как скачки давления, связанные с зажиганием скважинного перфоратора, могут создавать помехи приводимым в действие давлением стреляющим головкам для этих систем. Настоящее раскрытие изобретения направлено на выполнение требования по защите приводимых в действие давлением стреляющих головок от нежелательных колебаний давления, а также на устранение других недостатков уровня техники.

Раскрытие сущности изобретения

В соответствии с аспектами настоящего раскрытия изобретения предложено устройство и соответствующий способ избирательного изолирования стреляющей головки, связанной со скважинным перфоратором. Устройство может содержать первую стреляющую головку; воспламенитель, соединенный со стреляющей головкой; модуль временной задержки, соединенный с воспламенителем и вырабатывающий импульс давления после приведения его в действие воспламенителем; дозировочный модуль, соединенный с модулем временной задержки и содержащий корпус, имеющий проходной канал и по меньшей мере одно отверстие, открытое наружу в кольцевое пространство ствола скважины, поршень, размещенный в проходном канале, имеющий по меньшей мере один пропускной канал, смещаемый в осевом направлении из первого положения во второе положение под действием вырабатываемого импульса давления; вторую стреляющую головку, соединенную с измерительным модулем, сообщающуюся по текучей среде с проходным отверстием корпуса; причем поршень блокирует передачу текучей среды по меньшей мере от одного отверстия корпуса ко второй стреляющей головке в первом положении и обеспечивает передачу текучей среды по меньшей мере от одного отверстия корпуса ко второй стреляющей головке во втором положении.

В соответствии с аспектами настоящего раскрытия изобретения предложен способ избирательного изолирования стреляющей головки, связанной со скважинным перфоратором. Способ может включать создание перфорационного инструмента путем соединения воспламенителя с первой стреляющей головкой, соединения модуля временной задержки с воспламенителем, соединения измерительного модуля с модулем временной задержки и соединения второй стреляющей головки к измерительному модулю. Модуль временной задержки содержит корпус, имеющий один проходной канал и по меньшей мере одно отверстие, и поршень, расположенный в канале корпуса и имеющий по меньшей мере один пропускной

канал. Вторая стреляющая головка сообщается по текучей среде с проходным каналом корпуса и только при нахождении поршня во втором положении сообщается по давлению с кольцевым пространством ствола скважины.

Способ дополнительно включает транспортировку перфорационного инструмента в ствол скважины, приведение в действие воспламенителя с помощью первой стреляющей головки, приведение в действие модуля временной задержки посредством ударной волны, образованной приведенным в действие воспламенителем, выработку импульса давления с помощью приведенного в действие модуля временной задержки, использование выработанного импульса давления для смещения поршня в осевом направлении из первого положения по второе положение под действием выработанного импульса давления, уплотнение поршнем по меньшей мере одного отверстия корпуса в первом положении, обеспечение передачи текучей среды по меньшей мере через одно отверстие корпуса к проходному каналу во втором положении, повышение давления в кольцевом пространстве ствола скважины после заполнения проходного канала измерительного модуля текучей средой. Первая стреляющая головка может сообщаться по давлению с кольцевым пространством ствола скважины во время транспортировки перфорационного инструмента в стволе скважины, и вторая стреляющая головка может быть гидравлически изолирована от кольцевого пространства ствола скважины во время транспортировки перфорационного инструмента в стволе скважины.

Следует понимать, что примеры определенных признаков изобретения изложены довольно широко с целью лучшего понимания нижеследующего подробного описания и оценки усовершенствования уровня техники. Конечно, имеются дополнительные признаки изобретения, которые будут описаны далее и которые в некоторых случаях образуют объект приложенной формулы изобретения.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 схематически иллюстрирует развернутый вид цепочки скважинного перфоратора при использовании одного варианта реализации настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 2 схематически иллюстрирует один вариант реализации настоящего раскрытия изобретения с избирательным изолированием стреляющей головки.

Фиг. 3 схематически иллюстрирует представленный на фиг. 2 вариант реализации в положении, в котором стреляющая головка сообщается по текучей среде с кольцевым пространством скважины.

Фиг. 4 схематически иллюстрирует другой вариант реализации настоящего раскрытия изобретения с избирательным изолированием стреляющей головки.

Фиг. 5 схематически иллюстрирует представленный на фиг. 4 вариант реализации в положении, когда стреляющая головка сообщается по текучей среде с кольцевым пространством скважины.

Осуществление изобретения

Настоящее раскрытие изобретения относится к устройствам и способам производства взрывов или выстрелов посредством одного или более скважинных инструментов, таких как перфорационные инструменты. Настоящее раскрытие пригодно для осуществления вариантов реализации различных форм. Эти варианты реализации представлены на чертежах, и в данном документе подробно описаны конкретные варианты реализации настоящего изобретения с пониманием того, что данное раскрытие изобретения считается одним из примеров принципов изобретения и не подразумевает ограничение изобретения проиллюстрированными и описанными в данном документе вариантами.

На фиг. 1 изображена конструкция скважины и/или установка 30 по добыче углеводородов, расположенная над подземной залежью перспективных пластов 32, 34, разделенных разделительным участком 36. Установка 30 может представлять собой наземную или морскую буровую установку, выполненную с возможностью бурения, комплектования или эксплуатации ствола 38 скважины. Ствол 38 скважины может содержать столб текучей среды 59 ствола скважины, состоящий из текучих сред залежи пластов, таких как вода, или углеводороды, и/или текучие среды, созданные людьми, такие как буровые растворы. Установка 30 может содержать известное оборудование и конструкции, такие как платформа 40 на поверхности 42 земли, устье 44 скважины и обсадные трубы 46. Рабочая колонна 48, подвешенная внутри ствола 38 скважины, используется для транспортировки инструмента в ствол 38 скважины и из него. Рабочая колонна 48 может содержать колтубинг 50, вводимый посредством колтубингового нагнетателя 52. Другими рабочими колоннами могут являться насосно-компрессорные трубы, буровая труба, коротажный кабель, тросовый канат или другие известные транспортировочные средства. Рабочая колонна 48 может содержать телеметрические линии или другие среды сигнализации/подачи питания, устанавливающие одностороннюю или двустороннюю телеметрическую связь от поверхности к инструменту, соединенному с концом рабочей колонны 48. Подходящая телеметрическая система (не показана) может быть телеметрической системой известного типа, такого как гидроимпульсная телеметрическая система, телеметрическая система на основе передачи электрических, акустических сигналов или другая соответствующая система. Наземный блок управления (например, источник питания и/или панель производства взрывов или выстрелов) 54 может быть использован для мониторинга и/или управления инструментом, соединенным с рабочей колонной 48. Кольцевое пространство 57 ствола скважины образовано между рабочей колонной 48 и стенкой, определяющей границу ствола 38 скважины. Кольцевое пространство 57 ствола скважины заполняют текучей средой 59 ствола скважины, которую можно закачивать под давле-

нием с помощью наземных насосов (не показаны). Несмотря на то, что показана вертикальная скважина, следует понимать, что устройства в соответствии с настоящим раскрытием изобретения могут быть также использованы в наклонно-направленных (отклоняющихся от вертикали) или горизонтальных скважинах.

В одном варианте реализации перфорационный инструмент, такой как цепочка 60 скважинного перфоратора, соединен с концом рабочей колонны 48. Приведенная в качестве примера цепочка 60 перфоратора включает множество перфораторов или комплектов 62a-b перфоратора, каждый из которых содержит перфорационные кумулятивные заряды 64a-b. Исключительно для упрощения описания показаны только два комплекта 62a-b перфоратора. Однако цепочка 60 перфоратора может содержать более двух комплектов перфоратора. Другое оборудование, связанное с цепочкой 60 перфоратора, включает нижнюю втулку 70, верхнюю втулку 72, пакет 74 вспомогательных принадлежностей, который может содержать такое оборудование как локатор муфтовых соединений обсадных труб, инструменты для отбора образцов залежи, инструменты для оценки технического состояния обсадной колонны и др.

Каждый из комплектов 64a-b перфоратора может быть взорван с помощью стреляющей головки 64a-b, соответственно. Эти стреляющие головки 64a-b могут быть приведены в действие давлением и выполнены с возможностью приведения в действие одним и тем же давлением или существенно отличным давлением в кольцевом пространстве 57 ствола скважины. В контексте настоящего раскрытия изобретения существенной разницей давлений можно считать разницу 5%. Например, стреляющая головка 66a может быть предварительно настроена для приведения в действие под давлением 10000 фунтов на квадратный дюйм (PSI) (68,95 МПа), и стреляющая головка 66b может быть предварительно настроена для приведения в действие под давлением 10000 PSI (68, 95 МПа) или под другим давлением, таким как 11000 PSI (75,84 МПа). Изолятор 100 может быть использован для изолирования стреляющей головки 66b от давления в кольцевом пространстве по меньшей мере до тех пор, пока колебания давления, связанные с зажиганием скважинного перфоратора 62a, не ослабеют.

На фиг. 2 схематически изображен один вариант реализации изолятора 100. Изолятор 100 может содержать первую стреляющую головку 120, модуль 140 временной задержки, измерительную втулку 160, соединитель 180 и вторую стреляющую головку 200. Как подробнее описано ниже, первая стреляющая головка 120, модуль 140 временной задержки и измерительная втулка 160 обеспечивают возможность независимого производства взрывов или выстрелов посредством верхнего и второго перфораторов 62a,b путем закачивания под давлением столба 59 текучей среды (фиг. 1) в кольцевое пространство 57 ствола скважины (фиг. 1).

Первая стреляющая головка 120 может представлять собой стреляющую головку, приводимую в действие давлением. В используемом в данном документе контексте стреляющая головка обычно представляет собой устройство, вырабатывающее энергетический выходной сигнал в ответ на принятый управляющий сигнал. Энергетическим выходным сигналом может являться ударная волна (например, волна давления с высокой амплитудой). Управляющим сигналом в данном случае является предварительно заданное давление в кольцевом пространстве 57 ствола скважины (фиг. 1). Текучая среда ствола скважины воздействует на головку 122 поршня при протекании через отверстие 124 в корпусе 126 первой стреляющей головки 120. Текучая среда может попадать в отверстие 124 напрямую или через соседнюю втулку 128, имеющую отверстия 130 для впуска текучей среды ствола скважины. При достижении достаточно высокого значения давление текучей среды разрушает хрупкие элементы 132 и проталкивает головку 122 поршня и соответствующий штифт 134 в воспламенитель 136. Хрупкие элементы 132 могут быть выполнены для разрушения при выбранном давлении. Воспламенитель 136 выдает сигнал полной детонации, приводящий в действие модуль 140 временной задержки.

Модуль 140 временной задержки регулирует или управляет промежутком времени между временем производства взрывов или выстрелов посредством первого перфоратора 62a (фиг. 1) и моментом реагирования второго перфоратора 62b (фиг. 1) на увеличение давления в кольцевом пространстве ствола скважины. В вариантах реализации модуль 140 временной задержки может содержать корпус 142, соединенный с первой стреляющей головкой 120, и один или большее количество плавких элементов 144, вырабатывающих импульс давления для приведения в действие дозирующей втулки 160. Во время детонации плавкий элемент (элементы) 144 горит (горят) в течение заданного периода времени, который можно считать периодом дефлаграции. Период горения завершается полной детонацией. Импульс давления, приводящий в действие дозирующую втулку 160, может включать в себя ударную волну, образованную в результате полной детонации. Импульс давления может также включать данную ударную волну и давление газа, образовавшегося при дефлаграции. Плавкие элементы 144 могут представлять собой гранулы или капсулы, содержащие комбинацию энергетических материалов, каждый из которых обладает отличными характеристиками горения, например, типом или скоростью энергии, испускаемой данным материалом. Путем соответствующего выбора химического состава, объема и расположения этих энергетических материалов можно регулировать скорость образования газа для получения требуемой или предварительно заданной временной задержки.

Обычно энергетические материалы могут включать такие материалы как циклотриметилентринитрамин (RDX), циклотетраметилентетранитрамин (HMX), которые обеспечивают полную детонацию, и вторичный энергетический материал, обеспечивающий дефлаграцию. В одном варианте исполнения

плавкие элементы 144 могут включать компонент 146 дефлаграции и компонент 148 полной детонации. В отличие от компонента 148 полной детонации, компонент 146 дефлаграции не создает ударную волну. Кроме того, количество плавких элементов 144 можно изменять для регулирования длительности временной задержки. Плавкие элементы 144 могут быть выполнены с обеспечением временной задержки, достаточной для ослабления скачков давления, связанных с зажиганием первого перфоратора 62a. В некоторых вариантах реализации выдержка времени может длиться от нескольких секунд до 1 мин. В других вариантах реализации выдержка времени может длиться от 1 до 3 мин. В некоторых других вариантах реализации выдержка времени может длиться 3 мин и более.

Дозировочная втулка 160 регулирует передачу текучей среды между кольцевым пространством 57 ствола скважины (фиг. 1) и внутренним проходным отверстием 162. В варианте реализации дозировочная втулка 160 может содержать корпус 164, который соединен с модулем 140 временной задержки. Корпус 164 содержит отверстия 166, через которые текучая среда проходит из кольцевого пространства 57 ствола скважины (фиг. 1) в проходной канал 162 и заполняет его. Поршень 168 может быть использован для избирательного закрытия отверстий 166. В одном варианте реализации поршень 168 может быть выполнен в виде цилиндрического тела, совершающего скольжение или поступательное движение вдоль оси в проходном канале 162. Поршень 168 может быть временно закреплен с помощью хрупких элементов, таких как срезные штифты 170. Кроме того, поршень 168 может содержать пропускные каналы 172, переносящие текучую среду между отверстием 166 и проходным каналом 162.

Проходной канал 162 действует в качестве резервуара текучей среды, который при нахождении под достаточно высоким давлением приводит в действие вторую стреляющую головку 200. Резервуар текучей среды может представлять собой жидкое тело передачи давления. Проходной канал 162 может быть образован с использованием внутреннего пространства дозировочной втулки 160, соединительной втулки 174 и цилиндрической секции 176. Цилиндрическая секция 176 может быть использована для увеличения объема текучей среды ствола скважины, доступного для приведения в действие второй стреляющей головки 200. Поскольку проходной канал 162 имеет фиксированный объем, осевое смещение поршня 202, связанного со второй стреляющей головкой 200, может снизить доступное давление в проходном канале 162. Размер цилиндрической секции 176 можно выбрать таким, при котором изменение объема, связанное с перемещением поршня 202, не приводит к существенному сокращению объема проходного канала 162 (например, уменьшает объем менее чем на 10%). В некоторых вариантах реализации проходной канал 162 может быть заполнен газом, таким как воздух, уплотненным под атмосферным давлением.

В неактивированном положении корпус поршня 168 образует не проницаемый для текучей среды барьер в отверстии 166. Втулка 160 может также содержать другие уплотнители (не показаны), которые могут быть использованы для изолирования проходного канала 162 от кольцевого пространства 57 ствола скважины (фиг. 1).

На фиг. 3 видно, что в приведенном в действие положении пропускные каналы 172 выровнены с отверстиями 166, обеспечивая протекание текучей среды ствола скважины в проходной канал 162. Следует понимать, что размер и ориентация отверстий 166 и пропускного канала 172 определяют скорость, с которой текучая среда ствола скважины поступает в проходной канал 162 и заполняет его. Поскольку проходной канал 162 открыт по отношению ко второй стреляющей головке 200, масса текучей среды в проходном канале 162 гидравлически связывает вторую стреляющую головку 200 с кольцевым пространством 57 ствола скважины (фиг. 1).

Вторая стреляющая головка 200 может представлять собой приводимую в действие давлением стреляющую головку, которая соединена с дозировочной втулкой 160 и вырабатывает энергетический выходной сигнал в ответ на предварительно заданное давление в проходном канале 162. Во время приведения в действие предварительно заданным давлением поршень 202 и связанный с ним штифт 204 проталкиваются вовнутрь воспламенителя (не показан). Воспламенитель (не показан) выводит сигнал полной детонации, используемый для производства взрывов или выстрелов посредством второго скважинного перфоратора 62b (фиг. 1). В некоторых вариантах реализации вторая стреляющая головка 200 выполнена так же, как стреляющая головка 66b, показанная на фиг. 1.

На фиг. 1-3 представлен иллюстративный развернутый вид цепочки 60 перфоратора (или "перфорационного инструмента"). Как указано выше, может понадобиться последовательное зажигание двух или большего количества перфораторов в пределах цепочки перфоратора. Кроме того, может быть желательно зажигание каждого перфоратора независимо от других перфораторов. То есть каждый перфоратор может быть чувствителен к предварительно заданному сигналу производства взрывов или выстрелов. Сигналом производства взрывов или выстрелов может являться предварительно заданное гидростатическое давление в кольцевом пространстве 57 ствола скважины. В одном варианте исполнения первый и второй перфораторы 62a,b выполнены с возможностью производства взрывов или выстрелов с помощью одного и того же или по существу одного и того же заранее заданного давления в кольцевом пространстве. Например, стреляющие головки 66a,b выполнены с возможностью зажигания под давлением, равным примерно 10000 PSI (68,95 МПа). В таком варианте реализации стреляющая головка 120 также настроена на зажигание под давлением примерно 10000 PSI (68,95 МПа). После соответствующей настройки этих стреляющих головок цепочку 60 перфоратора транспортируют в ствол 38 скважины и располагают на

нужной глубине. В это время первая стреляющая головка 66a может сообщаться по давлению с кольцевым пространством 57 ствола скважины, а вторая стреляющая головка 66b изолирована от гидростатического давления кольцевого пространства 57 ствола скважины.

Первый перфоратор 62a зажигают путем увеличения гидростатического давления в кольцевом пространстве ствола скважины по меньшей мере до 10000 PSI (68,95 МПа). Данное давление приводит в действие стреляющую головку 66a, которая зажигает первый перфоратор 62a. Вторая стреляющая головка 200 (которой может являться стреляющая головка 66b) гидравлически изолирована от данного гидростатического давления в кольцевом пространстве. Однако давление в кольцевом пространстве приводит в действие первую стреляющую головку 120. В частности, давление в кольцевом пространстве разрушает хрупкие элементы 132 и проталкивает штифт 134 для соударения с воспламенителем 136, который вызывает детонацию модуля 140 временной задержки посредством полной детонации (ударной волны). Модуль 140 временной задержки горит в течение предварительно заданного промежутка времени (например, 6 мин). В течение этого времени ослабевают колебания давления в кольцевом пространстве 57 ствола скважины (фиг. 1), связанном с зажиганием первого перфоратора 62a. Выдержку времени можно выбирать такой, при которой колебания давления являются достаточно слабыми, чтобы не приводить в действие стреляющую головку 200. Также в течение этого времени давление в кольцевом пространстве 57 ствола скважины (фиг. 1) может быть уменьшено до значения ниже давления приведения в действие (например, 10000PSI (68,95 МПа)). Горение модуля 140 временной задержки заканчивается полной детонацией. Детонация вырабатывает импульс давления, который разрушает срезные штифты 170 и смещает поршень 168, пока пропускные каналы 172 не выравниваются с отверстиями 166. В некоторых вариантах реализации для смещения поршня 168 достаточно одной лишь ударной волны от модуля 140 временной задержки. В других вариантах реализации газ, образованный при горении плавких элементов 144, прикладывает давление, поддерживающее смещение поршня 168. В некоторых других вариантах реализации ударная волна разрушает срезные штифты 170, и образованный плавкими элементами 144 газ является первичной силой, смещающей поршень 168.

После выравнивания с отверстиями 166 пропускные каналы 172 переносят текучую среду ствола скважины из кольцевого пространства 57 в проходной канал 162. Следует понимать, что размеры отверстий 166 и пропускных каналов 172 регулируют или измеряют скорость, с которой проходной канал 162 заполняется текучей средой ствола скважины. Путем измерения притока текучей среды добавляют дополнительную выдержку времени с целью предотвращения попадания второй стреляющей головки 200 под резкий скачок давления. Сразу после полного заполнения проходного канала 162 текучей средой ствола скважины стреляющая головка 200 может быть приведена в действие путем повышения давления в кольцевом пространстве 57 ствола скважины (фиг. 1) до предварительно заданного значения (например, 10000PSI (68,95 МПа)). Как отмечено выше, давление может быть повышено путем нагнетания столба 59 текучей среды с помощью наземных насосов. Данное повышение давления смещает головку 202 поршня и проталкивает соседний штифт 204 в воспламенитель (не показан) второго перфоратора 62b. Несмотря на то, что благодаря смещению головки 202 поршня увеличивается объем проходного канала 162, цилиндрическая секция 176 содержит достаточно количество текучей среды для обеспечения поддержания давления на достаточно высоком уровне для проталкивания штифта 204 со скоростью, достаточной для приведения в действие воспламенителя (не показан).

Фиг. 4 схематически иллюстрирует другой вариант реализации изолятора 210. Изолятор 210 может содержать первую стреляющую головку 220, модуль 140 временной задержки, дозирующую втулку 160, соединитель 240 и вторую стреляющую головку 200; все эти элементы прямо или косвенно соединены между собой. Модуль 140 временной задержки, дозирующая втулка 160 и вторая стреляющая головка 200 обычно являются такими же элементами, какие описаны выше в отношении фиг. 2 и 3. Первая стреляющая головка 220 и соединитель 240 имеют некоторые отличия и рассматриваются ниже более подробно.

Первая стреляющая головка 220 может быть приведена в действие посредством полной детонации (например, с помощью ударной волны). Полная детонация может быть получена путем соединения инициирующего элемента 224 с концом детонирующего шнура 226, связанного с первым перфоратором 62a. Описанным выше способом ударная волна от детонации инициирующего элемента 224 проталкивает штифт 228 в воспламенитель 230.

Воспламенитель 230 выдает сигнал полной детонации, который приводит в действие модуль 140 временной задержки. Модуль 140 временной задержки действует, как описано выше, и приводит в действие дозирующую втулку 160 с помощью импульса давления. Дозировочная втулка 160 содержит проходной канал 162, как описано выше.

Вместо цилиндра для накопления текучей среды, поддерживающей приведение в действие стреляющей головки 200, соединитель 240 содержит впускное отверстие 242, пропускающее текучую среду ствола скважины в проходной канал 162. Впускное отверстие 242 можно избирательно закрывать с помощью впускного поршня 244. В неактивированном состоянии корпус впускного поршня 244 создает непроницаемый для текучей среды барьер на впускном отверстии 242. Как показано на фиг. 5, в приведенном в действие положении впускной поршень 244 сдвинут так, что впускное отверстие 242 направля-

ет текучую среду ствола скважины для протекания в проходной канал 162. Таким образом, когда вторая стреляющая головка 200 приведена в действие, имеется дополнительный объем текучей среды, доступный для протекания в проходной канал 162.

На фиг. 1 и 4-5 представлен иллюстративный развернутый вид цепочки 60 перфоратора, в которой используется изолятор 210. Как указано выше, может быть желательное последовательное зажигание двух или большего количества перфораторов, входящих в цепочку 60 перфоратора, независимо друг от друга. В данном иллюстративном варианте реализации каждый перфоратор может быть чувствителен к индивидуальному сигналу производства взрывов или выстрелов. Сигналом производства взрывов или выстрелов может являться предварительно заданное давление в кольцевом пространстве 57 ствола скважины (фиг. 1).

В одном варианте исполнения верхний и второй перфораторы 62a,b выполнены с возможностью производства взрывов или выстрелов с использованием отличающихся друг от друга предварительно заданных давлений в кольцевом пространстве. Например, стреляющая головка 66a выполнена с возможностью производства взрывов или выстрелов под давлением примерно 10000PSI (68,95 МПа), а стреляющая головка 66b выполнена с возможностью производства взрывов или выстрелов под давлением примерно 12000PSI (82,74 МПа). После соответствующей настройки этих стреляющих головок цепочку 60 перфоратора транспортируют в ствол 38 скважины и располагают на нужной глубине.

Первый перфоратор 62a зажигают путем увеличения давления в кольцевом пространстве ствола скважины по меньшей мере до 10000 PSI (68,95 МПа). Данное давление приводит в действие стреляющую головку 66a, которая зажигает первый перфоратор 62a. Вторая стреляющая головка 200 (которой может являться стреляющая головка 66b) гидравлически изолирована от данного давления. Детонирующий шнур 226 первой стреляющей головки 66a вызывает детонацию инициирующего заряда 224, который приводит в действие первую стреляющую головку 220 посредством ударной волны. Ударная волна проталкивает штифт 228 для соударения с воспламенителем 230, который вызывает детонацию модуля 140 временной задержки посредством полной детонации (ударной волны). Модуль 140 временной задержки горит в течение предварительно заданного промежутка времени (например, 6 мин) и приводит в действие дозирующую втулку 160 способом, описанным выше. Сразу после полного заполнения проходного канала 162 стреляющая головка 200 может быть приведена в действие путем повышения давления в кольцевом пространстве 57 ствола скважины (фиг. 1) до предварительно заданного значения (например, 12000PSI (82,74 МПа)). Данное повышение давления в проходном канале 162 вызывает смещение впускного поршня 244, что позволяет пропускать текучую среду ствола скважины через впускные отверстия 242 и тем самым увеличивать количество текучей среды, доступное для поддержания давления в проходном канале 162. Данная текучая среда смещает головку 202 поршня и проталкивает соседний штифт 204 в воспламенитель (не показан) второго перфоратора 62b. Поскольку операции производства взрывов или выстрелов посредством первого и второго перфораторов 62a,b функционально независимы, эти операции могут быть разнесены во времени на минуты, часы и даже сутки.

Несмотря на то, что варианты реализации настоящего раскрытия изобретения были описаны в контексте цепочки перфоратора, содержащей только два перфоратора, следует понимать, что идеи настоящего раскрытия изобретения могут быть легко распространены на цепочки перфоратора, содержащие три и более перфораторов. Кроме того, следует понимать, что раскрытые варианты реализации не являются взаимоисключающими. Например, в некоторых вариантах реализации могут быть использованы накапливающий цилиндр и впускное отверстие. Кроме того, следует понимать, что некоторые компоненты могут быть опущены. Например, в некоторых вариантах исполнения могут быть опущены и накапливающий цилиндр, и впускное отверстие. Более того, в некоторых вариантах реализации может отсутствовать необходимость использования модуля временной задержки. В некоторых других вариантах реализации возможно использование модуля временной задержки в двух или более перфораторах.

Предшествующее описание ориентировано на конкретные варианты реализации настоящего изобретения в целях иллюстрирования и разъяснения. Однако специалисту в данной области будет ясно, что в приведенные выше варианты реализации могут быть внесены многие модификации и изменения без отступления от объема изобретения. Например, независимо от описанного выше процесса производства взрывов или выстрелов "сверху вниз" возможен также процесс, начинающийся с производства взрывов или выстрелов посредством второго перфоратора первым по счету. Кроме того, хотя некоторые компоненты показаны связанными между собой напрямую, эти компоненты могут также быть связаны между собой косвенно. Термин "связанные" или "соединенные" относится к связям и соединениям, выполненным как прямо, так и косвенно. Подразумевается интерпретация приводимой далее формулы изобретения с охватом всех таких модификаций и изменений.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Перфорационная система для изолирования в течение предварительно заданного промежутка времени стреляющей головки, связанной со вторым скважинным перфоратором, от колебаний давления в текучей среде ствола скважины после зажигания первого скважинного перфоратора, содержащая:

первую стреляющую головку, проталкивающую штифт при приведении в действие зажиганием первого скважинного перфоратора;

воспламенитель, соединенный с первой стреляющей головкой и выполненный с возможностью инициирования детонационной ударной волны во время контакта со штифтом, проталкиваемым первой стреляющей головкой;

модуль временной задержки, соединенный с воспламенителем и вырабатывающий импульс давления после приведения его в действие детонационной ударной волной воспламенителя;

дозировочный модуль, соединенный с модулем временной задержки и содержащий:

корпус, имеющий проходной канал и по меньшей мере одно отверстие, открытое в кольцевое пространство ствола скважины, и

поршень, расположенный в проходном канале корпуса, имеющий по меньшей мере один пропускной канал, смещаемый в осевом направлении из первого положения во второе положение под действием вырабатываемого импульса давления и выполненный с возможностью герметичного закрытия указанного по меньшей мере одного отверстия корпуса в первом положении и обеспечения сообщения по потоку через указанное по меньшей мере одно отверстие корпуса с проходным каналом во втором положении; и

вторую стреляющую головку, связанную со вторым скважинным перфоратором и соединенную с дозировочным модулем, сообщающуюся по потоку с проходным отверстием корпуса и сообщающуюся по давлению с кольцевым пространством ствола скважины при нахождении поршня во втором положении.

2. Перфорационная система по п.1, в которой:

первая стреляющая головка выполнена с возможностью приведения в действие давлением;

воспламенитель выполнен с возможностью образования ударной волны во время детонации, вызываемой первой стреляющей головкой, приводимой в действие давлением;

модуль временной задержки содержит компонент дефлаграции и компонент детонации с образованием ударной волны, который выполнен с возможностью выработки импульса давления; а

вторая стреляющая головка является стреляющей головкой, приводимой в действие давлением, которая выполнена с возможностью приведения в действие повышением давления в проходном отверстии.

3. Способ изолирования в течение предварительно заданного промежутка времени стреляющей головки, связанной со вторым скважинным перфоратором, от колебаний давления в текучей среде ствола скважины после зажигания первого скважинного перфоратора, согласно которому:

транспортируют перфорационную систему по п.1 в ствол скважины;

приводят в действие первую стреляющую головку посредством зажигания первого скважинного перфоратора, причем первая стреляющая головка при приведении в действие проталкивает штифт;

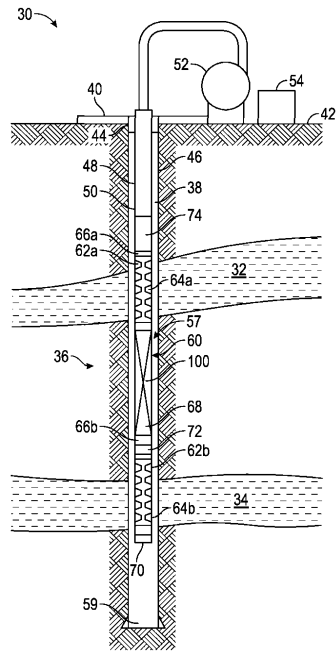
приводят в действие воспламенитель с использованием штифта, проталкиваемого первой стреляющей головкой, причем воспламенитель инициирует детонационную ударную волну, будучи приведенным в действие;

приводят в действие модуль временной задержки с использованием ударной волны, образованной детонацией приведенного в действие воспламенителя;

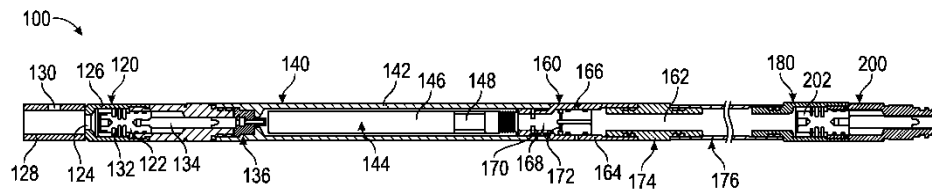
вырабатывают импульс давления с использованием приведенного в действие модуля временной задержки, так что

выработанный импульс давления смещает поршень в осевом направлении из первого положения во второе положение, причем поршень герметично закрывает указанное по меньшей мере одно отверстие корпуса в первом положении и обеспечивает сообщение по потоку через указанное по меньшей мере одно отверстие корпуса с проходным каналом во втором положении; и

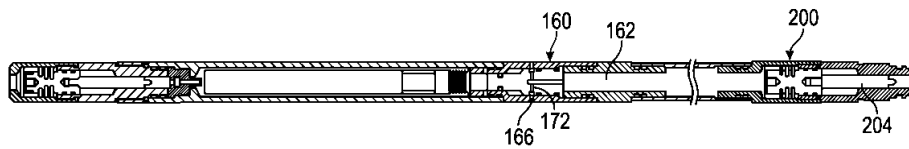
повышают давление в кольцевом пространстве ствола скважины после заполнения текучей средой проходного канала дозировочного модуля для приведения в действие второй стреляющей головки для зажигания второго скважинного перфоратора.



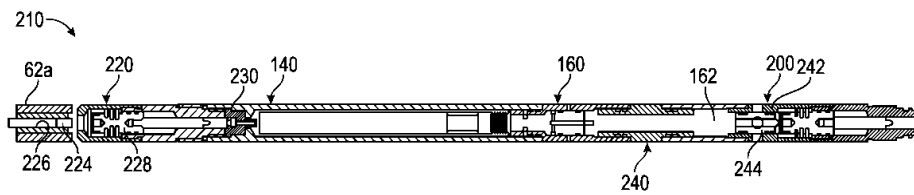
Фиг. 1



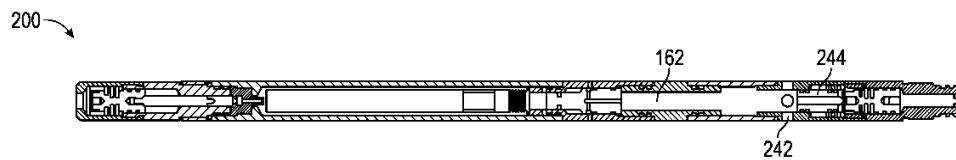
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

