

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035669**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.07.23

(51) Int. Cl. *E21B 33/12* (2006.01)
F16L 55/11 (2006.01)
F42D 1/18 (2006.01)

(21) Номер заявки
201691372

(22) Дата подачи заявки
2014.12.22

**(54) УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ПРОБКА ДЛЯ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ,
ПРЕДУСМОТРЕННАЯ С УПЛОТНИТЕЛЬНЫМИ КОЛЬЦАМИ**

(31) 2014900100; 2014901827

(56) US-A1-20100326675
FR-A1-2586781
CN-Y-2227193
GB-A-707570

(32) 2014.01.13; 2014.05.16

(33) AU

(43) 2016.11.30

(86) PCT/AU2014/001156

(87) WO 2015/103661 2015.07.16

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**РАЙЗ МАЙНИНГ ДИВЕЛОПМЕНТС
ПТИ ЛТД (AU)**

(72) Изобретатель:
Филлипс Джеффри Брюс (AU)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Пробка (10) для перекрытия геологоразведочных буровых скважин. Пробка (10) содержит удлиненный корпус (12) из сплошного твердого непроницаемого материала, и специально спроектированная поверхность (14) образована на наружной окружной периферии удлиненного корпуса (12). Специально спроектированная поверхность (14) содержит кольцевую удерживающую канавку (16), имеющую скос (18), проходящий от окружной периферии, соответствующей максимальному диаметру, до окружной периферии, соответствующей минимальному диаметру специально спроектированной поверхности (14), в направлении торможения, при этом предусмотрено предотвращение перемещения пробки (10) в буровой скважине в направлении торможения. Пробка (10) также содержит уплотнительное кольцо (20), вставленное в удерживающую канавку (16) и имеющее некоторую толщину, при этом оно незначительно выступает над окружной периферией, соответствующей максимальному диаметру специально спроектированной поверхности (14), и входит в контактное взаимодействие со стенкой (22) буровой скважины. При использовании, когда пробка (10) перемещается в направлении торможения в буровой скважине, уплотнительное кольцо (20) катится вверх по скосу (18) и заклинивается между специально спроектированной поверхностью (14) и стенкой (22) буровой скважины для обеспечения тормозящего воздействия для пробки (10) у стенки (22) буровой скважины.

035669
B1

035669
B1

Область техники

Изобретение относится к геологоразведочному бурению и, в частности, к пробке для буровой скважины, предназначенной для перекрытия геологоразведочных буровых скважин. Изобретение в особенности предназначено для перекрытия подземных буровых разведочных скважин алмазного бурения, тем не менее, изделие также может быть применено для поверхностных буровых скважин.

Предшествующий уровень техники

Когда начинается подземный доступ через устье или шахтный ствол для нового рудника, буровые бригады, осуществляющие алмазное бурение, начинают бурение из первого доступного места под землей для того, чтобы создать для геологов возможность лучшего определения границ рудного тела, чтобы можно было оптимизировать проектирование рудника. Следовательно, разведочное бурение обычно происходит перед подготовкой рудника к эксплуатации, и, как правило, разведочные буровые скважины варьируются от горизонтальных до проходящих вниз для очерчивания рудного тела внизу и сбоку от основного доступа.

При ликвидации данных разведочных буровых скважин они оставляют открытую скважину между основным доступом и местом рудного тела, от которого на некотором этапе будет осуществляться продвижение. В некоторых случаях во время горных работ могут сталкиваться с ситуацией наличия воды под высоким давлением, и, следовательно, необходимо перекрыть данные ликвидированные буровые скважины для предотвращения поступления воды под высоким давлением в рудник.

В принадлежащей заявителю по данной заявке, одновременно находящейся на рассмотрении заявке на патент Австралии № 2011301781, раскрыта глиняная пробка для изоляции потока воды от буровой скважины. Глиняная пробка 40 по документу AU 2011301781 содержит удлиненную гильзу 42 из пористого материала, содержащую некоторый объем глинистой породы 44, которая в данном случае представляет собой бентонитовую глину (несмотря на то что также могут быть пригодными другие глины). Глиняная пробка 40 дополнительно включает в себя вкладыш 46 из растворимого в воде материала и, по существу, сплошной центральный сердечник 48, проходящий, по существу, на всей длине пробки. Преимущество использования бентонитовой глины в качестве "цементирующего" материала в данной пробке заключается в том, что бентонитовая глина медленно расширяется и обеспечивает герметизацию при контакте с водой. Содержание документа AU 2011301781 включено в данный документ путем ссылки.

Буровые скважины алмазного бурения бурят посредством вращения только буровых станков, и в результате бурят скважину через твердую горную породу, диаметр которой изменяется только незначительно при износе бурового долота. Вследствие данного малого отклонения диаметра существует возможность использования жестких допусков при проектировании и установке инструментов или орудий производства в буровой скважине алмазного бурения.

Настоящее изобретение было сделано с целью разработки пробки для закупоривания буровой скважины, в которой используется данный жесткий допуск посредством использования уплотнительного кольца для обеспечения торможения о стенку буровой скважины алмазного бурения. Выталкивание пробки из буровой скважины алмазного бурения предотвращается за счет тормозящего воздействия уплотнительного кольца. Несмотря на то что пробка выполнена с возможностью противодействия значительному давлению воды и потоку воды при ее установке в буровой скважине алмазного бурения, следует понимать, что пробка с уплотнительными кольцами может также иметь более широкое применение.

Ссылки на предшествующий уровень техники в данном описании приведены только в целях иллюстрации, и их не следует рассматривать как признание того, что подобный предшествующий уровень техники представляет собой часть распространенных общедоступных сведений в Австралии или где-либо в другом месте.

Сущность изобретения

В соответствии с одним аспектом настоящего изобретения разработана пробка для перекрытия буровой скважины, при этом пробка содержит

удлиненный корпус из сплошного твердого непроницаемого материала;

специально спроектированную поверхность, выполненную на наружной окружной периферии удлиненного корпуса, при этом специально спроектированная поверхность содержит кольцевую удерживающую канавку, имеющую скос, проходящий от окружной периферии, соответствующей максимальному диаметру, до окружной периферии, соответствующей минимальному диаметру специально спроектированной поверхности, в направлении торможения, при этом предусмотрено предотвращение перемещения пробки в буровой скважине в направлении торможения; и

уплотнительное кольцо, вставленное в удерживающую канавку специально спроектированной поверхности и имеющее некоторую толщину, при этом оно выступает над окружной периферией, соответствующей максимальному диаметру специально спроектированной поверхности, и входит в контактное взаимодействие со стенкой буровой скважины, при этом при использовании, когда пробка перемещается в направлении торможения в буровой скважине, уплотнительное кольцо катится вверх по скосу и заклинивается между специально спроектированной поверхностью и стенкой буровой скважины для обеспечения тормозящего воздействия для пробки у стенки буровой скважины.

В одном варианте осуществления специально спроектированная поверхность образована как одно

целое с материалом корпуса пробки. В альтернативном варианте осуществления специально спроектированная поверхность образована на полый втулке, которая прикреплена к наружной окружной периферии удлиненного корпуса. В варианте осуществления, указанном последним, удлиненный корпус может представлять собой глиняную пробку, аналогичную той, которая описана в одновременно находящейся на рассмотрении заявке AU 2011301781.

Удерживающая канавка предпочтительно также имеет уступ, расположенный напротив скоса, при этом уплотнительное кольцо прилегает к уступу при вставке пробки в буровую скважину в направлении установки, противоположном по отношению к направлению торможения. В одном варианте осуществления уступ проходит в плоскости, по существу, перпендикулярной к продольной оси удлиненного корпуса. В альтернативном варианте осуществления уступ проходит в плоскости, имеющей наклон относительно продольной оси удлиненного корпуса под углом θ , составляющим от приблизительно 25 до 75°. Угол θ предпочтительно выбран так, что, когда уплотнительное кольцо опирается на уступ, имеется некоторый зазор между уплотнительным кольцом и стенкой буровой скважины, при этом при использовании при перемещении пробки в направлении установки любое трение между уплотнительным кольцом и стенкой буровой скважины минимизируется. Удерживающая канавка предпочтительно также имеет основание, по существу, с постоянным диаметром, выполненное между уступом и скосом, при этом основание удерживает уплотнительное кольцо во время перемещения пробки в буровой скважине в направлении установки. Скос предпочтительно имеет наклон под углом, составляющим, по существу, 30° относительно продольной оси пробки, но данный угол может варьироваться от 10 до 60°.

Удерживающая канавка предпочтительно представляет собой одну из множества удерживающих канавок специально спроектированной поверхности, и уплотнительное кольцо представляет собой одно из множества уплотнительных колец, вставленных соответственно в каждую из удерживающих канавок. Функция торможения, обеспечиваемая уплотнительными кольцами, предпочтительно отделена от функции уплотнения за счет выполнения одного или более герметизирующих уплотнительных колец помимо тормозящих уплотнительных колец. Одна или более кольцевых уплотнительных канавок прямоугольного поперечного сечения предпочтительно выполнены на специально спроектированной поверхности для приема соответствующих герметизирующих уплотнительных колец, размещаемых в них. Как правило, множество кольцевых уплотнительных канавок выполнены перед удерживающими канавками и/или за удерживающими канавками.

Отверстие для текучей среды предпочтительно выполнено параллельно каждой удерживающей канавке для обеспечения сообщения по текучей среде и, следовательно, для выравнивания давлений на каждом удерживающем уплотнительном кольце. В одном варианте осуществления множество отверстий для текучей среды проходят через корпус пробки от наружной окружной периферии в месте расположения каждого отверстия для текучей среды до центрального отверстия.

В еще одном варианте осуществления уплотнительное кольцо, взаимодействующее со скосом, направленным в обратную сторону, вставлено в канавку, которая имеет скос, направленный в обратную сторону и проходящий от окружной периферии, соответствующей максимальному диаметру, до окружной периферии, соответствующей минимальному диаметру специально спроектированной поверхности, в направлении установки, при этом при использовании пробка также может удерживаться в направлении установки. Одна или более установочных штанг предпочтительно предусмотрены для удерживания уплотнительного кольца, взаимодействующего со скосом, направленным в обратную сторону, во время установки при удерживании его под достаточным углом и на безопасном расстоянии от скоса, направленного в обратную сторону, так, чтобы оно не взаимодействовало со скосом во время установки.

В еще одном дополнительном варианте осуществления второе уплотнительное кольцо вставлено в удерживающую канавку и служит опорой для первого уплотнительного кольца в месте в начале скоса, когда оно контактирует со стенкой буровой скважины во время установки, при этом при использовании два уплотнительных кольца входят в контактное взаимодействие друг с другом за счет фрикционного контакта и поворачиваются вместе подобно паре зубчатых колес, находящихся в зацеплении и вращающихся в противоположных направлениях, так что при повороте первого уплотнительного кольца в направлении скатывания вниз по скосу во время установки оно удерживается на месте в начале скоса за счет пружинящего действия второго уплотнительного кольца. Как правило, первое и второе уплотнительные кольца имеют, по существу, одинаковый размер.

Во всем описании, если контекст не требует иного, слово "содержать" или его разновидности, такие как "содержит" или "содержащий", следует понимать как подразумевающие включение указанного целого или группы целых, но не исключение другого целого или другой группы целых. Аналогичным образом, слово "предпочтительно" или его разновидности, такие как "предпочтительный", следует понимать как подразумевающие, что указанное целое или указанная группа целых желательна(а), но не существенно(а) для функционирования изобретения.

Краткое описание чертежей

Сущность изобретения будет лучше понята из нижеследующего подробного описания нескольких конкретных вариантов осуществления пробки с уплотнительными кольцами, приведенных только в качестве примера со ссылкой на сопровождающие чертежи, в которых

фиг. 1 представляет собой вид в перспективе первого варианта осуществления пробки с уплотнительными кольцами в соответствии с настоящим изобретением перед сборкой уплотнительных колец;

фиг. 2 - вид в перспективе пробки с уплотнительными кольцами по фиг. 1 с уплотнительными кольцами, показывающий положение уплотнительных колец во время установки;

фиг. 3 - вид в перспективе пробки с уплотнительными кольцами по фиг. 1 с уплотнительными кольцами, показывающий положение уплотнительных колец после размещения пробки;

фиг. 4 - вид сбоку пробки с уплотнительными кольцами по фиг. 1, показывающий положение уплотнительных колец в разрезе во время установки;

фиг. 5 - вид сбоку пробки с уплотнительными кольцами по фиг. 1, показывающий положение уплотнительных колец в разрезе после размещения пробки;

фиг. 6 - график, показывающий сравнение усилия, требуемого для установки, в сравнении с сопротивлением скольжению в направлении торможения пробки с уплотнительными кольцами в соответствии с настоящим изобретением;

фиг. 7 иллюстрирует диаметр уплотнительного кольца в сравнении с диаметром буровой скважины;

фиг. 8 представляет собой вид сбоку и вид с торца части второго варианта осуществления пробки с уплотнительным кольцом в соответствии с настоящим изобретением;

фиг. 9 иллюстрирует зазор между уплотнительным кольцом пробки с уплотнительным кольцом по фиг. 8 и стенкой буровой скважины во время установки;

фиг. 10 представляет собой продольное сечение третьего варианта осуществления пробки с уплотнительными кольцами в соответствии с настоящим изобретением (уплотнительные кольца не показаны), в которой функции уплотнения и удерживания разделены;

фиг. 11 - продольное сечение четвертого варианта осуществления пробки с уплотнительными кольцами в соответствии с изобретением (уплотнительные кольца не показаны), в котором выполнены отверстия для текучей среды для выравнивания давлений на удерживающих уплотнительных кольцах;

фиг. 12 - продольное сечение пятого варианта осуществления пробки с уплотнительными кольцами в соответствии с настоящим изобретением, в котором предусмотрено уплотнительное кольцо, взаимодействующее со скосом, направленным в обратную сторону;

фиг. 13 - вид сбоку шестого варианта осуществления пробки с уплотнительными кольцами в соответствии с настоящим изобретением, показывающий положение пары уплотнительных колец в разрезе во время установки; и

фиг. 14 - увеличенный вид пары уплотнительных колец по фиг. 13, показывающий, как они поворачиваются подобно паре зубчатых колес, находящихся в зацеплении, во время установки.

Описание вариантов осуществления

Как проиллюстрировано на фиг. 1-5, первый вариант осуществления пробки 10 с уплотнительными кольцами в соответствии с изобретением, предназначенной для перекрытия буровой скважины, содержит удлиненный корпус 12 из сплошного твердого непроницаемого материала. Специально спроектированная поверхность 14 образована на наружной окружной периферии удлиненного корпуса 12, при этом специально спроектированная поверхность содержит кольцевую удерживающую канавку 16. Удерживающая канавка 16 имеет скос 18, проходящий от окружной периферии, соответствующей максимальному диаметру D1, до окружной периферии, соответствующей минимальному диаметру D2 специально спроектированной поверхности 14, в направлении торможения, показанном стрелкой "А" на фиг. 1. Направление торможения представляет собой направление, в котором предусмотрено предотвращение перемещения пробки в буровой скважине.

Пробка 10 дополнительно содержит уплотнительное кольцо 20, вставленное в кольцевую канавку 16 специально спроектированной поверхности 14. Уплотнительное кольцо 20 имеет некоторую толщину, при этом оно незначительно выступает над окружной периферией, соответствующей максимальному диаметру D1 специально спроектированной поверхности 14, как можно видеть на фиг. 2 и 4, и входит в контактное взаимодействие со стенкой 22 буровой скважины. При использовании, когда пробка 10 перемещается в направлении "А" торможения в буровой скважине, уплотнительное кольцо 20 катится вверх по скосу 18 и заклинивается между специально спроектированной поверхностью 14 и стенкой 22 буровой скважины для обеспечения тормозящего воздействия для пробки 10 у стенки 22 буровой скважины.

В проиллюстрированном варианте осуществления специально спроектированная поверхность 14 образована как одно целое с материалом корпуса 12 пробки 10, который может быть получен механической обработкой из стали или твердого пластика, такого как нейлон. Однако в альтернативном варианте осуществления специально спроектированная поверхность может быть образована на полый втулке, которая прикреплена к наружной окружной периферии удлиненного корпуса. В конструкции, указанной последней, удлиненный корпус может представлять собой глиняную пробку, аналогичную пробке, описанной в одновременно находящейся на рассмотрении заявке AU 2011301781, или он может представлять собой твердый сплошной сердечник, изготовленный из какого-либо другого материала.

Кольцевая канавка 16 предпочтительно также имеет уступ 24, расположенный напротив скоса 18, при этом уплотнительное кольцо 20 прилегает к уступу 24, когда пробку вставляют в буровую скважину в направлении установки, показанном стрелкой "В" на фиг. 2. Направление "В" установки противополо-

ложно направлению "А" торможения. Как правило, уступ 24 проходит в направлении, по существу, перпендикулярном к продольной оси "Х" удлиненного корпуса 12, как можно наиболее четко видеть на фиг. 4. Кольцевая канавка 16 предпочтительно также имеет основание 26, по существу, с постоянным диаметром, предусмотренное между уступом 24 и скосом 18. Основание 20 удерживает уплотнительное кольцо 20 в пределах канавки 16 во время перемещения пробки 10 в буровой скважине в направлении "В" установки, как показано на фиг. 2 и 4. Во время перемещения пробки 10 в направлении "В" установки будет иметь место незначительная степень сопротивления перемещению, поскольку наружная окружная периферия уплотнительного кольца 20 трется о стенку 22 буровой скважины алмазного бурения. Уступ 24 предотвращает перемещение самого уплотнительного кольца 20 от основания 26 внутри канавки 16.

Однако как только пробка 10 будет правильно размещена в буровой скважине, направление перемещения изменяется на противоположное направление "А" торможения, как показано на фиг. 3 и 5. В данном направлении перемещения пробки 10 уплотнительное кольцо 20 может свободно перемещаться в пределах канавки 16 и будет перекачиваться из его исходного положения на основании 26 "вверх" по скосу 18, когда его наружная окружная периферия входит в контактное взаимодействие со стенкой 22 буровой скважины. Чем большее усилие будет приложено к корпусу 12 пробки 10, тем больше уплотнительное кольцо 20 будет стремиться перекачаться дальше "вверх" по скосу 18 и, следовательно, оно станет тем более сильно заклиненным между скосом 18 и стенкой 22 буровой скважины, как можно наиболее четко видеть на фиг. 5. Это приводит к увеличению как трения, так и усилия, с которым пробка 10 воздействует на буровую скважину, при этом оба данных фактора создают способность к удерживанию внутри буровой скважины, обеспечивающую фиксацию пробки 10 в данном положении.

Будет видно, что в данном варианте осуществления уплотнительное кольцо 20 выполняет две задачи: основная задача состоит в торможении, которое обеспечивает возможность установки пробки 10 со специально спроектированной поверхностью 14 в одном направлении, но не в обратном направлении; вспомогательная задача состоит в функционировании подобно уплотнению, хотя и неизбежно неидеальному вследствие дефектов на поверхности породы, образующей стенку 22 буровой скважины алмазного бурения, относительно которой она осуществляет "уплотнение".

В проиллюстрированном варианте осуществления пробки 10 кольцевая канавка 16 представляет собой одну из множества кольцевых канавок 16а, 16b и 16с специально спроектированной поверхности 14, и уплотнительное кольцо 20 представляет собой одно из множества уплотнительных колец 20а, 20b и 20с, вставленных соответственно в каждую из кольцевых канавок 16. Несмотря на то что в некоторых буровых скважинах будет достаточно одного уплотнительного кольца 20, использование множества уплотнительных колец 20 многократно увеличивает эффект торможения.

Таким образом, существует возможность создания пробки, которая будет устанавливаться в буровую скважину алмазного бурения в одном направлении, противодействуя значительному давлению воды и потоку воды или давлению ударной волны от взрывчатых веществ с рифлениями. Тормозящее воздействие уплотнительного кольца 20 или множества уплотнительных колец, взаимодействующих со стенкой 22 буровой скважины алмазного бурения, предотвращает выталкивание устройства из буровой скважины алмазного бурения.

Проталкивание пробки 10 в исходном направлении "В" установки снова обеспечит возможность ее свободного перемещения снова в направлении установки. Уплотнительное кольцо будет перекачиваться "вниз" по скосу 18 до первоначального исходного положения у прямоугольного уступа 24, после чего пробка 10 сможет свободно скользить дальше в буровую скважину.

Скос 18 предпочтительно имеет наклон под углом, составляющим приблизительно 30°, относительно продольной оси "Х" пробки 10, но данный угол может варьироваться от 10 до 60° в зависимости от обстоятельств. Создание пробки 10 с множеством идентичных скосов 18, каждый из которых предусмотрен в соответствующей ему, кольцевой канавке 16, является сравнительно простым посредством обычного токарного оборудования или станка с ЧПУ. Создание пробки завершается размещением одного уплотнительного кольца 20 в каждой из канавок 16. После этого пробка 10 может быть установлена в буровой скважине алмазного бурения.

Уплотнительные кольца 20 выполнены с возможностью создания незначительного натяга относительно стенки 22 буровой скважины при использовании во время установки, когда они находятся в исходном положении на основаниях 26, при этом они обеспечивают (а) сопротивление трения о стенку 22 буровой скважины алмазного бурения и (b) неидеальное уплотнение. Пробку 10 вталкивают в скважину с давлением подачи, обеспечиваемым станком для алмазного бурения, при минимальном усилии. При снятии усилия подачи, обеспечиваемого буровым станком, уплотнительные кольца 20 перекачаться в заданное положение вследствие фрикционного контакта со стенкой 22 скважины, и пробка 10 будет принудительно подаваться в незначительной степени в обратном направлении к буровому станку под действием давления воды, действующего на пробку. Это вызывает перекачивание каждого уплотнительного кольца 20 "вверх" по соответствующему ему скосу 18, что приводит к созданию как окружного усилия, так и сопротивления трения о стенку 22 буровой скважины алмазного бурения, что обеспечивает фиксацию пробки 10 в заданном положении и прочное удерживание с противодействием давлению воды.

Фиг. 6 представляет собой график, иллюстрирующий различие в усилии, требуемом во время уста-

новки пробки с уплотнительными кольцами в буровой скважине с диаметром 60 мм, по сравнению с усилием торможения при извлечении пробки с уплотнительными кольцами из буровой скважины. На фиг. 6 смещение вперед (установка) показано как смещение с положительным знаком на горизонтальной оси, и способность выдерживать давление (тормозящее сопротивление) показано с отрицательным знаком на горизонтальной оси.

Из фиг. 6 можно видеть, что имеется некоторое усилие, требуемое для установки пробки с уплотнительными кольцами (показано двумя линиями смещения с положительным знаком), зависящее от износа долота. Усилие, действующее в обратном направлении и требуемое для извлечения пробки из буровой скважины, имеет величину, большую на порядок или еще большую (показано линией смещения с отрицательным знаком). Помимо усилия, требуемого для установки пробки с уплотнительными кольцами, данный способ установки может на больших расстояниях вызывать чрезмерный износ уплотнительного(ых) кольца(колец).

Существуют обстоятельства, в которых важно иметь возможность более легкой установки пробки с уплотнительными кольцами, например вручную, а не с помощью машины. Следовательно, желательно, чтобы уплотнительное кольцо образовывало посадку с натягом в буровой скважине, будучи установленным в заданном положении, но при этом обеспечивало возможность минимизации натяга во время установки. Поскольку уплотнительное кольцо является гибким, это может быть достигнуто геометрическими средствами. Если уплотнительное кольцо вталкивают под углом, превышающим 25° или около этого, и, кроме того, если уплотнительное кольцо имеет зазор относительно опорной поверхности, перпендикулярной к сообщенному наклону и перпендикулярной к направлению буровой скважины, то можно толкнуть уплотнительное кольцо, имеющее несколько больший размер, до конечного "нерабочего" исходного положения при сравнительно малом сопротивлении. Как только уплотнительное кольцо окажется в исходном положении, путем манипуляций его можно будет вернуть обратно в положение, соответствующее перпендикулярной ориентации, для выполнения задачи удерживания. Альтернативно, оно может быть использовано в наклонной ориентации.

Фиг. 7-9 будут использованы для описания второго варианта осуществления пробки 30 с уплотнительным кольцом в соответствии с настоящим изобретением, в которой используется данный признак. Поскольку данный вариант осуществления имеет много признаков/элементов, общих с признаками/элементами первого варианта осуществления пробки 10 с уплотнительными кольцами, те же самые ссылочные позиции будут использованы для обозначения аналогичных элементов, и они не будут снова подробно описаны. Как показано на фиг. 7, когда уплотнительное кольцо 20, по существу, перпендикулярно к продольной оси (оси Z) пробки с уплотнительным кольцом, наружный диаметр уплотнительного кольца немного превышает диаметр буровой скважины, так что оно образует посадку с натягом со стенкой 22 буровой скважины как в направлении оси X, так и в направлении оси Y. Однако, если уплотнительное кольцо наклонено относительно продольной оси удлиненного корпуса под углом θ , составляющим от приблизительно 25° до 75° , как показано на фиг. 8, то будет существовать некоторый зазор между уплотнительным кольцом 20 и стенкой 22 буровой скважины, по меньшей мере, в направлении оси Y.

Для обеспечения данной геометрии кольцевая канавка 16 на специально спроектированной поверхности 14 удлиненного корпуса 12 образована с уступом 34, имеющим наклон под углом θ относительно продольной оси удлиненного корпуса, как показано на фиг. 8. Угол θ выбран таким, что, когда уплотнительное кольцо 30 опирается на уступ 34, имеется некоторый зазор между уплотнительным кольцом 20 и стенкой 22 буровой скважины, при этом при использовании при перемещении пробки 30 в направлении установки любое трение между уплотнительным кольцом 20 и стенкой 22 буровой скважины минимизируется. Благодаря гибкости уплотнительного кольца и зазору относительно основания 26 канавки данная геометрия также создает достаточный зазор в направлении оси X во время установки, как показано на фиг. 9.

Когда пробка 30 с уплотнительным кольцом находится в исходном положении, для перевода уплотнительного кольца 20 обратно в более перпендикулярную ориентацию корпус 12 может быть повернут одновременно с изменением направления линейного перемещения в буровой скважине на противоположное направление торможения, как и в случае предыдущего варианта осуществления, показанного на фиг. 3 и 5. При данном направлении перемещения пробки 30 уплотнительное кольцо 20 свободно перемещается внутри канавки 16. В то же время наклонная поверхность уступа 34 будет обеспечивать перевод уплотнительного кольца в более перпендикулярную ориентацию для увеличения натяга относительно стенки 22 буровой скважины. При этом уплотнительное кольцо 20 будет перекачиваться из его исходного положения на основании 26 "вверх" по скосу 18 (не показанному на фиг. 8), когда его наружная окружная периферия входит в контактное взаимодействие со стенкой 22 ствола скважины. Чем большее усилие будет приложено к корпусу 12 пробки 30, тем в большей степени уплотнительное кольцо 20 будет пытаться перекачаться дальше "вверх" по скосу 18 и, следовательно, оно станет тем сильнее заклиненным между скосом 18 и стенкой 22 буровой скважины.

При использовании данной геометрии в конструкции пробки с уплотнительным кольцом процесс установки уплотнительного кольца становится таким же, как процесс установки пробки, хотя и с одним

возможным дополнительным этапом, а именно, поворотом пробки в конце процесса. Кроме того, в некоторых ситуациях может потребоваться вталкивание пробки в буровую скважину посредством бурового станка на сотни метров, и в этом случае износ уплотнительных колец будет важным фактором, который может снизить их способность обеспечивать надлежащее тормозящее воздействие. Однако если уплотнительные кольца наклонены вперед до размещения в заданном положении, это предотвратит возникновение чрезмерного износа уплотнительных колец.

В исходной конфигурации с уплотнительным кольцом, взаимодействующим со скосом, по первому варианту осуществления (проиллюстрированному на фиг. 1 и 5) тормозящее воздействие в качестве основной задачи сочеталось с герметизирующим/уплотняющим воздействием в качестве вспомогательной задачи. Удерживание вызывает перемещение уплотнительного кольца вверх по скосу; тем не менее, поскольку давление, действующее со стороны текучей среды в буровой скважине, действует в противоположном направлении, существует опасность того, что при более высоких давлениях уплотнение, обеспечиваемое уплотнительными кольцами, может быть нарушено. Соответственно, максимальное давление до разрушения, которое может выдерживать одно уплотнительное кольцо, ограничено приблизительно 250 фунтами на кв. дюйм (17 бар). Хотя это вполне достаточно для некоторых применений, это не создает какой-либо возможности наличия запаса прочности.

Функции торможения (удерживания) и уплотнения предпочтительно могут быть разделены посредством выполнения стандартных сальниковых уплотнений поршневого типа с дополнительными уплотнительными кольцами на пробке, расположенными перед и/или за удерживающими уплотнительными кольцами. Поскольку поверхность породы не является гладкой до такой степени, которая позволила бы образовать идеальное уплотнение (например, внутренняя сторона буровой скважины в отличие от цилиндра, подвергнутого механической обработке), всегда имеет место утечка очень малой величины мимо любого из уплотнительных колец 20 на пробке 10 с уплотнительными кольцами. Обычно при стандартном уплотнительном кольце, используемом для уплотнения в металлических компонентах, подвергнутых механической обработке, уплотнительные кольца, расположенные последовательно, являются избыточными, поскольку первое уплотнительное кольцо обеспечивает уплотнение с пренебрежимо малой утечкой мимо него. Следовательно, дополнительные уплотнительные кольца, расположенные за ним по ходу потока, в этом случае не оправданы. Однако в породе, где всегда имеется неизбежная утечка мимо уплотнительных колец вследствие неидеального уплотнения (хотя и с очень малыми потоками), чем больше последовательно расположенных герметизирующих уплотнительных колец будет предусмотрено, тем больше будет иметься барьеров для противодействия утечке и, следовательно, тем меньше будет величина утечки.

Третий вариант осуществления пробки 40 с уплотнительными кольцами, которая предназначена для изоляции воды под высоким давлением в буровой скважине алмазного бурения и в которой функции торможения (удерживания) и уплотнения разделены, проиллюстрирован на фиг. 10 (пробка показана в продольном сечении без уплотнительных колец). Поскольку данный вариант осуществления имеет много признаков/элементов, общих с признаками/элементами первого варианта осуществления пробки 10 с уплотнительными кольцами, те же самые ссыльные позиции будут использованы для обозначения аналогичных элементов, и они не будут снова подробно описаны. Как показано на фиг. 10, имеются четыре кольцевые удерживающие канавки 16 на специально спроектированной поверхности 14 на корпусе пробки 40, при этом каждая из канавок 16 обеспечивает опорную поверхность/гнездо для одного из тормозящих уплотнительных колец 20 (непоказанных).

Также имеются две пары кольцевых уплотнительных канавок 42, выполненных на специально спроектированной поверхности 14, при этом первая пара выполнена перед удерживающими канавками, выполненными со скосом, и вторая пара выполнена за удерживающими канавками (если смотреть в направлении установки). Уплотнительные канавки 42 имеют прямоугольную форму поперечного сечения, как показано на фиг. 10, которая аналогична стандартным сальниковым уплотнениям поршневого типа, и предназначены для приема соответствующих герметизирующих уплотнительных колец, размещаемых в них. Выполнение множества герметизирующих уплотнительных колец означает, что перепад давления на каждом уплотнительном кольце разделен, что делает задачу более легкой, чем она была бы в случае единственного уплотнительного кольца.

Выполнение герметизирующих уплотнительных колец может привести к уменьшению давления, действующего на удерживающие уплотнительные кольца до такой степени, при которой одно уплотнительное кольцо будет выдерживать 700-800 фунтов на кв. дюйм (48-55 бар). Для пробки NQ с диаметром 76 мм это составляет приблизительно 2 т на уплотнительное кольцо, так что четыре удерживающих уплотнительных кольца обеспечивают потенциальную удерживающую силу, составляющую 8 т, что было позднее подтверждено в гидравлическом прессе. Для учета износа бурового долота и, следовательно, отклонений в диаметре буровой скважины данные герметизирующие уплотнительные кольца могут быть предусмотрены на опорных поверхностях с последовательно увеличивающимися диаметрами.

Из приведенного выше разъяснения третьего варианта осуществления пробки 40 с уплотнительными кольцами следует, что давление на удерживающие уплотнительные кольца при наличии герметизирующих уплотнительных колец теперь составляет приблизительно половину или даже меньше по срав-

нению с давлением без герметизирующих уплотнительных колец. Тем не менее, по-прежнему имеется перепад давлений на каждом из удерживающих уплотнительных колец. В идеальном случае для обеспечения характеристики максимального удерживания перепад давлений с каждой стороны удерживающих уплотнительных колец должен быть полностью устранен.

Фиг. 11 иллюстрирует четвертый вариант осуществления пробки 50 с уплотнительными кольцами, в котором отверстие 52 для текучей среды выполнено параллельно каждой удерживающей канавке 42 и обеспечивает сообщение по текучей среде, которое обеспечивает возможность свободного прохождения воды и, следовательно, выравнивания давлений на каждом удерживающем уплотнительном кольце 20 (непоказанном). Это могло бы быть выполнено в виде паза, вырезанного в боковой стороне пробки от края до края каждого скоса 18. Однако это создало бы потенциальные проблемы вследствие того, что острые края на скосах в этом случае могли бы врезаться в удерживающие уплотнительные кольца во время выполнения удерживающими уплотнительными кольцами задачи удерживания.

Лучшим подходом является сверление отверстий 52 сквозь корпус 12 пробки 50 от окружной периферии в месте расположения каждого отверстия до центрального отверстия 54, как показано на фиг. 11. При этом будет устранен любой перепад давлений на удерживающих уплотнительных кольцах и будет гарантировано то, что вся герметизация будет выполняться герметизирующими уплотнительными кольцами. Следует отметить, что центральное отверстие 54 должно быть перекрыто во время изготовления при завершении образования отверстий пробки.

Иногда существует потребность в установке пробки, которая, будучи установленной, больше не скользила бы легко вперед (в направлении установки). Это может иметь место, например, когда буровая бригада хочет выполнить цементирование за пробкой и, следовательно, одна из задач пробки состоит в удерживании столба жидкого цементного раствора за ней. Это может быть достигнуто за счет наличия одного или более уплотнительных колец, наклоненных в обратном направлении. Фиг. 12 иллюстрирует пятый вариант осуществления пробки 60 с уплотнительными кольцами в соответствии с настоящим изобретением, в которой предусмотрено уплотнительное кольцо 62, взаимодействующее со скосом, направленным в обратную сторону. Уплотнительное кольцо 62, взаимодействующее со скосом, направленным в обратную сторону, вставлено в канавку 66, которая имеет скос 68, направленный в обратную сторону и проходящий от окружной периферии, соответствующей максимальному диаметру, до окружной периферии, соответствующей минимальному диаметру специально спроектированной поверхности, в направлении установки.

Затруднение, связанное с данной конструкцией, связано с предотвращением перекачивания уплотнительного кольца 62, взаимодействующего со скосом, направленным в обратную сторону, вверх по скосу 68 и его заклинивания между специально спроектированной поверхностью и стенкой буровой скважины во время установки. Это может быть достигнуто посредством использования одной или более установочных штанг 64 для удерживания уплотнительного кольца 62, взаимодействующего со скосом, направленным в обратную сторону, во время установки при удерживании его под достаточным углом и на безопасном расстоянии от скоса 68, направленного в обратную сторону, так, чтобы оно не взаимодействовало со скосом во время установки (как проиллюстрировано на фиг. 12).

При данной конструкции, когда буровое долото (или другой инструмент для установки) будет отделено от пробки вместе с установочными штангами, уплотнительное кольцо 62 сможет свободно перемещаться и выполнять свою задачу удерживания пробки в направлении вперед (направлении установки). Может быть предусмотрено "автономное" уплотнительное кольцо, взаимодействующее со скосом, направленным в обратную сторону, или оно может сочетаться с обычными тормозящими уплотнительными кольцами и скосами, которые будут удерживать пробку в направлении торможения (как показано на фиг. 12), и/или сочетаться с герметизирующими уплотнительными кольцами в зависимости от задачи.

Также было выявлена потребность в пробке с уплотнительными кольцами, предназначенной для обеспечения быстрого, простого и стандартного закрытия буровых скважин алмазного бурения. Подобная пробка защитит от образования ребер на стенках буровой скважины, если скважина будет пересекать зону активной добычи, т.е. пробка будет образовывать преграду для любой ударной волны, а также для более низких давлений воды. Фиг. 13 и 14 иллюстрируют шестой вариант осуществления пробки 70 с уплотнительными кольцами, предназначенной для удовлетворения данной потребности. Пробка данного вида обычно используется в буровых скважинах алмазного бурения, которые не имеют значительных количеств воды, что имеет место в большинстве случаев. Данная пробка функционирует за счет наличия двух уплотнительных колец в каждой удерживающей канавке, как описано ниже более подробно. Удерживание является, по существу, таким же, как в вариантах осуществления, описанных ранее. Преимущество, связанное с двумя уплотнительными кольцами, заключается в том, что во время установки уменьшается износ на уплотнительном кольце, контактирующем со стенкой буровой скважины. Также обеспечивается надежное сопротивление в направлении вперед, что означает, что пробка будет служить опорой для столба жидкого цементного раствора, размещенного за ней, если на руднике будет желательно заполнить это.

Поскольку пробка 70 с уплотнительными кольцами, проиллюстрированная на фиг. 13 и 14, имеет много признаков/элементов, общих с признаками/элементами первого варианта осуществления пробки

10 с уплотнительными кольцами, одни и те же ссылочные позиции будут использованы для обозначения аналогичных элементов, и они не будут снова подробно описаны. В данном варианте осуществления первое уплотнительное кольцо 20 взаимодействует в удерживающей канавке 16 со вторым, задним уплотнительным кольцом 72, имеющим, по существу, такие же размеры. Данное второе уплотнительное кольцо 72 служит в качестве упругой опоры и обеспечивает опору для первого уплотнительного кольца 20 в месте в начале скоса 18, когда оно контактирует со стенкой 22 буровой скважины во время установки. Первое уплотнительное кольцо 20 поворачивается в направлении перекачивания вниз по скосу 18 во время перемещения пробки 72 в направлении В установки, как показано на фиг. 14, но удерживается на месте за счет пружинящего действия второго уплотнительного кольца 72.

Два уплотнительных кольца 20, 72 входят в контактное взаимодействие друг с другом за счет фрикционного контакта и поворачиваются вместе подобно паре зубчатых колес, находящихся в зацеплении и вращающихся в противоположных направлениях. Эта комбинация поворота и пружинящего действия служит для (а) уменьшения износа первого уплотнительного кольца 20, обусловленного трением, и (b) обеспечения сопротивления перемещению пробки 70 в направлении вперед и составляющего приблизительно 100 кг. Сопротивление перемещению в направлении вперед желательнее при некоторых обстоятельствах, поскольку оно позволяет пробке обеспечивать опору для столба жидкого цементного раствора, размещенный за пробкой, после установки. Без этого пробка могла бы скользить вперед под действием веса столба жидкого цементного раствора за ней. При дублированных удерживающих канавках и парах уплотнительных колец сопротивление перемещению в направлении вперед может быть задано таким, чтобы удовлетворять требованиям и обеспечивать опору, например, для столба жидкого цементного раствора за пробкой 70. В других отношениях пробка 70 функционирует почти так же, как первый вариант осуществления описанный выше.

Теперь, когда несколько вариантов осуществления пробки с уплотнительными кольцами описаны подробно, станет очевидно, что описанные варианты осуществления обеспечивают ряд преимуществ по сравнению с предшествующим уровнем техники, включая следующие:

- (i) изготовление и установка пробки являются простыми и не требуют специализированного оборудования или инструментов;
- (ii) самофиксация, удерживание или торможение пробки обеспечивает очень надежное перекрытие буровой скважины;
- (iii) использование множества уплотнительных колец обеспечивает не только увеличение тормозящего воздействия, но также и улучшение уплотнения относительно стенки буровой скважины, что препятствует выходу воды;
- (iv) включение наклонного уступа для уменьшения натяга уплотнительного кольца относительно стенки буровой скважины обеспечивает возможность установки пробок вручную в буровой скважине;
- (v) отделение функции торможения от функции уплотнения/герметизации за счет добавления одного или более герметизирующих уплотнительных колец обеспечивает не только улучшение уплотнения, но также и удерживающее сопротивление.

Специалистам в соответствующих областях техники будет очевидно, что могут быть выполнены различные модификации и усовершенствования вышеприведенных вариантов осуществления помимо тех, которые уже описаны, без отхода от основных идей настоящего изобретения. Например, толщина уплотнительных колец и соответствующая глубина канавок относительно диаметра корпуса пробки могут значительно отличаться от тех, которые показаны в проиллюстрированных вариантах осуществления. Следовательно, будет понятно, что объем изобретения не ограничен конкретными описанными вариантами осуществления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Пробка для предотвращения поступления воды высокого давления в буровую скважину в горной породе, содержащая

удлиненный корпус из сплошного твердого непроницаемого материала, при этом на наружной поверхности удлиненного корпуса предусмотрена кольцевая удерживающая канавка, имеющая скос, проходящий от наружной поверхности, соответствующей максимальному диаметру, до наружной поверхности, соответствующей минимальному диаметру, в направлении торможения, в котором предусмотрено предотвращение перемещения пробки в буровой скважине; и

уплотнительное кольцо, установленное в удерживающей канавке наружной поверхности и имеющее некоторую толщину, при этом оно выступает над наружной поверхностью, соответствующей максимальному диаметру, и выполнено с возможностью входить в контактное взаимодействие со стенкой буровой скважины так, что при использовании уплотнительное кольцо имеет возможность заклиниваться между наружной поверхностью и стенкой буровой скважины, обеспечивая при этом тормозящее воздействие для пробки у стенки буровой скважины.

2. Пробка по п.1, в которой удерживающая канавка также имеет уступ, расположенный напротив скоса, при этом уплотнительное кольцо прилегает к уступу при вставке пробки в буровую скважину в

направлении установки, противоположном по отношению к направлению торможения.

3. Пробка по п.2, в которой уступ проходит в плоскости, по существу, перпендикулярной к продольной оси удлиненного корпуса.

4. Пробка по п.2, в которой уступ проходит в плоскости, имеющей наклон относительно продольной оси удлиненного корпуса под углом θ , составляющим от приблизительно 25 до 75°.

5. Пробка по п.4, в которой угол θ выбран так, что, когда уплотнительное кольцо опирается на уступ, имеется некоторый зазор между уплотнительным кольцом и стенкой буровой скважины, при этом при использовании при перемещении пробки в направлении установки любое трение между уплотнительным кольцом и стенкой буровой скважины минимизируется.

6. Пробка по п.5, в которой удерживающая канавка также имеет основание, по существу, с постоянным диаметром, выполненное между уступом и скосом, при этом основание удерживает уплотнительное кольцо во время перемещения пробки в скважине в направлении установки.

7. Пробка по п.1, в которой скос имеет наклон под углом от 10 до 60° относительно продольной оси пробки.

8. Пробка по п.7, в которой скос имеет наклон под углом, составляющим, по существу, 30° относительно продольной оси пробки.

9. Пробка по п.1, в которой удерживающая канавка представляет собой одну из множества удерживающих канавок поверхности и уплотнительное кольцо представляет собой одно из множества уплотнительных колец, вставленных соответственно в каждую из удерживающих канавок.

10. Пробка по п.1, в которой функция торможения, обеспечиваемая уплотнительными кольцами, отделена от функции уплотнения за счет выполнения одного или более герметизирующих уплотнительных колец помимо тормозящих уплотнительных колец.

11. Пробка по п.10, в которой одна или более кольцевых уплотнительных канавок прямоугольного поперечного сечения выполнены на поверхности для приема соответствующих герметизирующих уплотнительных колец, размещаемых в них.

12. Пробка по п.11, в которой множество кольцевых уплотнительных канавок выполнены перед удерживающими канавками и/или за удерживающими канавками.

13. Пробка по п.12, в которой отверстие для текучей среды выполнено параллельно каждой удерживающей канавке для обеспечения сообщения по текучей среде и, следовательно, для выравнивания давлений на каждом удерживающем уплотнительном кольце.

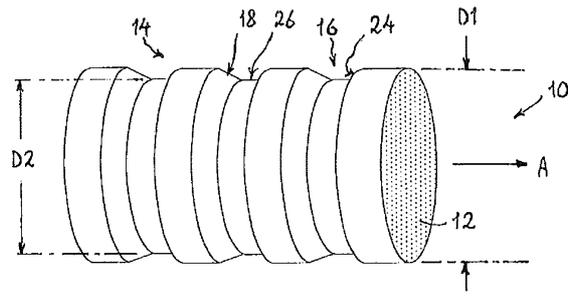
14. Пробка по п.13, в которой множество отверстий для текучей среды проходят через корпус пробки от наружной поверхности в месте расположения каждого отверстия для текучей среды до центрального отверстия.

15. Пробка по п.2, в которой уплотнительное кольцо, взаимодействующее со скосом, направленным в обратную сторону, вставлено в канавку, которая имеет скос, направленный в обратную сторону и проходящий от наружной поверхности, соответствующей максимальному диаметру, до наружной поверхности, соответствующей минимальному диаметру, в направлении установки, при этом при использовании пробка также может удерживаться в направлении установки.

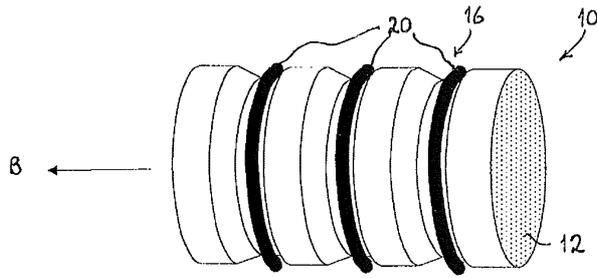
16. Пробка по п.15, в которой одна или более установочных штанг предусмотрены для удерживания уплотнительного кольца, взаимодействующего со скосом, направленным в обратную сторону, во время установки при удерживании его под достаточным углом и на безопасном расстоянии от скоса, направленного в обратную сторону, так, чтобы оно не взаимодействовало со скосом во время установки.

17. Пробка по п.1, в которой второе уплотнительное кольцо вставлено в удерживающую канавку и служит опорой для первого уплотнительного кольца в месте в начале скоса, когда оно контактирует со стенкой буровой скважины во время установки, при этом при использовании два уплотнительных кольца входят в контактное взаимодействие друг с другом за счет фрикционного контакта и поворачиваются вместе подобно паре зубчатых колес, находящихся в зацеплении и вращающихся в противоположных направлениях, так что при повороте первого уплотнительного кольца в направлении скатывания вниз по скосу во время установки оно удерживается на месте в начале скоса за счет пружинящего действия второго уплотнительного кольца.

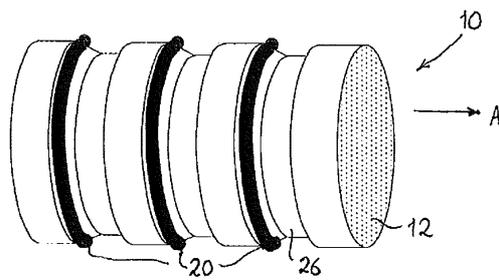
18. Пробка по п.17, в которой первое и второе уплотнительные кольца имеют, по существу, одинаковый размер.



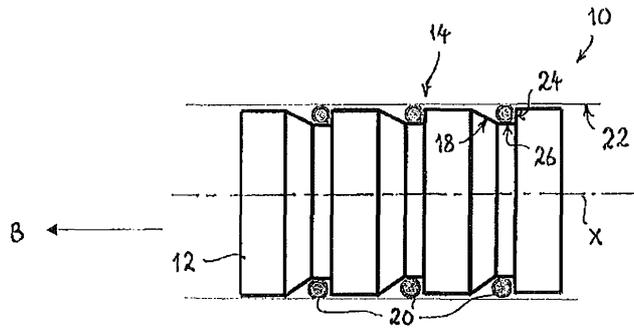
Фиг. 1



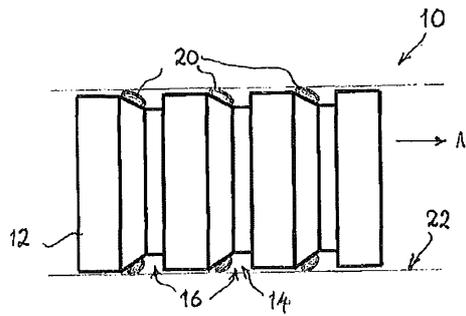
Фиг. 2



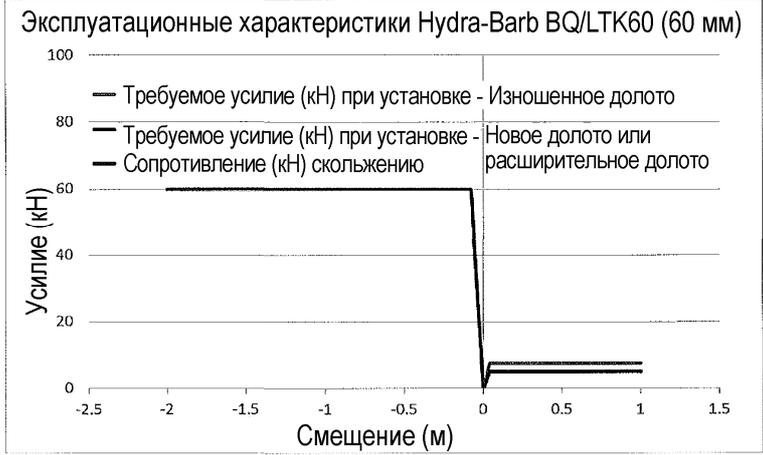
Фиг. 3



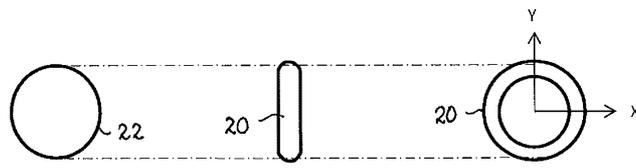
Фиг. 4



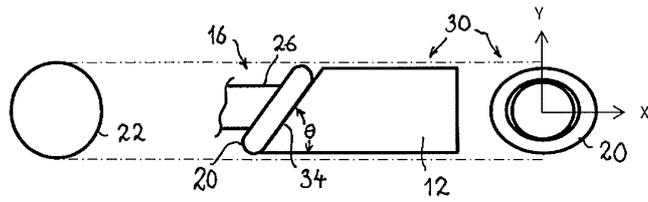
Фиг. 5



Фиг. 6



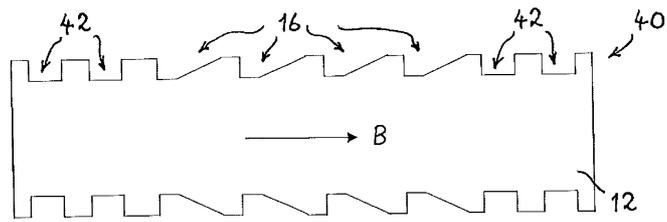
Фиг. 7



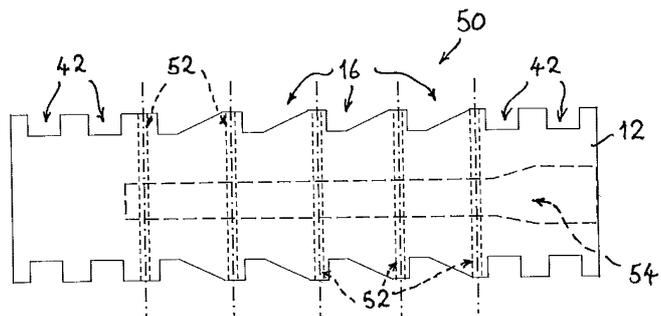
Фиг. 8



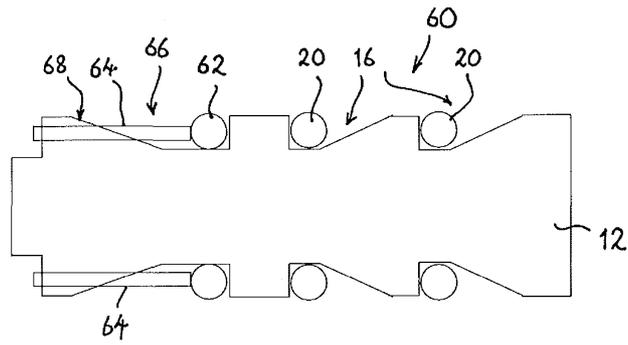
Фиг. 9



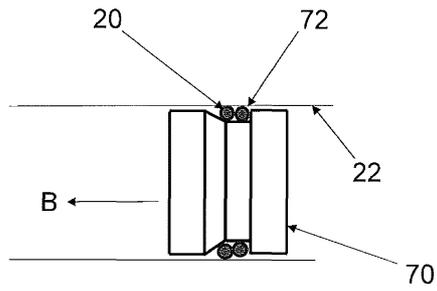
Фиг. 10



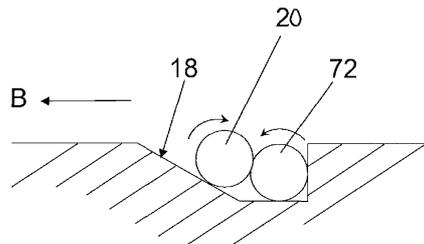
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14

