

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035561**

(13) **B1**

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

- | | | |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------------|
| (45) Дата публикации и выдачи патента | (51) Int. Cl. | <i>E21B 29/02</i> (2006.01) |
| 2020.07.08 | | <i>E21B 43/116</i> (2006.01) |
| (21) Номер заявки | | <i>E21B 43/117</i> (2006.01) |
| 201691423 | | <i>E21B 43/1185</i> (2006.01) |
| (22) Дата подачи заявки | | <i>E21B 43/119</i> (2006.01) |
| 2015.02.12 | | <i>E21B 43/263</i> (2006.01) |

(54) **ПРЕРЫВАТЕЛЬ ДЕТОНАТОРА ДЛЯ СКВАЖИННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

- | | |
|--|-------------------|
| (31) 61/938,939 | (56) US-A-5070788 |
| (32) 2014.02.12 | US-A-3311178 |
| (33) US | US-A-5159145 |
| (43) 2017.01.30 | US-A-5052489 |
| (86) PCT/US2015/015659 | |
| (87) WO 2015/123436 2015.08.20 | |
| (71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОУЭН ОЙЛ ТУЛЗ ЛП (US) | |
| (72) Изобретатель:
Моррисон Иан, Андрич Лайл В., Васс
Брэдли, Лагранж Тимоти Э. (US) | |
| (74) Представитель:
Нилова М.И. (RU) | |

-
- (57) Предложен прерыватель для применения со скважинным инструментом, который может содержать корпус, имеющий внутреннее пространство, и плавкое тело, расположенное во внутреннем пространстве корпуса. Плавкое тело может быть твердым ниже заданной температуры и жидким выше заданной температуры. Плавкое тело передает первую полную детонацию детонатору только тогда, когда оно является жидким. Переданная первая полная детонация имеет величину, достаточную для производства детонатором второй полной детонации.

B1

035561

035561

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к устройствам и способам для предотвращения непреднамеренного активирования одного или более скважинных инструментов. Более конкретно, настоящее изобретение относится к области устройств управления и способов избирательного прерывания взрывной цепи, применяемой для выстрела пулевого перфоратора.

Сведения о предшествующем уровне техники

Одним из мероприятий, связанных с заканчиванием нефтяной или газовой скважины, является перфорация обсадной колонны скважины. Во время данной технологической операции выполняют перфорационные отверстия, такие как проходы или отверстия в обсадной колонне скважины, для обеспечения сообщения текучей средой между стволом скважины и продуктивным нефтегазоносным пластом, который вскрыт скважиной. Данные перфорационные отверстия обычно выполняют с помощью пулевого перфоратора, заряженногокумулятивными зарядами. Перфоратор спускают в ствол скважины на электрическом кабеле, тросовом канате, гибких насосно-компрессорных трубах или других средствах до установки смежно с продуктивным нефтегазоносным пластом. Затем, сигнал с поверхности приводит в действие запальную головку, связанную с пулевым перфоратором, которая затем детонируеткумулятивные заряды. Пули или высокоскоростные струи, образованные взрывомкумулятивных зарядов, пробивают обсадную колонну для обеспечения потока пластовых текучих сред из пласта через перфорационные отверстия и в эксплуатационную колонну для подачи на поверхность.

Многие инструменты для работы в нефтяных скважинах предусматривают использование полной детонации для своей работы. Желательно исключить активирования такой непреднамеренной полной детонации инструментов для работы в нефтяных скважинах на поверхности или в неприемлемом месте в стволе скважины. Настоящее изобретение относится к способам и устройствам для предотвращения непреднамеренной детонации пулевых перфораторов и других скважинных устройств, где применяется полная детонация.

Сущность изобретения

В аспектах настоящим изобретением предложен прерыватель для применения со скважинным инструментом. В скважинном инструменте может применяться первый детонатор, связанный с запальной системой, и второй детонатор, связанный со смежным инструментом. Первый детонатор производит первую полную детонацию, а второй детонатор производит вторую полную детонацию. Прерыватель может содержать корпус, имеющий внутреннее пространство, и плавкое тело, расположенное во внутреннем пространстве корпуса. Плавкое тело может быть твердым ниже заданной температуры и жидким выше заданной температуры. Плавкое тело передает первую полную детонацию на второй детонатор только тогда, когда является жидким. Переданная первая полная детонация имеет мощность, достаточную для обеспечения производства вторым детонатором второй полной детонации.

Понятно, что примеры некоторых признаков изобретения раскрыты в общих чертах для лучшего понимания его подробного описания, приведенного ниже, и для понимания вклада в уровень техники. Имеются, естественно, дополнительные признаки изобретения, которые описаны ниже в данном документе и которые в некоторых случаях образуют предмет прилагаемой формулы изобретения.

Перечень чертежей

Для лучшего понимания настоящего изобретения ниже приведено подробное описание его предпочтительного варианта осуществления вместе с прилагаемыми чертежами, на которых одинаковые элементы обозначены одинаковыми ссылочными позициями и на которых показано следующее.

На фиг. 1 схематично показан боковой вид в продольном разрезе прерывателя детонатора согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения; и

на фиг. 2 схематично показан вид в вертикальном разрезе наземного объекта, приспособленного для выполнения одной или больше запланированных задач в стволе скважины с применением одного или более скважинных инструментов.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Настоящее изобретение относится к устройствам и способам для предотвращения непреднамеренного активирования одного или более скважинных инструментов. Настоящее изобретение может иметь варианты осуществления отличающихся видов. Показанные на чертежах и подробно описанные ниже в данном документе конкретные варианты осуществления настоящего изобретения следует рассматривать раскрывающими принципы изобретения на примере и не налагающими ограничений на изобретение.

На фиг. 1 схематично показан один вариант осуществления прерывателя 100, выполненного согласно настоящему изобретению, который обеспечивает инициирование первой полной детонацией второй полной детонации только при наличии одного или более заданных условий. В одной установке после приема пускового сигнала с запальной системы 10 прерыватель 100 активирует смежное устройство 12, например пулевой перфоратор, только при наличии заданного внешнего условия. Показанные в качестве примера запальные системы 10 содержат, без ограничения, запальную головку, взрыватели замедленного действия или любые другие устройства, которые могут вызывать полную детонацию. Используемый в данном документе термин "полная детонация" (high-order detonation) является детонацией, которая производит высокоамплитудные волны давления, (например, ударные волны) и тепловую энергию. В пока-

занном примере варианта осуществления полная детонация происходит, когда боек 14 взрывателя производит удар по детонатору 16 и вызывает его детонацию. В установленных положениях прерыватель 100 передает полную детонацию детонатора 16, которая может включать в себя волны давления, такие как ударные волны, на детонатор 18, связанный со смежным устройством 12. Детонатор 18 вызывает следующую или вторую полную детонацию, которая активирует смежное устройство 12, которое может являться перфорирующим, отрезающим насосно-компрессорную трубу или любым другим скважинным инструментом.

В некоторых вариантах осуществления прерыватель 100 может быть выполнен функционально реагирующим на температуру окружающей среды у прерывателя 100. Функционально реагирующий означает, что прерыватель 100 является нефункциональным и не передает полную детонацию с запальной системы 10 на детонатор 18, если окружающая температура ниже заданной величины, но прерыватель 100 становится функциональным и передает полную детонацию на детонатор 18, когда окружающая температура равна или выше заданной величины. В вариантах осуществления заданная величина является прогнозируемой температурой окружающей среды в стволе скважины (например, 160°F, 71°C).

В одном варианте осуществления прерыватель 100 содержит корпус 120 и плавкое тело 130. Корпус 120 может представлять собой трубчатое тело, которое имеет входной конец 122, выходной конец 124, внутреннее пространство 126 для приема плавкого тела 130, полость 132, в которой устанавливается детонатор 16. Входной конец 122 может быть выполнен с возможностью соединения с запальной системой 10 с применением обычных способов соединения, например с помощью резьбы. Аналогично, выходной конец 124 может быть выполнен с возможностью сопряжения с корпусом 20 или переходником, связанным со смежным устройством 12 резьбовым соединением.

Плавкое тело 130 может быть выполнено в форме цилиндра, таблетки, стержня или любой другой подходящей форме и образовано из одного или более материалов, которые являются твердыми при температурах окружающей среды на поверхности (например, 120°F, т.е. 49°C или меньше) и которые расплавляются при температурах окружающей среды в стволе скважины (например, 160°F, т.е. 71°C или больше).

В некоторых вариантах осуществления плавкое тело 130 может возвращаться из жидкого состояния в твердое состояние, когда возвращается в более холодную окружающую среду. В общем случае, плавкое тело 130 в твердом состоянии является достаточно жестким или недеформируемым для блокирования ударной волны, создаваемой детонатором 16. В жидком состоянии плавкое тело 130 становится достаточно невязким или текучим для передачи ударной волны, создаваемой детонатором 16, на выходной конец 124. В одном не ограничивающем варианте осуществления плавкое тело 130 выполнено по меньшей мере частично из плавкого материала. Приводимый в качестве иллюстрации, но не исчерпывающий, ряд плавких материалов включает в себя сплавы, содержащие висмут, свинец, олово, кадмий и индий.

Прерыватель 100 может содержать один или более элементов для удержания плавкого тела 130 в корпусе 120. Например, прерыватель 100 может содержать хрупкий элемент 140 и уплотнение 144, которые совместно обеспечивают изоляцию внутреннего пространства 126 от полости 132, принимающей детонатор 16. Таким образом, хрупкий элемент 140 и уплотнение 144 могут предотвращать протечку расплавленного тела 130 в полость 132. Хрупкий элемент 140 может являться разрывной диафрагмой, пластиной, подложкой или другим аналогичным элементом, который дробится или иначе разрушается под воздействием полной детонации детонатора 16. Уплотнение 144 может являться уплотнительной прокладкой, уплотнительным кольцом или другим подходящим уплотнительным элементом. В некоторых вариантах осуществления может быть сохранен зазор или промежуток 146 между хрупким элементом 140 и детонатором 16. Зазор 146 может быть выполнен с применением втулки 150, расположенной между хрупким элементом 140 и детонатором 16. В некоторых вариантах осуществления детонатор 16 может быть установлен на резьбе так, что при ввинчивании детонатора 16 в корпус 120 втулка 150, уплотнение 144 и хрупкий элемент 140 прижимаются к заплечику 152, выполненному во внутреннем пространстве 132.

Один иллюстративный пример применения прерывателя 100 рассмотрен ниже и показан на фиг. 1 и 2. Для ясности, прерыватель 100 рассмотрен со ссылкой на пулевые перфораторы. Понятно, что прерыватель 100 при этом не ограничен таким вариантом применения.

На фиг. 2 показана конструкция скважины и/или установка 200 для получения углеводородов, установленная над подземным продуктивным пластом 202. Прерыватель 100, выполненный согласно настоящему изобретению в соединении со скважинным инструментом 204, приспособлен для выполнения одной или более заданных работ в стволе 205 скважины. Хотя ствол 205 скважины показан как вертикальный, понятно, что ствол 205 скважины может включать в себя многочисленные секции, имеющие сложную геометрию, например одну или более вертикальных секций, одну или более наклонно-направленных секций, одну или более горизонтальных секций и т.д. Установка 200 может содержать известное оборудование и конструкции, например платформу 206 на поверхности 208 земли, буровую вышку 210, оборудование 212 устья скважины и обсаженную или необсаженную трубу/насосно-компрессорную трубу 214. Рабочая колонна 216 подвешена в стволе 205 скважины на буровой вышке 210. Рабочая колонна 216 может содержать бурильную трубу, гибкую насосно-компрессорную трубу,

кабель, тросовую линию или любые другие известные средства спуска/подъема. Рабочая колонна 216 может содержать телеметрические линии или другие средства передачи сигнала/питания, которые устанавливают телеметрическую связь одностороннего или двустороннего действия с поверхности до скважинного инструмента 204, соединенного с концом рабочей колонны 216. Для ясности, показана телеметрическая система, имеющая расположенный на поверхности контроллер 218 (например, источник питания), выполненный с возможностью передачи электрических сигналов по кабелю или линии 220 передачи сигналов, установленной в рабочей колонне 216.

В одном способе применения прерыватель 100 вставляется в инструмент 204 для предотвращения непреднамеренного приведения в действие инструмента 204; например, предотвращения приведения в действие инструмента 204 на поверхности или в неприемлемом месте в стволе 205 скважины. Инструмент 204 может иметь запальную систему 10 и смежное устройство 12. Как рассмотрено выше, материал (материалы) плавкого тела 130 прерывателя 100 выбирается/выбираются такими, что являются твердыми на поверхности и остаются твердыми до достижения заданной температуры окружающей среды вокруг инструмента 204. Пока окружающая температура ниже заданной температуры, плавкое тело 130 остается твердым. Поэтому, если запальная система 10 или другой источник производит детонацию детонатора 16, полная детонация может взорвать хрупкий элемент 104, но только частично расплавить плавкое тело 130. Остающийся твердым участок плавкого тела 130 блокирует распространение полной детонации из корпуса 120 и детонацию детонатора 18. Естественно, некоторая часть полной детонации может вырваться из корпуса 120, но такое количество является недостаточным для детонации детонатора 18.

При перемещении инструмента 204 через ствол 205 скважины окружающая температура должна постепенно достигать заданной температуры окружающей среды. Плавкое тело 130 реагирует на повышенную окружающую температуру расплавлением и образованием столба жидкости, который может передавать ударную волну. Таким образом, прерыватель 100 становится функциональным вследствие повышенной температуры окружающей среды. Корпус 120 остается твердым для размещения расплавленного плавкого тела 130.

Следует отметить, что может проходить определенный период времени, в течение которого плавкое тело 130 является жидкостью, до приема пускового сигнала. В данный период времени инструмент 204 может перемещаться через секции ствола 205 скважины, не являющиеся вертикальными. То есть ствол 205 скважины, хотя показан как вертикальный, может иметь неvertикальные секции, и некоторые секции могут быть горизонтальными. В данных ситуациях хрупкий элемент 140 и уплотнение 144 удерживают расплавленное тело 130 во внутреннем пространстве 126. Таким образом, если по некоторой причине инструмент 204 извлекается из ствола 205 скважины без приведения в действие инструмента 204, расплавленное тело 120 не просачивается в оставшийся прерыватель 100 и не повреждает его.

По достижении проектной глубины запальная система 10 может быть приведена в действие для передачи пускового сигнала на детонатор 16. Например, пусковой сигнал может передавать боек 14 взрывателя, который бьет по детонатору 16. В ответ детонатор 16 детонирует и производит первую полную детонацию, полная детонация дробит хрупкий элемент 140. Затем, плавкое тело 130, которое является столбом жидкости, передает полную детонацию (например, ударные волны) на детонатор 18, установленный на выходном конце 124. Данная полная детонация вызывает детонацию детонатора 18, который производит вторую полную детонацию, которую можно применять для активирования смежного устройства 12.

Из описанного выше следует отметить, что прерыватель 100 имеет по меньшей мере две отдельные функции. Одной функцией является достаточное подавление первичной полной детонации для предотвращения второй полной детонации, когда температура окружающей среды ниже заданной или определенной температуры. Другой функцией является достаточная передача первичной полной детонации для обеспечения второй полной детонации, когда температура окружающей среды по меньшей мере равна заданной или определенной температуре.

Следует отметить, что точка плавления плавкого тела 130 не обязательно должна совпадать с прогнозируемой окружающей температурой в стволе скважины. Например, прогнозируемая окружающая температура на проектной глубине, т.е. глубине, на которой предусмотрено активирование устройства 12, может составлять 200°F (93°C). Заданную точку плавления можно выбрать как температуру между прогнозируемой температурой на поверхности и окружающей температурой на проектной глубине, например 150 или 160°F (66-71°C). В аспектах плавкое тело 130 является телом, переходящим в жидкое состояние при температурах 400°F (204°C) или меньше, 360°F (182°C) или меньше, 300°F (149°C) или меньше, 250°F (121°C) или меньше, 200°F (93°C) или меньше, или 150°F (66°C) или меньше.

Выше описаны частные варианты осуществления настоящего изобретения, служащие для иллюстрации и пояснения. Однако специалисту в данной области техники понятно, что возможны многие модификации и изменения варианта осуществления, изложенного выше, без выхода за рамки изобретения. Приведенную ниже формулу изобретения следует считать охватывающей все такие модификации и изменения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Прерыватель для скважинного инструмента, имеющего первый детонатор, связанный с запальной системой, и второй детонатор, связанный со смежным инструментом, причем первый детонатор выполнен с возможностью производства первой полной детонации, а второй детонатор выполнен с возможностью производства второй полной детонации, содержащий:

цилиндрический корпус, имеющий:

входной конец, выполненный с возможностью соединения с запальной системой,

выходной конец, направляющий первую полную детонацию на второй детонатор,

полость для размещения первого детонатора,

внутреннее пространство, сообщающееся с полостью;

плавкое тело, расположенное во внутреннем пространстве корпуса и выполненное с возможностью передачи, при его нахождении в жидком состоянии, первой полной детонации на второй детонатор, причем плавкое тело удерживается как в твердом, так и в жидком состоянии между первым детонатором и вторым детонатором, и

множество уплотнений, расположенных в корпусе и выполненных с возможностью удерживания плавкого тела во внутреннем пространстве при его нахождении в жидком состоянии.

2. Прерыватель по п.1, в котором плавкое тело находится в жидком состоянии при температуре ниже 400°F (204°C).

3. Прерыватель по п.2, в котором плавкое тело находится в твердом состоянии, когда окружающая температура ниже 120°F (49°C).

4. Прерыватель по п.1, в котором плавкое тело является сплавом, который включает в себя по меньшей мере одно из следующего: (i) висмут, (ii) свинец, (iii) олово, (iv) кадмий и (v) индий.

5. Прерыватель по п.1, дополнительно содержащий хрупкий элемент и уплотнение, установленные внутри корпуса между первым детонатором и плавким телом, причем хрупкий элемент и уплотнение совместно обеспечивают изоляцию внутреннего пространства от полости.

6. Прерыватель по п.5, в котором хрупкий элемент выполнен с возможностью разрушения под воздействием первой полной детонации.

7. Прерыватель по п.5, дополнительно содержащий втулку, расположенную между хрупким элементом и детонатором, причем втулка образует зазор между хрупким элементом и детонатором.

8. Прерыватель для скважинного инструмента, имеющего первый детонатор, связанный с запальной системой, и второй детонатор, связанный со смежным инструментом, причем первый детонатор выполнен с возможностью производства первой полной детонации, а второй детонатор выполнен с возможностью производства второй полной детонации, содержащий:

корпус, имеющий внутреннее пространство;

плавкое тело, расположенное во внутреннем пространстве корпуса и являющееся твердым ниже заданной температуры и жидким выше заданной температуры, причем плавкое тело выполнено с возможностью передачи первой полной детонации на второй детонатор только при его нахождении в жидком состоянии, при этом переданная первая полная детонация имеет величину, достаточную для обеспечения производства вторым детонатором второй полной детонации, а плавкое тело удерживается как в твердом, так и в жидком состоянии между первым детонатором и вторым детонатором, и

множество уплотнений, расположенных в корпусе и выполненных с возможностью удерживания плавкого тела во внутреннем пространстве при его нахождении в жидком состоянии.

9. Прерыватель по п.8, дополнительно содержащий хрупкий элемент и уплотнение, установленные в корпусе, причем хрупкий элемент и уплотнительный элемент совместно обеспечивают удержание жидкого плавкого тела в уплотненной части внутреннего пространства, при этом хрупкий элемент выполнен с возможностью разрушения под воздействием первой полной детонации.

10. Прерыватель по п.9, дополнительно содержащий распорную втулку, расположенную между хрупким элементом и первым детонатором.

11. Прерыватель по п.9, в котором заданная температура имеет величину между температурой окружающей среды на поверхности и температурой окружающей среды в скважине, в которой установлен скважинный инструмент.

12. Устройство для предотвращения непреднамеренного активирования скважинного инструмента, содержащее:

запальную систему, содержащую первый детонатор;

скважинный инструмент, установленный смежно с запальной системой, причем скважинный инструмент имеет второй детонатор, причем первый детонатор выполнен с возможностью производства первой полной детонации, которая вызывает детонацию второго детонатора; и

прерыватель, соединяющий запальную систему со скважинным инструментом и содержащий:

цилиндрический корпус, имеющий:

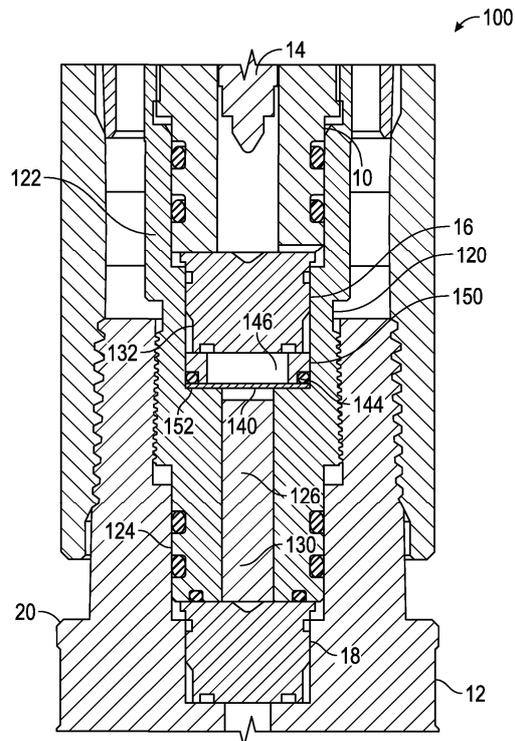
входной конец, выполненный с возможностью соединения с запальной системой,

выходной конец, направляющий первую полную детонацию на второй детонатор,

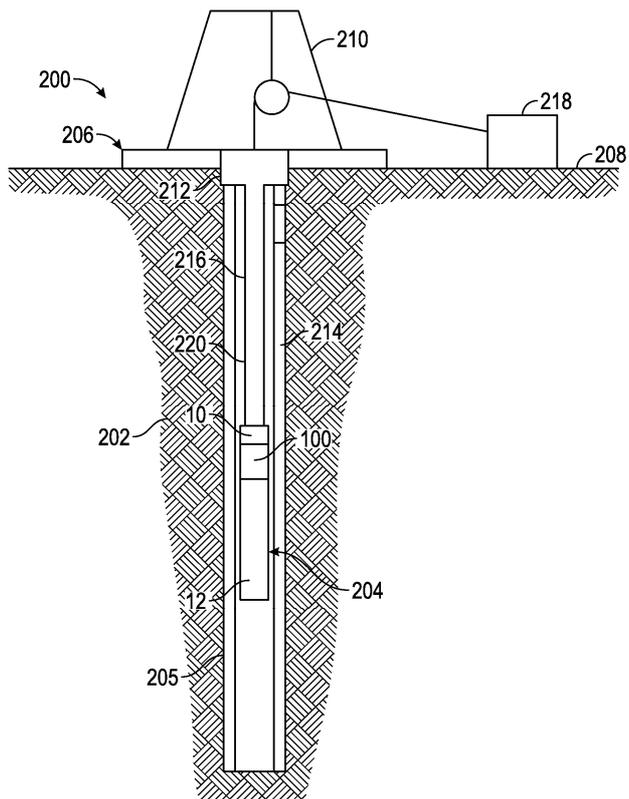
полость для размещения первого детонатора,
 внутреннее пространство, сообщающееся с полостью; и
 плавкое тело, расположенное во внутреннем пространстве корпуса и выполненное с возможностью передачи, при его нахождении в жидком состоянии, первой полной детонации на второй детонатор, причем

плавкое тело удерживается как в твердом, так и в жидком состоянии между первым детонатором и вторым детонатором, и

множество уплотнений, расположенных в корпусе и выполненных с возможностью удерживания плавкого тела во внутреннем пространстве при его нахождении в жидком состоянии.



Фиг. 1



Фиг. 2

