

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040552**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.22

(21) Номер заявки
202090912

(22) Дата подачи заявки
2018.10.08

(51) Int. Cl. *E21B 7/06* (2006.01)
E21B 25/02 (2006.01)
E21B 23/01 (2006.01)

(54) НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОЕ БУРЕНИЕ

(31) **1716427.8**

(32) **2017.10.06**

(33) **GB**

(43) **2020.08.31**

(86) **PCT/EP2018/077367**

(87) **WO 2019/068938 2019.04.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПРИОРИТИ ДРИЛЛИНГ ЛТД (IE)

(72) Изобретатель:
Дайнин Майкл (IE)

(74) Представитель:
**Лебедев В.В., Угрюмов В.М.,
Глухарёва А.О., Гизатуллина Е.М.,
Строкова О.В., Костюшенкова М.Ю.,
Гизатуллин Ш.Ф., Парамонова К.В.,
Джермакян Р.В. (RU)**

(56) **US-A-5826651**
US-A1-2007017707

(57) При подготовке к наклонно-направленному бурению клин, удерживаемый дистально перед трубчатой бурильной колонной, подается вперед вдоль основного ствола скважины. Клин соединен с бурильной колонной посредством жесткого соединительного звена, которое проходит через породоразрушающий инструмент вдоль центральной продольной оси. Клин может быть соединен с бурильной колонной через внутренний опускающий механизм, который может быть захвачен канатной подъемной системой. После фиксации клина в точке резки в стволе скважины по требуемому азимуту соединение соединительного звена разрывается. После этого опускающий механизм может быть извлечен и заменен внутренней керноприемной трубой без перемещения бурильной колонны. Затем бурильная колонна выдвигается для выбуривания бокового ствола скважины, отходящего от основного ствола скважины по азимуту, заданному клином. При этом обеспечивается преимущество, состоящее в том, что устраняется необходимость в извлечении бурильной колонны до начала выбуривания бокового ствола скважины.

B1**040552****040552****B1**

Область техники, к которой относится настоящее изобретение

Настоящее изобретение относится к наклонно-направленному бурению скважин. В частности, настоящее изобретение относится к вопросам создания бокового ствола скважины, который отходит от основного ствола скважины.

В принципе, настоящее изобретение может быть использовано для бурения скважин с самыми разными целями. Однако в представленном документе настоящее изобретение описано применительно к бурению скважин с целью извлечения проб керна из подземных пластов.

Предшествующий уровень техники настоящего изобретения

Бурение является наиболее надежным и точным способом выполнения трехмерных подземных съёмок. Например, методы поисково-разведочного алмазного бурения могут быть использованы для разведки и определения границ подземных месторождений полезных ископаемых, таких как рудные линзы.

Во время поисково-разведочного бурения из скважины периодически поднимаются пробы керна, которые документируются и передаются на хранение для последующего анализа. Например, пробы керна, отбираемые из множества скважин, отстоящих друг от друга в поперечном направлении, могут быть использованы для построения геологических профилей. За счет этого устанавливается сплошность, протяженность залегания и состав подземного ресурса, что помогает определить и подсчитать доступные полезные ископаемые.

Традиционно бурение скважины выполняется с помощью буровой установки, расположенной на поверхности земли или под землей, которая собирает и вращает бурильную колонну, спускаемую в скважину. Бурильная колонна содержит множество бурильных труб, которые стыкуются между собой посредством резьбовых муфт.

Установка опускает бурильную колонну в скважину по мере того, как кольцевой породоразрушающий инструмент, содержащий алмазное буровое долото или буровую коронку в нижней части вращающейся бурильной колонны, проходит через подземный пласт. Установка наращивает бурильную колонну, последовательно добавляя дополнительные бурильные трубы, которые прикрепляются к верхней части бурильной колонны по мере ее опускания в углубляющуюся скважину. Для охлаждения породоразрушающего инструмента и отведения бурового шлама применяется буровой раствор, например, на основе воды, который прокачивается вдоль бурильной колонны.

Скважина может быть условно вертикальной или же она может быть специально отклонена от вертикали. Скважина может даже проходить по существу горизонтально или загигаться вверх, по меньшей мере, частично. В любом случае стандартная скважина проявляет тенденцию к небольшому изгибанию по своей длине, поскольку на траекторию бурильной колонны влияют условия под землей и сила земного притяжения.

Применительно к разведке месторождений полезных ископаемых скважина часто заходит под землю в направлении цели на глубину от 1 до 2 км или больше. Следовательно, может потребоваться несколько часов для полной сборки бурильной колонны и еще несколько дополнительных часов для ее разборки, например, с целью замены породоразрушающего инструмента.

Во время работы породоразрушающий инструмент вращается и отбирает цилиндрические пробы керна, которые поступают внутрь полой бурильной колонны. Последовательно отбираемые пробы керна должны извлекаться на поверхность через каждые несколько метров проходки. Во избежание задержки при разборке бурильной колонны во время ее извлечения из скважины последняя проба керна должна быть извлечена на поверхность еще до того, как бурильная колонна будет поднята наружу.

Этот принцип лежит в основе колонкового бурения со съёмным керноприёмником, при котором проба керна поступает во внутреннюю керноприёмную трубу, которая располагается концентрически внутри наружной бурильной трубы в нижней части бурильной колонны. Эта самая нижняя бурильная труба задает внешнюю керноприёмную трубу, которая несет на себе породоразрушающий инструмент. Периодически с керноприёмником соединяется канат, заводимый с поверхности внутрь скважины, чтобы можно было поднять из нем внутреннюю керноприёмную трубу с пробой керна, телескопически выдвинув ее из внешней керноприёмной трубы, которая охватывает внутреннюю керноприёмную трубу.

Традиционно оконтуривание подземных месторождений полезных ископаемых выполняется путем площадного бурения множества скважин с поверхности земли. Однако при площадном бурении захватывается большой участок земли, возникают проблемы с доступом, задействуется множество единиц ценного бурового оборудования и затрачивается слишком много времени и средств. С учетом этих недостатков были разработаны методы наклонно-направленного бурения, предусматривающие бурение с поверхности лишь одного материнского или основного ствола скважины, который уже под землей разветвляется на один или несколько вторичных боковых стволов. Эти боковые стволы скважины сами могут разветвляться на один или несколько третичных боковых стволов, каждый из которых, в принципе, также может иметь дополнительные ответвления.

Таким образом, наклонно-направленное бурение позволяет одному основному стволу скважины на поверхности земли взаимодействовать с одним или несколькими его ответвлениями под землей. Боковые стволы скважины обеспечивают дополнительные пересечения с подземной целью, причем требуемые интервалы между соседними стволами могут составлять, скажем, 40 м. В сравнении с традиционным

площадным бурением с поверхности земли для наклонно-направленного бурения требуется участок меньшей площади и меньше единиц бурового оборудования, что значительно экономит время и средства. Действительно, каждый боковой ствол обычно экономит от четырех до пяти недель на традиционном колонковом бурении со съёмным керноприёмником до сопоставимой глубины.

Для удобства пользования представленное описание определяет ближайшее предшествующее ответвление в качестве основного ствола скважины, а непосредственно последующее ответвление, отходящее от этого ствола - в качестве бокового ствола скважины, вне зависимости от того, предшествуют ли основному стволу какие-либо дополнительные ответвления или нет.

Согласно одному из подходов к разведке полезных ископаемых вертикальный основной ствол скважины может быть пробурен через весь основной стратиграфический разрез месторождения с целью определения геологических условий и локального строения этого месторождения. По завершении бурения основной ствол скважины подвергается съёмке от его нижней части до поверхности земли. Вследствие этого точно определяется трехмерное положение и форма основного ствола, что позволяет рассчитать параметры отводимых от него боковых стволов.

По окончании бурения и съёмки основного ствола скважины и при необходимости создания бокового ствола первым делом требуется определить точку реззки или КОР. Точка реззки находится на глубине, на которой боковой ствол должен отклоняться от продольной оси основного ствола скважины. Точка реззки может располагаться, например, выше забоя на глубине, скажем, 900 м в основном стволе скважины глубиной, скажем, 1500 м. Для этого к точке реззки в основном стволе скважины подводится отклоняющийся клин для отведения бурильной колонны в сторону от основного ствола скважины через его боковую поверхность, чтобы положить начало боковому стволу скважины.

Указанный клин содержит удлиненное, в общем, цилиндрическое тело, точно вписывающееся по размерам в основной ствол скважины в точке реззки. В теле клина вырезан неглубокий наклонный участок, отклоняющийся от его центральной продольной оси, который задает суживающуюся вверх вогнутую поверхность или грань клина. Один из общеизвестных примеров реализации такого клина известен в буровой промышленности под названием "клин Холл-Роу" или "клин-отклонитель".

Использование отклоняющего клина хорошо известно в данной области техники. Обычно этот клин соединен с фрезерной головкой посредством муфты со срезным штифтом, а примеры такого решения раскрыты в документах US 3908759; US 5647436; US 20060037759; WO 02/02903; CN 105649564; ON 205477483 и ON 205477484.

Другие примеры реализации клиньев для наклонно-направленного бурения предшествующего уровня техники описаны в следующих документах: WO 2017099780; CA 2475602; US 2445100; US 3029874; CN 202348244; CN 202544778; US 4182423; CN 203547610; CN 2753868; CN 2763455; EP 664372; US 1608711; CN 205876188; US 9951573; GB 2304760; GB 727897; CN 202348191; US 2003/010533; US 20130168151; DE 3832715; US 6003621; US 6360821; US 6092601; CN 202348191; US 20070240876; CN 204139966; US 20160326818; US 20070221380; US 9617791; US 6076606; US 20020170713; US 8245774; US 5871046; US 7124827; US 20030196819; RU 2650163; SU 878894; SU 857416; US 20030213599; US 6910538; US 6427777; WO 2011/150465; US 6899173; US 5785133; и CN 204960847.

Обычно размещение клина в основном стволе скважины представляет собой сложный и длительный процесс, требующий выполнения множества спускоподъемных операций в отношении колонны бурильных труб. При каждой такой операции колонна бурильных труб собирается для опускания к точке реззки, а затем разбирается для подъема от точки реззки. Например, стандартное размещение клина предусматривает последовательную установку в стволе скважины двух пробок для удержания устанавливаемого затем клина. В свою очередь, каждая пробка, за которой располагается клин, должна устанавливаться путем ее опускания к точке реззки также с помощью колонны бурильных труб.

Первая пробка представляет собой механически раздвигаемую металлическую пробку, например, реализуемую на рынке под торговой маркой "Van Ruth". Такая пробка может быть заведена к стволу скважины и доставлена к точке реззки, будучи прикрепленной к нижней части колонны бурильных труб, или же она может быть приведена в движение давлением воды с целью ее перемещения вдоль колонны бурильных труб и доставки к точке реззки, где эта пробка выходит из колонны бурильных труб и раздвигается, входя в зацепление с окружающей стенкой ствола скважины. В обоих случаях для доставки пробки к точке реззки колонна бурильных труб должна быть сначала собрана, а затем разобрана.

Вторая пробка представляет собой цилиндрическую деревянную пробку. Эта пробка заводится в ствол скважины, будучи прикрепленной к нижней части колонны бурильных труб, и опирается на первую пробку, которая была установлена ранее. Вторая пробка выполнена с возможностью скользящей посадки в стволе скважины с очень малым зазором, и обычно она изготавливается из мягкой древесины для поглощения влаги и разбухания в месте локализации, вследствие чего она входит в зацепление с окружающей стенкой ствола скважины. Как и в предыдущих случаях, для установки второй пробки поверх первой пробки колонна бурильных труб должна быть сначала собрана, а затем разобрана.

Вторая пробка обычно оставляется на своем месте, по меньшей мере, на ночь для разбухания и занятия окончательного положения. После этого собирается клин, который опускается в ствол скважины,

будучи прикрепленным к нижней части другой колонны бурильных труб. После заведения в ствол скважины клин опускается до точки, находящейся непосредственно над деревянной пробкой, и выравнивается путем вращения колонны бурильных труб таким образом, чтобы грань клина была обращена в сторону требуемого азимута. Азимут может определяться относительно направления на северный магнитный полюс по существу в вертикальных стволах или относительно центра тяжести в наклонных стволах.

По окончании выравнивания грани клина по требуемому азимуту этот клин надежно фиксируется на своем месте путем введения его в зацепление с деревянной пробкой. Обычно этот процесс предусматривает использование бурильной установки для опускания колонны бурильных труб, вследствие чего острая режущая кромка в нижней части клина врезается в деревянную пробку. Клин может быть также зацементирован в основном стволе скважины.

Теперь клин готов к отклонению бурильной колонны с тем, чтобы положить начало боковому стволу скважины. Боковой ствол скважины будет отходить вниз и наружу от основного ствола скважины примерно по требуемому азимуту, который был определен ориентацией грани клина. Разумеется, начало процесса создания бокового ствола скважины предусматривает выполнение еще одной спускоподъемной операции с разборкой колонны бурильных труб и повторной сборкой бурильной колонны.

После того как клин был зафиксирован на своем месте, путем обычного бурения со съёмным керноприёмником может быть пройдено еще нескольких метров ниже клина с целью задания бокового ствола скважины. На этой стадии устраняется магнитное влияние клина, и благодаря этому оборудование для наклонно-направленного бурения с помощью забойного двигателя может быть правильно сориентировано в боковом стволе скважины. Бурение с помощью забойного двигателя обеспечивает требуемый угол наклона и азимутальное направление вновь создаваемого бокового ствола скважины перед возобновлением обычного колонкового бурения со съёмным керноприёмником.

Таким образом, после начала бурения нового бокового ствола скважины по ту сторону пробки методом обычного колонкового бурения со съёмным керноприёмником бурильная колонна должна быть извлечена из скважины. Затем должно быть собрано оборудование для наклонно-направленного бурения с помощью забойного двигателя, которое опускается в боковой ствол скважины, будучи прикрепленным к нижней части колонны бурильных труб. После прохождения каждых нескольких метров методом бурения забойным двигателем должна проводиться проверка ориентации, и при необходимости ориентация инструмента должна быть скорректирована. Если бурение бокового ствола скважины производится с требуемым углом наклона и азимутальным направлением по правильной траектории, то стадия бурения забойным двигателем завершается и колонна бурильных труб с оборудованием для бурения забойным двигателем извлекается на поверхность.

Затем на колонну бурильных труб может быть опущено расширяющее оборудование, предназначенное для расширения ствола скважины в месте его наибольшего изгиба вблизи точки резки, благодаря чему ствол скважины сглаживается и увеличивается в диаметре, что облегчает прохождение этого изгиба колонной бурильных труб для колонкового бурения со съёмным керноприёмником. По завершении расширения колонна бурильных труб с расширяющим оборудованием извлекается на поверхность, после чего возобновляется обычное колонковое бурение бокового ствола скважины со съёмным керноприёмником до достижения подземной цели, сопровождающееся отбором проб керна. Во время выполнения указанной последней стадии колонкового бурения со съёмным керноприёмником периодически могут проводиться дополнительные замеры для проверки траектории ствола скважины, чтобы удостовериться в том, что цель достигнута и что нет никакой необходимости в корректирующем наклонно-направленном бурении.

По окончании бурения бокового ствола скважины проводится измерение его угла и азимута через установленные интервалы снизу до уровня выше клина для предоставления точных данных о его положении и облегчения расчетов в отношении любых последующих вторичных или третичных ответвлений ствола скважины.

Каждая спускоподъемная операция, предусматривающая сборку колонны бурильных труб или бурильной колонны с ее последующей разборкой, может занять всю рабочую смену, при этом будут заняты два или более оператора, управляющие буровой установкой на поверхности. Очевидно, что продолжительность и, соответственно, сопутствующие издержки, связанные с этими повторяющимися спускоподъемными операциями, являются существенным недостатком.

Многочисленные спускоподъемные операции также увеличивают риск того, что во время опускания или подъема колонны бурильных труб или бурильной колонны что-то может пойти не так. Например, стенка ствола скважины может завалиться внутрь, или поверх пробок может скапливаться шлам. Возможно даже падение бурильных труб в ствол скважины или за его пределы, что потенциально опасно для операторов, которые могут получить увечья, и что может сорвать выполнение бурильных работ.

Еще одна проблема, связанная с обычным способом установки клина, заключается в том, что сцепление деревянной пробки с режущей кромкой в нижней части клина может оказаться ненадежным, в частности, если вследствие многочисленных спускоподъемных операций поверх пробки скапливается шлам. Это может привести к отклонению грани клина от требуемого азимута.

В данной области техники хорошо известно использование как гидравлической, так и механической

блокировок. Примеры гидравлических запорных механизмов описаны в следующих документах: US 9347268; US 7789134; RU 2472913; RU 2473768; RU 2469172; CA 2446947; U5 5163522; US 8919431; US 7448446 и DE 4395361. Примеры механических запорных механизмов описаны в таких документах, как GB 2309721, US 5829531, AU 66732786 и US 10006264. В документах US 2006/0207771 и US 7963341 описаны анкерные крепления, выполненные с возможностью активации механическими или гидравлическими средствами.

Традиционно конструкция породоразрушающего инструмента с закругленным концом облегчает подачу флюида на анкерный механизм через узкий канал в породоразрушающем инструменте. Примеры таких конструкций описаны в следующих документах: ZA 199008719; RU 107820U1; US 2013/0319653; и ZA 198900656.

В данной области техники также хорошо известно использование поворотных устройств, дополнительно облегчающих выравнивание клинового механизма. Примеры поворотных устройств описаны в следующих документах: US 4303299; US 4285399; US 2002/144815; US 2506799; WO 95/07404; US 6167961; US 6035939; US 1570518 и GB 2315506. Примеры выравнивающих башмаков известного уровня техники раскрыты в таких документах, как WO 99/49178, US 2013299160 и US 2007/0175629.

Кроме того, на предшествующем уровне техники также описано использование датчиков для определения ориентации клина. Примеры их реализации раскрыты в таких документах, как WO 2014078028, WO 85/01983 и US 5488989. Известным способом определения ориентации клина также является использование контрольных точек. Примеры их реализации описаны в таких документах, как WO 2016/024867 и US 6427777. Каротажные инструменты, где в качестве ориентира используется направление на северный магнитный полюс, описаны в документах US 5467819 и WO 95/23274.

С целью уменьшения количества спускоподъемных операций, потребных для установки клина, компания Groupe Fordia Inc. разработала то, что называется клином однократного заведения. Как следует из его названия, этот клин может быть установлен лишь за один обратный проход колонны бурильных труб. Однако использование в названии определения "однократного заведения" является ошибочным, так как колонна бурильных труб должна быть извлечена и заменена бурильной колонной, что требует проведения, по меньшей мере, еще одной спускоподъемной операции перед бурением за клином с тем, чтобы можно было положить начало боковому стволу скважины. Другие примеры клиньев одноразового использования описаны в документах WO 1995/023273, US 2015/122495 и GB 22480679.

В клине однократного заведения от компании Fordia используется двухступенчатое запорное устройство, расположенное под телом клина. Первая ступень или стадия предусматривает запираение тела клина на требуемой глубине в боковом стволе скважины. Вторая ступень или стадия предусматривает фиксацию грани клина в требуемом для бокового ствола направлении или по требуемому азимуту.

Клин подвешивается к колонне бурильных труб с помощью приспособления для спуска клина в скважину. После достижения требуемой глубины колонна бурильных труб циклически проворачивается, вращая в боковом стволе приспособление для спуска клина в скважину. Это вращение относительно окружающей стенки ствола скважины инициирует разведение лап анкерного крепления резьбовым механизмом запорного устройства, вследствие чего указанные лапы упираются в стенку ствола скважины, обеспечивая запираение первой ступени. Дальнейшее проворачивание колонны бурильных труб приводит к срезанию штифта из мягкой меди, расположенного между телом клина и запорным устройством, что позволяет телу клина свободно вращаться относительно запорного устройства, которое теперь является неподвижным. Это обеспечивает возможность ориентирования грани клина путем дальнейшего проворачивания колонны бурильных труб.

По завершении ориентирования грани клина с его установкой в требуемое положение колонна бурильных труб опускается вниз, прижимая аксиально-сцепляющиеся части запорного устройства, что фиксирует грань клина в требуемой ориентации. Дальнейшее опускание колонны бурильных труб приводит к срезанию заклепок из мягкой меди, которые соединяют тело клина с приспособлением для спуска клина в скважину. Это высвобождает приспособление для спуска клина в скважину, которое поднимается обратно на поверхность, располагаясь на нижнем конце колонны бурильных труб.

Хотя в теории срабатывание клина однократного заведения от компании Fordia не представляет сложности, на практике такой клин может оказаться ненадежным. Множество открытых взаимодействующих частей должно функционировать должным образом даже в сложных условиях на забое скважины. Кроме того, система в значительной мере полагается на операторов на поверхности земли, обеспечивающих полное и корректное выполнение запорных операций на каждой из двух описанных стадий. При этом отсутствует надлежащая обратная связь с операторами для контроля прогресса в выполнении операций и успешного завершения каждой стадии.

Существует также риск преждевременного или неполного срабатывания запорного устройства, на которое опирается клин однократного заведения от компании Fordia. Например, представляется очевидным, что запорное устройство может быть надежно закреплено в основном стволе скважины для предотвращения своего вращения, но в реальности оно может быть закреплено ненадлежащим образом для предотвращения своего продольного смещения в стволе скважины. В таком случае клин может соскользнуть в скважину до уровня ниже требуемой точки резки.

Еще одной проблемой, типичной для всех клиньев предшествующего уровня техники, является риск того, что тонкий верхний край грани клина будет выступать за пределы стенки основного ствола скважины. Теоретически это может привести к блокировке траектории прохождения оборудования для колонкового бурения со съёмным керноприёмником, оборудования для бурения забойным двигателем и расширяющего оборудования, необходимого для начала создания бокового ствола скважины и продвижения вперед после установки клина в основном стволе скважины.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

В этой связи настоящее изобретение предлагает способ наклонно-направленного бурения. Этот способ предусматривает подвод клина от бурильной установки к точке резки в основном стволе скважины с удержанием клина дистально относительно трубчатой бурильной колонны. Клин удерживается по существу жестким соединительным звеном, проходящим через кольцевой породоразрушающий инструмент вдоль центральной продольной оси для соединения клина с бурильной колонной.

Клин может быть без труда сориентирован по требуемому азимуту путем проворачивания бурильной колонны относительно центральной продольной оси с целью передачи клину крутящего момента через соединительное звено. Затем клин фиксируется в точке резки в основном стволе скважины по требуемому азимуту, после чего соединение, установленное соединительным звеном между бурильной колонной и зафиксированным клином, разрывается, например, путем подъема бурильной колонны в проксимальном направлении. Затем бурильная колонна может быть выдвинута для бурения бокового ствола скважины, отходящей от основного ствола скважины, по азимуту, заданному клином. Подаваемая вперед бурильная колонна может расширить стык между основным стволом и боковым стволом скважины.

Соответственно, идея настоящего изобретения охватывает систему для наклонно-направленного бурения, причем эта система включает в себя: трубчатую бурильную колонну с кольцевым породоразрушающим инструментом, расположенным на ее дистальном конце; клин, расположенный дистально относительно породоразрушающего инструмента, причем указанный клин содержит дистальный запорный механизм для фиксации клина в стволе скважины, закрепленный на теле клина, которое задает наклонную грань клина; и по существу жесткое соединительное звено, которое соединяет клин с бурильной колонной, причем это соединительное звено проходит через породоразрушающий инструмент вдоль центральной продольной оси.

В предпочтительном варианте клин удерживается в бурильной колонне с помощью опускающего механизма. Таким образом, соединительное звено может жестко соединять клин с бурильной колонной через опускающий механизм. В этом случае опускающий механизм может быть поднят в буровую установку после разрыва указанного соединения, например, с использованием канатной подъемной системы, перемещаемой в бурильной колонне. После этого опускающий механизм может быть заменен внутренней керноприёмной трубой, которая выдвигается в бурильной колонне перед подачей бурильной колонны для выбуривания бокового ствола скважины.

Идея настоящего изобретения также охватывает основные части системы, как по отдельности, так и в сочетании, например, клин для начала создания бокового ствола скважины во время наклонно-направленного бурения. Этот клин содержит: дистальный запорный механизм для фиксации клина в основном стволе скважины; проксимальное тело клина, задающее наклонную грань клина; и по существу жесткую соединительную часть, которая взаимодействует с запорным механизмом и которая отходит от грани клина в проксимальном направлении вдоль центральной продольной оси.

Соответственно, идея настоящего изобретения охватывает опускающий механизм, удерживающий клин для его использования при наклонно-направленном бурении. Опускающий механизм содержит: фиксатор для зацепления опускающего механизма во внешней керноприёмной трубе бурильной колонны; по существу жесткую соединительную часть, проходящую в дистальном направлении вдоль центральной продольной оси на дистальном конце опускающего механизма; и ловитель каната в сборе на проксимальном конце опускающего механизма. Фиксатор, соединительное звено и ловитель каната в сборе сцеплены друг с другом для предотвращения относительного углового смещения относительно центральной продольной оси.

После разрыва соединения, по меньшей мере, часть соединительного звена может быть извлечена через породоразрушающий инструмент. Например, при разрыве соединения соединительное звено может быть разрушено, но его дистальная часть останется вделанной в клин. Следует отметить, что в конструкции с закругленным концом предшествующего уровня техники извлечь часть соединительного звена через породоразрушающий инструмент невозможно, даже в том случае, если в нем предусмотрен узкий канал для прохождения воды. Вместо этого породоразрушающий инструмент с закругленным концом обычно срезает оставшуюся часть соединительного звена, которая выступает из грани клина.

Через соединительное звено в запорный механизм клина предпочтительно подается запирающая энергия в виде избыточного гидравлического давления, что обычно осуществляется путем отведения бурового раствора через соединительное звено для блокировки клина. Например, соединительное звено может сообщаться по текучей среде со сбросным клапаном, который содержит вентильный элемент, выполненный подвижным для отведения бурового раствора вдоль соединительного звена. В предпочтительном варианте вентильный элемент выполнен подвижным для отведения бурового раствора вдоль

соединительного звена по факту превышения буровым раствором порогового давления.

К клину может прикладываться выравнивающее усилие, предпочтительно при запираании клина, для проворачивания клина вокруг оси поворота перпендикулярно центральной продольной оси. За счет этого усилия проксимальный край клина может прижиматься к окружающей стенке основного ствола скважины. Для достижения этой цели клин может содержать анкерные башмаки и выравнивающий башмак, расположенный проксимально относительно анкерных башмаков на той же стороне клина, что и грань клина.

Таким образом, клин согласно настоящему изобретению может быть также представлен в виде клина для начала создания бокового ствола скважины во время наклонно-направленного бурения, причем этот клин содержит: дистальный запорный механизм для фиксации клина в основном стволе скважины; и проксимальное тело клина, которое характеризуется наличием наклонной грани клина с одной из его боковых сторон; при этом запорный механизм содержит смещаемые кнаружи запорные башмаки, включая анкерные башмаки и выравнивающий башмак, причем выравнивающий башмак располагается проксимально относительно анкерных башмаков и выполнен с возможностью смещения кнаружи на той стороне клина, где находится грань клина.

Соответствующий способ установки клина для наклонно-направленного бурения предусматривает: выдвижение клина от буровой установки к точке реззки в стволе скважины; фиксацию клина в точке реззки и приложение выравнивающего усилия к клину для проворачивания клина вокруг оси вращения перпендикулярно центральной продольной оси ствола скважины до начала бурения за клином.

Предложено изящное решение, согласно которому ловитель каната в сборе на проксимальном конце опускающего механизма, такой как защелкивающий механизм типа Christensen с четырьмя кулачками, может быть выполнен с возможностью выполнения функции приемника ориентации. Такой вариант осуществления ловителя каната в сборе может содержать шпоночную конструкцию с проксимально сужающейся шпонкой. В таком случае каротажный инструмент может быть выполнен с возможностью вхождения в зацепление с ловителем каната в сборе с ориентацией, заданной указанной шпоночной конструкцией.

Запорный механизм может включать в себя: гидроцилиндр, сообщающийся по текучей среде с соединительным звеном; и шток, отходящий в дистальном направлении от поршня в цилиндре и достигающий до запорных башмаков клина. Указанный шток предпочтительно ограничен в однонаправленном дистальном перемещении в пределах клина, например, за счет прохождения через храповую систему. При этом обеспечивается преимущество, состоящее в том, что собачка храповой системы препятствует перемещению запорных башмаков до тех пор, пока давление бурового раствора не превысит пороговое значение.

Идея настоящего изобретения также охватывает способ определения азимута клина для использования в наклонно-направленном бурении, причем этот способ предусматривает: подачу клина в ствол скважины до точки реззки, в которой ствол скважины отклоняется от вертикали; определение верхней или нижней части ствола скважины в точке реззки с учетом силы притяжения; поиск ранее снятого азимута и угла наклона ствола скважины в точке реззки; и определение азимута клина относительно ранее снятого азимута и угла наклона ствола скважины с использованием верхней или нижней части ствола скважины в качестве исходных данных, например, с использованием контрольных данных с координатной привязкой.

Следовательно, суммируя вышесказанное, можно сказать, что при подготовке к наклонно-направленному бурению клин, дистально удерживаемый перед трубчатой буровой колонной, подается вдоль бокового ствола скважины. Клин соединен с буровой колонной посредством жесткого соединительного звена, которое проходит через кольцевой породоразрушающий инструмент вдоль центральной продольной оси. Клин может быть соединен с буровой колонной через внутренний опускающий механизм, который может быть захвачен канатной подъемной системой.

После фиксации клина в точке реззки в стволе скважины по требуемому азимуту соединение соединительного звена разрывается. После этого опускающий механизм может быть извлечен и заменен внутренней керноприёмной трубой без перемещения буровой колонны. Затем для бурения бокового ствола, отходящего от основного ствола скважины по азимуту, определенному клином, выдвигается буровая колонна. При этом обеспечивается преимущество, состоящее в том, что отпадает необходимость в извлечении буровой колонны перед началом выбуривания бокового ствола скважины.

В общем, предшествующий уровень техники, например, породоразрушающий инструмент с закругленным концом не позволяет производить отбор проб керна без замены породоразрушающего инструмента буровой коронкой для выбуривания керна. Это обуславливает необходимость выполнения по меньшей мере одной дополнительной спускоподъемной операции, что является недостатком.

Краткое описание фигур

С целью облегчения понимания настоящего изобретения последующее описание будет представлено в привязке, исключительно для примера, к прилагаемым чертежам, где:

на фиг. 1 показан схематический вид сбоку буровой установки, опускающей клиновую систему согласно настоящему изобретению в основной ствол скважины;

на фиг. 2 показан схематический вид сбоку внешней керноприёмной трубы бурильной колонны, содержащей опускающий механизм клиновой системы;

на фиг. 3 показан схематический вид сбоку, иллюстрирующий внешнюю керноприёмную трубу, которая представлена в разрезе, чтобы можно было видеть опускающий механизм; а также иллюстрирующий клин клиновой системы;

на фиг. 4-12 показан ряд схематических видов сбоку, иллюстрирующих клиновую систему в процессе эксплуатации в стволе скважины;

на фиг. 13-15 представлен ряд выборочных перспективных изображений клина;

на фиг. 16-18 представлен ряд перспективных изображений, иллюстрирующих срабатывание запорного механизма клина;

на фиг. 19 показан вид сборки в продольном разрезе храповой системы запорного механизма;

на фиг. 20 представлено увеличенное перспективное изображение в продольном разрезе, иллюстрирующее срабатывание выравнивающего башмака запорного механизма;

на фиг. 21 представлено увеличенное перспективное изображение в продольном разрезе, иллюстрирующее срабатывание анкерных башмаков запорного механизма;

на фиг. 22 представлено покомпонентное перспективное изображение частей опускающего механизма, отличных от соединительной трубы;

на фиг. 23 представлено увеличенное перспективное изображение ловильной трубы на проксимальном конце клина;

на фиг. 24 показан увеличенный схематический вид сбоку в продольном разрезе, иллюстрирующий ловильную трубу в соединительной трубе на дистальном конце опускающего механизма;

На фиг. 25 показан схематический вид сбоку, иллюстрирующий соединительную трубу, отходящую от дистального конца внешней керноприёмной трубы;

На фиг. 26 показан схематический вид сбоку, иллюстрирующий соединительную трубу, сцепленную с клиновой трубой на проксимальном конце клина;

на фиг. 27 представлено увеличенное покомпонентное перспективное изображение сбросного клапана опускающего механизма;

на фиг. 28 представлено увеличенное перспективное изображение места сопряжения внешней керноприёмной трубы с фиксатором опускающего механизма;

на фиг. 29 представлено перспективное изображение направляющей системы ловильного приспособления в виде защёлкивающего механизма с четырьмя кулачками, входящего в состав опускающего механизма; и

на фиг. 30 представлено перспективное изображение каротажного инструмента, содержащего посадочный башмак с косым срезом, который выполнен с возможностью вхождения в зацепление с направляющей системой ловильного приспособления в виде защёлкивающего механизма с четырьмя кулачками, показанного на фиг. 29.

Подробное раскрытие примеров осуществления настоящего изобретения

В последующем описании нижний, нисходящий или направленный книзу конец или направление называется "дистальным" или "дистально направленным". И наоборот, верхний, восходящий или направленный вверх конец или направление называется "проксимальным" или "проксимально направленным". Это отражает тот факт, что настоящее изобретение может быть использовано в стволах скважины, которые при определенных обстоятельствах могут выбуриваться по горизонтали или вверх, а не только вниз.

Обзор клиновой системы

Обратимся сначала к фиг. 1 чертежей, где показана клиновая система 10 согласно настоящему изобретению, которая подвешена к бурильной колонне 12 в основном стволе 14 скважины. Бурильная колонна 12 отходит в дистальном направлении от буровой установки 16 обычного типа, располагающейся на поверхности земли, и заходит в ствол 14 скважины.

Клиновая система 10 содержит клин 18, свисающий с опускающего механизма 20 на глубине требуемой точки резки. Опускающий механизм 20, в свою очередь, подвешен к бурильной колонне 12.

Как показано также на фиг. 2 и 3, опускающий механизм 20 телескопически входит во внешнюю керноприёмную трубу 22 на дистальном конце бурильной колонны 12. Длина внешней керноприёмной трубы 22 обычно составляет 4 м.

Опускающий механизм 20 располагается с возможностью съема внутри внешней керноприёмной трубы 22 и находится с ней в зацеплении.

Находящийся в зацеплении опускающий механизм 20 может подниматься в проксимальном направлении, но не может перемещаться в дистальном направлении относительно внешней керноприёмной трубы 22. Соответственно, внешняя керноприёмная труба 22 и остальная часть бурильной колонны 12 несут на себе вес опускающего механизма 20 и клина 18.

Клин 18, показанный на фиг. 3, содержит запорный механизм 24, который соединяется с дистальным концом проксимально сужающегося тела 26 клина. Хотя в процессе эксплуатации запорный механизм 24 соединен с телом 26 клина, перед эксплуатацией он может быть отделен от тела 26 клина для

удобства обслуживания и транспортировки. Тело 26 клина характеризуется наличием наклонной грани 28 клина, которая в процессе эксплуатации будет направлять бурильную колонну 12 в боковой ствол, отходящий от основного ствола 14 скважины. Таким образом, при активации запорного механизма 24 тот входит в сцепление с окружающей стенкой ствола 14 для неподвижной фиксации клина 18 в стволе 14 скважины.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения, которое описано ниже, реализовано изящное решение, согласно которому запорный механизм 24 активируется буровым раствором, предпочтительно на водной основе, который закачивается в бурильную колонну 12. При этом отсутствует необходимость в отдельной гидравлической исполнительной системе.

В принципе, для активации запорного механизма 24 могут быть использованы и иные исполнительные системы, например, электрические или пневматические системы. Однако применение бурового раствора, например, на водной основе, намного предпочтительнее из-за простоты и эффективности его использования. Например, несмотря на высокое гидростатическое давление в стволе 14 скважины на глубине, относительно небольшое повышение давления водного раствора, создаваемого на поверхности, достаточно для того, чтобы активировать запорный механизм 24 и установить клин 18.

Для подачи необходимого избыточного гидравлического давления жесткая клиновая труба 30 на центральной продольной оси 32 проходит через грань 28 клина, обеспечивая сообщение с запорным механизмом 24 по текучей среде. Клиновая труба 30 проводит поток водного раствора вдоль бурильной колонны 12 для дистальной подачи активирующего давления на запорный механизм 24 через грань 28 клина.

Клиновое труба 30 снабжена наружной резьбой на своем проксимальном конце, на которую накручивается зажимная гайка 34. Зажимная гайка 34 позволяет соединить клиновую трубу 30 по текучей среде или механически с опускающим механизмом 20 на проксимальном конце клина 18, что будет описано ниже.

На фиг. 4-6 показана клиновая система 10, подвешенная к внешней керноприёмной трубе 22 бурильной колонны 12 в точке зарезки в основном стволе 14 скважины. В частности, на фиг. 4 показана клиновая система 10, опускаемая к точке зарезки. На фиг. 5 показан каротажный инструмент 36, спускаемый в ствол скважины для введения в зацепление с опускающим механизмом 20. На фиг. 6 показан каротажный инструмент 36, уже введенный в зацепление с опускающим механизмом 20 для определения его азимута и, соответственно, азимута грани 38 клина.

Обычно после вхождения в зацепление с опускающим механизмом 20 каротажный инструмент 36 поднимается на поверхность с тем, чтобы можно было считать измеренный азимут. Если измеренный азимут отличается от требуемого азимута, то опускающий механизм 20 и клин 18 можно повернуть путем проворачивания бурильной колонны 12 таким образом, чтобы получить требуемый азимут.

Однако для подтверждения получения требуемого азимута рекомендуется повторно опустить каротажный инструмент 36 в ствол скважины для введения его в зацепление с опускающим механизмом 20, а затем снова поднять каротажный инструмент 36 на поверхность.

При проворачивании бурильной колонны 12, включающей в себя внешнюю керноприёмную трубу 22, вокруг ее продольной оси 32, как это показано на фиг. 6, внешняя керноприёмная труба 22 может также прикладывать крутящий момент для проворачивания опускающего механизма 20 и, соответственно, для проворачивания клина 18 в стволе 14 скважины. Это обеспечивает позиционирование грани 28 тела 26 клина таким образом, чтобы ее ориентации соответствовала азимуту, необходимому для бокового ствола скважины.

На фиг. 7 показан запорный механизм 24, уже активированный для окончательной установки клина 18 на требуемой глубине и с необходимой азимутальной ориентацией. В процессе активации анкерные башмаки 38 и выравнивающий башмак 40 отходят вбок от запорного механизма 24, входя в сцепление с окружающей стенкой ствола 14 скважины. Процесс ориентирования запорного механизма 24 будет подробно описан ниже в привязке к фиг. 16-21.

Далее, как показано на фиг. 8, бурильная колонна 12, включающая в себя внешнюю керноприёмную трубу 22, вытягивает опускающий механизм 20 в проксимальном направлении, разрывая соединение между опускающим механизмом 20 и установленным клином 18, который остается в зафиксированном положении в стволе 14 скважины. Это обеспечивается за счет разрыва клиновой трубы 30 у заданной точки зарезки, что будет описано ниже.

Затем опускающий механизм 20 может быть отцеплен от внешней керноприёмной трубы 22 с целью его последующего подъема в проксимальном направлении с помощью канатной подъемной системы 42 относительно внешней керноприёмной трубы 22, как это показано на фиг. 9. Это позволяет извлечь опускающий механизм 20 на поверхность, используя для этого канат, после окончательной установки клина 18 и отделения опускающего механизма 20 от клина 18. Внешняя керноприёмная труба 22 остается в стволе 14 скважины на дистальном конце бурильной колонны 12, как это показано на фиг. 10.

Затем во внешнюю керноприёмную трубу 22 может быть опущена и телескопически вставлена внутренняя керноприёмная труба 44 для замены опускающего механизма 20, как это показано на фиг. 11, с использованием обычных методов колонкового бурения со съёмным керноприёмником. После этого

бурильная колонна 12 готова к началу бурения за клином 18 для создания бокового ствола 46 скважины, как это показано на фиг. 12.

Как можно видеть, внешняя керноприёмная труба 22 с породоразрушающим инструментом 48, расположенным на ее дистальном конце, опускается в ствол 14 скважины вместе с клином 18 и опускающим механизмом 20, оставаясь в установленном положении непосредственно над клином 18 в проксимальном направлении. Вследствие этого бурильная колонна 12 устанавливается в положение готовности к бурению за клином 18 после его установки в стволе 14 скважины. Важно отметить, что при этом отпадает необходимость в расходовании времени на дополнительную операцию по подъёму на поверхность и обратно перед началом выбуривания бокового ствола 46 скважины.

При этом обеспечивается преимущество, состоящее в том, что внешняя керноприёмная труба 22 может представлять собой расширяющую керноприёмную трубу. Расширяющая керноприёмная труба опоясана круговыми расширяющими вставками 50, отстоящими на определенное расстояние от породоразрушающего инструмента в продольном направлении вблизи ее дистального конца. Расширяющие вставки 50 расширяют место пересечения основного ствола 14 с боковым стволом 46 скважины, что устраняет необходимость в опускании в скважину дополнительного расширяющего оборудования и, соответственно, позволяет избежать выполнения еще одной спускоподъемной операции в отношении колонны бурильных труб.

Клин

Дополнительно обратимся теперь к фиг. 13-15, где отдельно показан клин 18. На фиг. 14 и 15 клин 18 представлен в продольном разрезе во взаимно-ортогональных плоскостях.

Запорный механизм 24 клина 18 соединен с проксимально суживающимся телом 26 клина и располагается дистально по отношению к нему.

Частично цилиндрическая выгнуто-изогнутая грань 28 клина задается конусностью тела 26 клина. Грань 28 клина полого наклонена по отношению к центральной продольной оси 32 и оканчивается тонким выгнуто-изогнутым проксимальным краем 52. Радиус кривизны грани 28 клина и его проксимального края 52 приближается к радиусу кривизны основного ствола 14 скважины, в который должен быть заведен клин 18.

Как можно видеть, после размещения клина 18 в основном стволе 14 скважины его центральная продольная ось 32 по существу совпадает с центральной продольной осью 32 основного ствола 14 скважины.

Дистальная часть 54 клиновой трубы 30, заходящая в запорный механизм 24, оказывается вмонтированной в тело 26 клина на дистальной стороне грани 26 клина. И наоборот, проксимальная часть 56 клиновой трубы 30 остается открытой на проксимальной стороне грани 26 клина.

Клиновая труба 30 характеризуется наличием линии 58 наименьшего сопротивления на дистальной стороне грани 28 клина в дистальной части 54, вмонтированной в тело 26 клина. Например, клиновая труба 30 может характеризоваться наличием участка стенки, локально утонченного кольцевой выточкой. Эта линия 58 наименьшего сопротивления обеспечивает разрыв клиновой трубы 30 при натяжении, превышающем пороговое значение. Необходимое натяжение прикладывается к клиновой трубе 30 гидравлическим оттягивающим механизмом бурильной установки 16, поднимающим бурильную колонну 12. После этого клиновая труба разделяется на две отдельные части, как это показано на фиг. 8.

После описанного разрыва и деления клиновой трубы 30 из ствола 14 скважины может быть извлечен опускающий механизм 20, как это показано на фиг. 9. Эта операция предусматривает, что часть клиновой трубы 30 на проксимальной стороне разрыва остается прикрепленной к опускающему механизму 20.

Обратная сторона 60 тела 26 клина, противоположная грани 28 клина, является частично цилиндрической. Следовательно, тело 26 клина может рассматриваться как цилиндр, из которого была вырезана наклонная частично цилиндрическая часть, причем вогнутая кривизна этой вырезанной части задает грань 28 клина.

Запорный механизм 24 характеризуется наличием цилиндрического корпуса 62, радиус кривизны которого совпадает с радиусом кривизны частично цилиндрической обратной стороны 60 тела 26 клина. Этот радиус выбирается таким образом, чтобы он обеспечивал точную скользящую посадку в стволе 14 скважины. Корпус 62 характеризуется наличием суживающегося скругленного или полукруглого дистального конца 64 для облегчения дистального перемещения клина 18 вдоль ствола 14 скважины до глубины точки резки.

Ниже описано срабатывание запорного механизма 24, раскрытое в привязке к фиг. 16-21.

Вблизи своего дистального конца корпус 62 снабжен четырьмя отверстиями, равноотстоящими друг от друга в окружном направлении, в которые заходят соответствующие анкерные башмаки 38, образуя крестообразную конфигурацию. Анкерные башмаки 38 могут смещаться радиально наружу относительно центральной продольной оси 32 во взаимно-ортогональных радиальных плоскостях.

При перемещении в радиально наружном направлении в основном стволе 14 скважины анкерные башмаки 38 упираются в окружающую стенку ствола 14, фиксируя клин 18 в требуемой точке резки, как это также показано на фиг. 7-12. Для этого анкерные башмаки 38 снабжены зубьями, сцепляющимися

ся со стенкой ствола 14 скважины. Удобно то, что одиночная фиксирующая операция также устанавливает грань 28 клина по требуемому азимуту, т.е. требуемый угол ориентации относительно центральной продольной оси 32 совпадает с требуемым азимутальным направлением бокового ствола 46 скважины, отходящего от точки зарезки.

Корпус 62 снабжен дополнительным обращенным в сторону отверстия, проксимально отстоящим от анкерных башмаков 38 ближе к телу 26 клина. В это дополнительное отверстие заходит единственный радиально перемещающийся выравнивающий башмак 40, который перемещается в радиально наружном направлении в стволе 14 скважины одновременно с анкерными башмаками 38.

Задача выравнивающего башмака 40 состоит в том, чтобы упереться в окружающую стенку ствола 14 таким образом, чтобы клин 18 немного повернулся относительно горизонтального центра вращения, заданного анкерными башмаками 38. Направление поворота должно быть таким, чтобы проксимальный край 52 грани 28 клина плотно прижался к примыкающей стенке ствола 14 скважины так, как это показано на фиг. 7-12. Это поможет вделать проксимальный конец 52 в стенку ствола 14 скважины, предотвращая блокирование проксимальным краем 52 дистального перемещения внешней керноприемной трубы 22 при проведении последующих буровых операций для начала создания бокового ствола 46 скважины.

Таким образом, выравнивающий башмак 40 перемещается в направлении, которое обращено в ту же сторону, что и грань 28 клина относительно центральной продольной оси 32. Иначе говоря, выравнивающий башмак 40 перемещается в направлении, противоположном частично цилиндрической стороне тела 26 клина на обратной стороне грани 28 клина.

В этом примере выравнивающий башмак 40 перемещается в той же радиальной плоскости, что и противоположная пара анкерных башмаков 38 вблизи дистального конца корпуса 62. Однако для выравнивающего башмака 40 предусмотрена возможность перемещения в другой радиальной плоскости при условии, что он будет толкать проксимальный край 52 грани 28 клина в требуемом направлении.

Запорный механизм 24 клина 18 содержит гидроцилиндр 66 на проксимальном конце, который со-общается по текучей среде с дистальным концом клиновой трубы 30. В гидроцилиндре 66 предусмотрен поршень 68, который может перемещаться в дистальном направлении по факту подачи гидравлического давления на цилиндр 66 через клиновую трубу 30. Дистальное перемещение поршня 68 инициирует дистальное перемещение продольно вытянутого штока 70, соединенного с поршнем 68. Шток 70 опирается на подшипники 72 в корпусе 62, что обеспечивает его дистальное скользящее перемещение вдоль корпуса 62.

На фиг. 19 показано, что проксимальная часть штока 70 проходит через невозвратный храповый механизм 74, который позволяет штоку 70 перемещаться лишь в дистальном направлении. Для этого храповый механизм 74 содержит продольный ряд обращенных внутрь и смещенных внутрь зубцов 76, которые могут входить в зацепление с продольным рядом обращенных наружу зубцов 78 на проксимальной части штока 70.

Настоящее изобретение обеспечивает преимущество, состоящее в том, что каждый зубец 76 храпового механизма содержит ряд относительно тонких и независимо перемещающихся пластинок 80. Это уменьшает просвет между штоком 70 и храповым механизмом 74 за счет того, что даже незначительное смещение штока 70 приведет к зацеплению следующей пластинки 80 вместо обязательного покрытия всего продольного расстояния от одного зубца 76 до другого.

Как лучше всего видно на фиг. 20 и 21, дистальная часть штока 70 характеризуется наличием дистально сужающихся участков, задающих наклонные криволинейные поверхности 82 и 84, которые сопрягаются, соответственно, с анкерными башмаками 38 и выравнивающим башмаком 40. За счет этих криволинейных поверхностей 82 и 84 дистальное перемещение штока 70 инициирует перемещение анкерных башмаков 38 и выравнивающего башмака 40 радиально наружу при фиксации клина 18 в стволе 14 скважины.

Для гарантированного предотвращения преждевременного или случайного срабатывания запорного механизма 24 шток 70 фиксируется предохранительным штифтом 86, показанным на фиг. 21, который перпендикулярно заходит в шток из одного из подшипников 72 в охватывающем его корпусе 62.

Предохранительный штифт 86 срезается для высвобождения штока 70 с тем, чтобы тот мог совершить перемещение в дистальном направлении, только при подаче на шток 70 порогового давления через поршень 68 в цилиндре 66.

Опускающий механизм

Как схематически показано на фиг. 3, опускающий механизм 20 представляет собой вытянутый узел, размеры которого позволяют ему телескопически вписаться во внешнюю керноприемную трубу 22. В порядке следования в проксимальном направлении опускающий механизм 20 содержит полую жесткую соединительную трубу 88 на дистальном конце, сбросной клапан 90, фиксатор 92 и направляющую систему 94 ловильного приспособления на проксимальном конце.

На фиг. 22 не показана соединительная труба 88, но представлены остальные части опускающего механизма 10, а именно: сбросной клапан 90, фиксатор 92 и направляющая система 94 ловильного приспособления. Более подробно эти части описаны ниже в привязке к фиг. 27-29.

На фиг. 22 также показана гильза 96, образующая часть внешней керноприемной трубы 22, которая взаимодействует с фиксатором 92, что будет описано в привязке к фиг. 28. Каротажный инструмент, схематически представленный на фиг. 5 и 6, также показан на фиг. 22, но подробнее он будет описан в привязке к фиг. 30.

При сборке клиновой системы 10 на поверхности клин 18 удерживается зажимным устройством буровой установки 16, а опускающий механизм 20 приподнят над проксимальным концом клина 18. Между опускающим механизмом 20 и клином 18 обеспечивается угловое выравнивание относительно вертикальной оси. Затем с клиновой трубой 30 стык в стык соединяется соединительная труба 88, обеспечивая сообщение по текучей среде между соединительной трубой 88 и клиновой трубой 30 с целью активации запорного механизма 24 клина 18.

В необязательном варианте, как это лучше всего видно на фиг. 23, клиновая труба 30 клина 18 оканчивается и сообщается по текучей среде с более узкой ловильной трубой 98, которая отходит в проксимальном направлении от клиновой трубы 30 за пределы зажимной гайки 34. Дистальный конец ловильной трубы 98 снабжен наружной резьбой, которая может быть вкручена в ответную внутреннюю резьбу на проксимальном конце клиновой трубы 30. Ловильная труба 98 характеризуется наличием глухого дистального конца, но в стенке ловильной трубы 98 выполнено множество боковых отверстий 100, располагающихся вблизи дистального конца.

Как показано на фиг. 24, ловильная труба 98 на проксимальном конце клиновой трубы 30 проксимально заходит в соединительную трубу 88 опускающего механизма 20. Соответственно, ловильная труба 98 и охватывающая ее соединительная труба 88 соединятся друг с другом телескопическим образом, причем между ними остается узкий кольцевой зазор 102.

Вода, поступающая из бурильной колонны 12 вдоль соединительной трубы 88, заходит в ловильную трубу 98 через боковые отверстия 100 вблизи дистального конца ловильной трубы 98. По мере прохождения воды песок и отложения, захваченные водой, проявляют тенденцию к осаждению из потока воды под действием силы притяжения в дистальном направлении и, соответственно, в кольцевом зазоре 102 между ловильной трубой 98 и соединительной трубой 88, где происходит захват твердых частиц. Это существенно уменьшает количество частиц, которое вода заносит в запорный механизм 24 через ловильную трубу 98 и клиновую трубу 30, что способствует повышению его надежности.

По окончании размещения опускающего механизма 20 во внешней керноприемной трубе 22 соединительная труба 88 будет дистально выступать примерно на полметра за пределы породоразрушающего инструмента на дистальном конце внешней керноприемной трубы 22, как это показано на фиг. 25. Это облегчит стыковое соединение соединительной трубы 88 с клиновой трубой 30 при ее удержании буровой установкой 16. Для этого дистальный конец соединительной трубы 88 снабжен наружной резьбой, входящей в зацепление с упомянутой выше зажимной гайкой 34 на проксимальном конце клиновой трубы 30, как это показано на фиг. 26.

Зажимная гайка 34 связывает соединительную трубу 88 с клиновой трубой 30 не только по текучей среде, но также и механически. Таким образом, и соединительная труба 88, и подсоединенная к ней клиновая труба 30 может нести на себе осевую весовую нагрузку клина 18, когда клиновая система 10 подвешена к бурильной колонне 12 в стволе 14 скважины. Соединительная труба 88 и подсоединенная к ней клиновая труба 30 также сцеплены друг с другом для противодействия относительно угловому смещению. Следовательно, соединительная труба 88 и клиновая труба 30 могут также передавать крутящий момент для проворачивания клина 18, когда бурильная колонна 12 и опускающий механизм 20 вместе проворачиваются в стволе 14 скважины.

Направляющая система 94 ловильного приспособления в предпочтительном варианте шарнирно закреплена на фиксаторе 92 таким образом, чтобы направляющая система 94 ловильного приспособления могла поворачиваться относительно оставшейся части в остальном жесткого опускающего механизма 20. Это облегчает подъем опускающего механизма 20 из горизонтального положения на поверхности в вертикальное положение на буровой установке 16 для его заведения в ствол 14 скважины. Однако все части опускающего механизма 20 сцеплены друг с другом для противодействия относительно угловому смещению относительно его центральной продольной оси.

Отсюда следует, что при нахождении в стволе 14 скважины угловая ориентация соединительной трубы 88 на дистальном конце опускающего механизма 20 всегда должна следовать за угловой ориентацией направляющей системы 94 ловильного приспособления на проксимальном конце опускающего механизма 20. Следовательно, определение угловой ориентации направляющей системы 94 ловильного приспособления в стволе 14 скважины определяет угловую ориентацию соединительной трубы 88 в стволе 14 скважины.

Далее, поскольку соединительная труба 88 и подсоединенная к ней клиновая труба 30 сцеплены друг с другом для противодействия относительно угловому смещению, угловая ориентация клина 18 всегда должна следовать за угловой ориентацией направляющей системы 94 ловильного приспособления на проксимальном конце опускающего механизма 20. Соответственно, определение угловой ориентации направляющей системы 94 ловильного приспособления в стволе 14 скважины, что будет описано ниже, определяет угловую ориентацию клина 18, который зафиксирован в угловом положении с известной

ориентацией относительно соединительной трубы 88. Следовательно, это определяет азимутальное выравнивание грани 28 клина в стволе 14 скважины.

Проксимальный конец соединительной трубы 88 сообщается по текучей среде со сбросным клапаном 90, отдельно показанным на фиг. 27. Сбросной клапан 90 выравнивает давление водного раствора внутри и за пределами бурильной колонны 12, обеспечивая в нормальном режиме работы возможность прохождения водного раствора из бурильной колонны 12 через опускающий механизм 20 во внешней керноприемной трубе 22 и его обтекания этим водным раствором.

Сбросной клапан 90 содержит проксимально поджимаемый толкатель 104, который может противодействовать поджиманию пружины 106, смещаясь в дистальном направлении. Водный раствор, протекающий в дистальном направлении вниз по бурильной колонне 12, проходит через центральное отверстие 108 толкателя 104.

Когда толкатель 104 находится в своем нормальном проксимальном положении, часть водного раствора, проходящего через его центральное отверстие 108, выходит через отверстия 110 в окружающей трубчатой стенке сбросного клапана 90. Однако при повышении давления водного раствора, закачиваемого в бурильную колонну 12 на поверхности, толкатель 104 преодолеваетжимающее усилие пружины, смещаясь в дистальном направлении. Этим толкатель 104 блокирует отверстия 110, вследствие чего по существу весь поток водного раствора под высоким давлением направляется в соединительную трубу 88, обходя сбросной клапан 90. Водный раствор под высоким давлением, отводимый сбросным клапаном 90, направляется через соединительную трубу 88 в клиновую трубу 30, активируя после своего прохождения запорный механизм 24 клина 18 согласно описанию, представленному выше.

Фиксатор 92 на проксимальном конце сбросного клапана 90 проиллюстрирован в данном случае запорной внутренней трубой 92 типа Boart Longyear с лепестковыми защелками, увеличенное изображение которой представлено на фиг. 28. Направляющая система 94 ловильного приспособления проиллюстрирована в данном случае специально модифицированным защелкивающим механизмом 94 с четырьмя кулачками типа Christensen, увеличенное изображение которого представлено на фиг. 29. Обе эти торговые марки используются в буровой промышленности для описания соответствующих продуктов, и поэтому они стали нарицательными. Обе эти единицы оборудования по отдельности знакомы специалистам в данной области техники, и поэтому нет особой необходимости в их дополнительном описании в настоящем документе.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения используется защелкивающий механизм 94 с четырьмя кулачками типа Christensen для замены подъемной муфты с копьевидным концом, обращенной в проксимальном направлении, наличием которой характеризуется запорное устройство 92 типа Boart Longyear. Таким образом, использование защелкивающего механизма 94 с четырьмя кулачками типа Christensen в сочетании с запорным устройством 92 типа Boart Longyear является новым и преимущественным аспектом заявленного изобретения. Следовательно, согласно настоящему изобретению хорошо знакомое оборудование, совмещаемое с существующим бурильным оборудованием, может быть использовано новаторским и благоприятным образом.

Запорное устройство 92 типа Boart Longyear с лепестковыми защелками содержит втягивающиеся замковые защелки 112, расположенные диаметрально противоположно друг другу, одна из которых показана на фиг. 28. При введении опускающего механизма 20 в зацепление с охватывающей его внешней керноприемной трубой 22 во время спуска замковые защелки 112 совмещаются в продольном направлении с внутренним замковым выступом 114 на гильзе 96 внешней керноприемной трубы 22. Замковый выступ 114 также проиллюстрирован на фиг. 28.

После окончательной установки опускающего механизма 20 во внешней керноприемной трубе 22 замковые защелки 112 будут выступать в сторону от трубы в радиальном направлении. В результате обеспечивается возможность зацепления заплечика во внешней керноприемной трубе 22 для фиксации опускающего механизма 20 в осевом направлении с целью предотвращения его проксимального смещения относительно внешней керноприемной трубы 22. Замковые защелки 112 также входят в зацепление с замковым выступом 114 для фиксации опускающего механизма 20 в заданном угловом положении относительно внешней керноприемной трубы 22 и, соответственно, относительно бурильной колонны 12, к которой подвешена внешняя керноприемная труба 22. Таким образом, крутящий момент, прикладываемый с поверхности для проворачивания бурильной колонны 12, также обуславливает проворачивание опускающего механизма 20 и клина 18, подвешенного к опускающему механизму 20 в стволе 14 скважины.

Когда защелкивающий механизм 94 с четырьмя кулачками захватывается канатной подъемной системой 42, как это показано на фиг. 9, с целью извлечения опускающего механизма 20 после занятия клином 18 своего окончательного положения, подъемная система 42 воспринимает вес опускающего механизма 20. В результате замковые защелки 112 отводятся обратно в трубу, высвобождая внешнюю керноприемную трубу 22. Теперь опускающий механизм 20 может быть свободно поднят из внешней керноприемной трубы 22 и извлечен на поверхность. После этого стандартная внутренняя керноприемная труба 44, которая может быть снабжена, например, своим собственным запорным устройством типа Boart Longyear с лепестковыми защелками, может быть спущена вниз для вхождения в зацепление с внешней

керноприемной трубой 22, как это показано на фиг. 11, что дает возможность начать колонковое бурение со съёмным керноприёмником.

Защелкивающие механизмы типа Christensen с четырьмя кулачками раскрыты, например, в патенте США № 4482013. Коротко говоря, такой защелкивающий механизм с четырьмя кулачками отличается наличием четырех вытянутых в проксимальном направлении подпружиненных кулачков 116, которые могут быть захвачены соответствующей канатной подъемной системой 42 с целью подъема и извлечения внутренней керноприемной трубы из внешней керноприемной трубы 22.

Для решения задач настоящего изобретения защелкивающий механизм 94 с четырьмя кулачками закрепляется не на внутренней керноприемной трубе, а на оставшейся части опускающего механизма 20 через фиксатор 92. Кроме того, защелкивающий механизм 94 с четырьмя кулачками выполняет две функции. Его основная функция заключается в том, чтобы обеспечить возможность съёмки азимутальной ориентации опускающего механизма 20 и, соответственно, грани 28 клина, соединенного с опускающим механизмом 20, до занятия клином 18 своего окончательного положения в стволе скважины. Его вторая функция заключается в том, чтобы обеспечить возможность извлечения опускающего механизма 20 на поверхность с использованием канатной подъемной системы 42 после занятия клином 18 своего окончательного положения в стволе скважины. Эта вторая функция соответствует его нормальной функции извлечения внутренней керноприемной трубы из внешней керноприемной трубы 22, которая известна специалистам в данной области техники, и поэтому не требует дополнительного описания в настоящем документе.

Для выполнения своей основной функции по обеспечению возможности съёмки защелкивающий механизм 94 с четырьмя кулачками согласно настоящему изобретению модифицирован таким образом, чтобы он мог входить в соединение с каротажным инструментом 36, схематическое изображение которого представлено на фиг. 5 и 6, а увеличенное изображение - на фиг. 30. Каротажный инструмент 36 также выполнен с возможностью вхождения в зацепление с защелкивающим механизмом 94 с четырьмя кулачками. Для этого защелкивающий механизм 94 с четырьмя кулачками и каротажный инструмент 36 снабжены сопрягаемыми взаимосцепляющимися конструкциями, которые будут описаны ниже.

Каротажный инструмент 36 может опускаться в бурильную колонну 12 на канате, протянутом от поверхности до защелкивающего механизма 94 с четырьмя кулачками, с которым каротажный инструмент 36 впоследствии входит в зацепление. Для точного определения азимута необходимо, чтобы каротажный инструмент 36 входил в зацепление с защелкивающим механизмом 94 с четырьмя кулачками только в одном угловом положении относительно защелкивающего механизма 94 с четырьмя кулачками. Кроме того, преимуществом является то, что такое угловое положение каротажный инструмент 36 может занять автоматически во время его вхождения в зацепление с защелкивающим механизмом 94 с четырьмя кулачками.

В частности, для этого предусмотрен посадочный башмак 118 с косым срезом каротажного инструмента 36, выступающий в дистальном направлении между четырьмя проксимально вытянутыми кулачками 116 защелкивающего механизма 94 с четырьмя кулачками. Посадочный башмак 118 с косым срезом представляет собой дистально вытянутую трубу со срезанным под косым углом концом, образующим наклоненный торец 120, обращенный в дистальном направлении. От проксимального конца торца 120 проксимально отходит паз 122. В пазу 122 располагается датчик 124 зажатия.

Соответственно, на фиг. 29 показано, что к внутренней стороне одного из четырех кулачков 116 защелкивающего механизма 94 с четырьмя кулачками добавлена шпоночная конструкция 126 с проксимально сужающейся шпонкой, обращенной внутрь. Форма и ориентация шпоночной конструкции 126 обеспечивают ее вхождение в паз 122 посадочного башмака 118 с косым срезом при корректном выравнивании каротажного инструмента 36 относительно защелкивающего механизма 94 с четырьмя кулачками. Таким образом, шпоночная конструкция 126 модифицирует защелкивающий механизм 94 с четырьмя кулачками, превращая его во встроенный приемник ориентации.

Корректное угловое выравнивание каротажного инструмента 36 относительно защелкивающего механизма 94 с четырьмя кулачками обеспечивается наклонным дистальным торцом 120 посадочного башмака 118 с косым срезом. Наклон дистального торца 120 взаимодействует с проксимальной конусностью шпоночной конструкции 126, вследствие чего каротажный инструмент 36 поворачивается относительно продольной оси 32 по мере перемещения посадочного башмака 118 с косым срезом в дистальном направлении.

Это вращение каротажного инструмента 36 выравнивает паз 122 относительно шпоночной конструкции 126 по мере того, как посадочный башмак 118 с косым срезом скользит вдоль шпоночной конструкции 126 в дистальном направлении, проходя между охватывающими его кулачками 116. После этого датчик 124 зажатия подтверждает вхождение шпоночной конструкции 126 в паз 124.

В необязательном варианте обеспечить угловое выравнивание между каротажным инструментом 36 и защелкивающим механизмом 94 с четырьмя кулачками, а также подтвердить, что каротажный инструмент 36 надлежащим образом вошел в соединение со шпоночной конструкцией 126 защелкивающего механизма 94 с четырьмя кулачками, поможет дистально обращенная камера, предусмотренная в каротажном инструменте 36.

Даже при незначительном отклонении основного ствола 14 скважины от вертикали, что на практике является обычным делом, даже в номинально вертикальном стволе каротажный инструмент 36 может определить азимут клина 18 и, соответственно, бокового ствола 46 скважины гравитационно в привязке к верхней части и/или нижней части ствола 14 скважины. Это возможно благодаря тому, что локальный наклон и азимут основного ствола 14 скважины на глубине точки зарезки уже известны из детального обследования ствола 14 скважины, которое в обычном порядке выполняется заранее.

Верхняя часть и/или нижняя часть ствола 14 скважины может быть определена путем вращения бурильной колонны 12 с целью проворачивания опускающего механизма 20 относительно его продольной оси 32 в стволе 14 скважины. Это также изменит ориентацию каротажного инструмента, сцепленного с защелкивающим механизмом 94, снабженным четырьмя кулачками.

Определив верхнюю часть и/или нижнюю часть ствола 14 скважины, можно установить ориентир или точку отсчета данных для использования методов позиционирования по узлам координатной сетки или GR-методов позиционирования. Это дает определенное преимущество, поскольку устраняет необходимость в использовании немагнитных бурильных труб, которые очень дорого стоят и обычно не могут использоваться в бурильной колонне из-за чрезмерной мягкости материала, из которого они изготовлены.

Однако в принципе каротажный инструмент 38 может определять азимут с помощью иных средств, например гироскопических или магнитных с использованием в качестве ориентира направления на северный магнитный полюс. Незначительные отклонения бокового ствола 46 скважины от требуемого угла наклона и азимута могут быть скорректированы на последующей стадии бурения забойным двигателем после завершения начального колонкового бурения со съёмным керноприёмником за клином 18.

В идею настоящего изобретения могут быть внесены самые разные изменения. Например, жесткое соединительное звено, содержащее клиновую трубу и соединительную трубу, не обязательно должно разрываться или подниматься в проксимальном направлении для разрыва. Составные части жесткого соединительного звена могут быть отделены друг от друга иными способами, например путем активации расцепляющего механизма или путем скручивания клиновой трубы с превышением углового предела или вкручивания в левую резьбу.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ наклонно-направленного бурения, причем этот способ предусматривает: подвод клина от бурильной установки к точке зарезки в основном стволе скважины с удержанием клина дистально относительно трубчатой бурильной колонны с помощью по существу жесткого соединительного звена, проходящего через кольцевой породоразрушающий инструмент вдоль центральной продольной оси для соединения клина с бурильной колонной; фиксацию клина в точке зарезки в основном стволе скважины по требуемому азимуту; разрыв соединения между бурильной колонной и зафиксированным клином, которое обеспечивается указанным соединительным звеном; извлечение по меньшей мере части соединительного звена через породоразрушающий инструмент после разрыва указанного соединения; и выдвижение бурильной колонны для выбуривания бокового ствола скважины, отходящего от основного ствола скважины по азимуту, заданному клином, без извлечения бурильной колонны.

2. Способ по п.1, предусматривающий ориентирование клина по требуемому азимуту путем проворачивания бурильной колонны относительно центральной продольной оси для прикладывания крутящего момента к клину через соединительное звено.

3. Способ по п.1 или 2, предусматривающий отрыв соединительного звена для разрыва соединения, при котором дистальная часть соединительного звена остается вделанной в клин.

4. Способ по п.1, предусматривающий опускание клина в бурильной колонне с помощью опускающего механизма.

5. Способ по п.4, предусматривающий извлечение опускающего механизма на буровую установку после разрыва соединения.

6. Способ по п.5, предусматривающий введение опускающего механизма в сцепление с канатной подъемной системой, которая выдвигается внутри бурильной колонны.

7. Способ по любому из предшествующих пп.4-6, предусматривающий замену опускающего механизма внутренней керноприемной трубой, которая выдвигается внутри бурильной колонны перед выдвижением бурильной колонны для выбуривания бокового ствола скважины.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, выполняемый без разборки бурильной колонны.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, предусматривающий передачу запирающей энергии на клин через соединительное звено.

10. Способ по п.9, предусматривающий фиксацию клина путем подачи гидравлического давления через соединительное звено.

11. Способ по п.9 или 10, предусматривающий отведение бурового раствора через соединительное звено для фиксации клина.

12. Способ по п.11, предусматривающий отведение бурового раствора путем создания давления,

превышающего пороговое значение, на буровой установке.

13. Способ по любому из предшествующих пп.10-12, предусматривающий препятствование фиксации клина до тех пор, пока давление бурового раствора не превысит пороговое значение.

14. Способ по любому из предшествующих пп.10-13, предусматривающий перенос бурового раствора через соединительное звено по извилистой траектории для захвата твердых частиц, увлеченных буровым раствором.

15. Способ по любому из предшествующих пунктов, предусматривающий выдвижение каротажного инструмента внутри бурильной колонны для определения азимута клина до его фиксации.

16. Способ по п.15, предусматривающий введение каротажного инструмента в зацепление с опускающим механизмом в бурильной колонне, причем опускающий механизм жестко соединен с клином через соединительное звено.

17. Способ по п.16, предусматривающий проворачивание каротажного инструмента для введения его в зацепление с обращенным в проксимальном направлении ловителем каната в сборе в составе опускающего механизма.

18. Способ по п.16 или 17, предусматривающий проворачивание каротажного инструмента для его совмещения с опускающим механизмом вследствие дистального смещения каротажного инструмента относительно опускающего механизма.

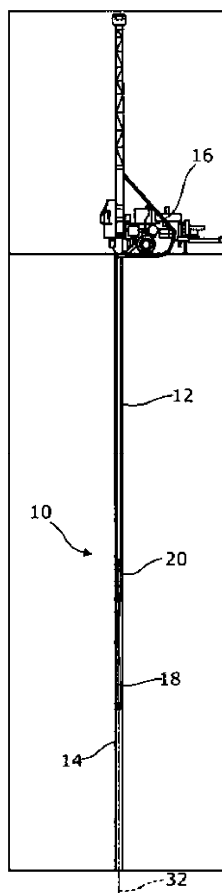
19. Способ по любому из предшествующих пунктов, предусматривающий приложение выравнивающего усилия к клину для его проворачивания относительно оси вращения перпендикулярно центральной продольной оси.

20. Способ по п.19, предусматривающий приложение выравнивающего усилия к клину во время его фиксации.

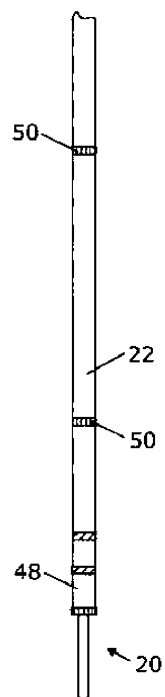
21. Способ по п.19 или 20, предусматривающий проворачивание клина с целью прижатия проксимального края клина к окружающей стенке основного ствола скважины.

22. Способ по любому из предшествующих пунктов, предусматривающий подъем бурильной колонны в проксимальном направлении для разрыва соединения.

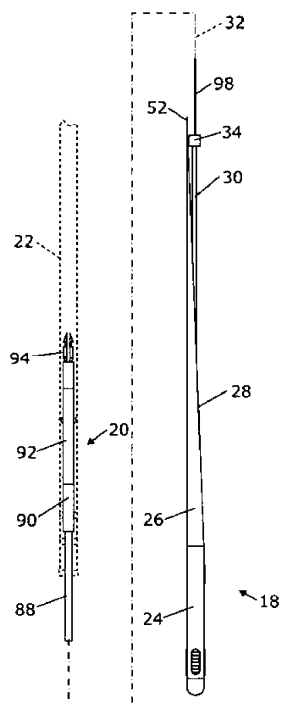
23. Способ по любому из предшествующих пунктов, предусматривающий расширение стыка между основным стволом и боковым стволом скважины путем подачи бурильной колонны.



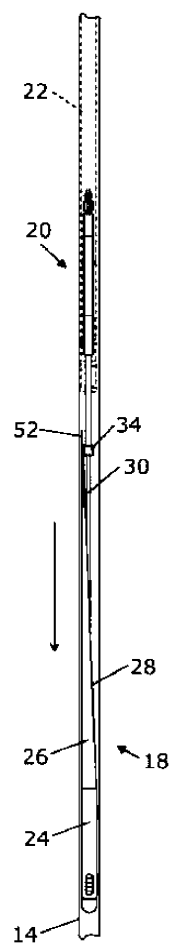
Фиг. 1



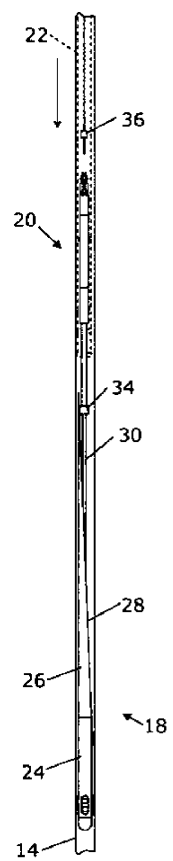
Фиг. 2



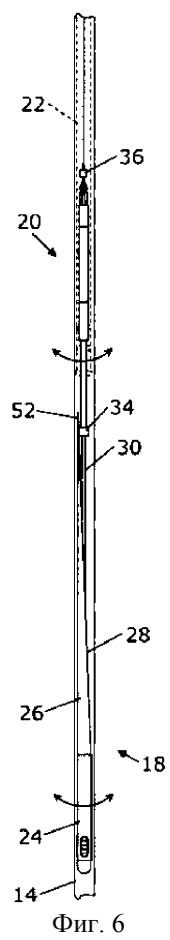
Фиг. 3



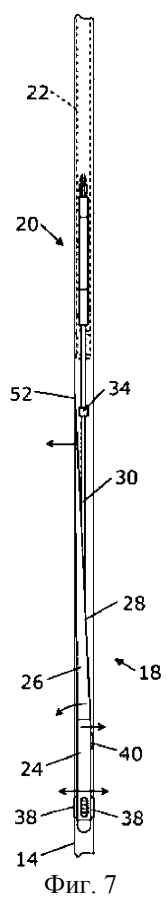
Фиг. 4



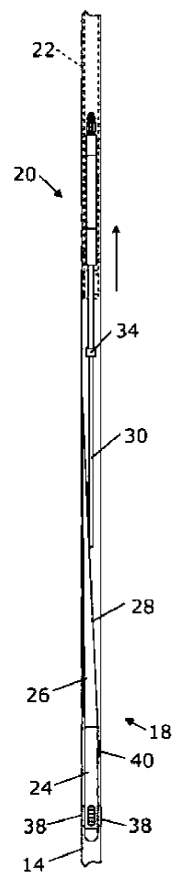
Фиг. 5



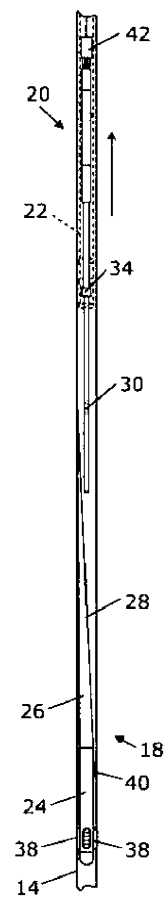
Фиг. 6



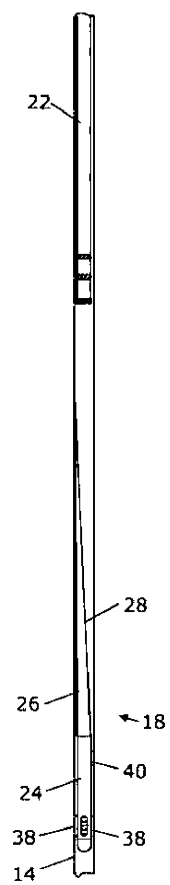
Фиг. 7



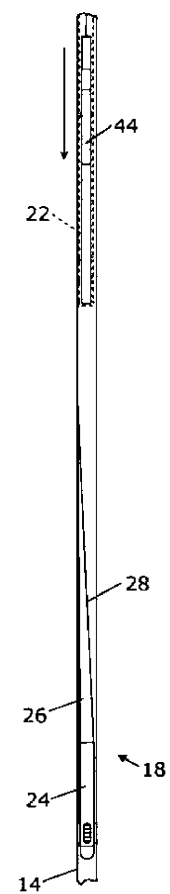
Фиг. 8



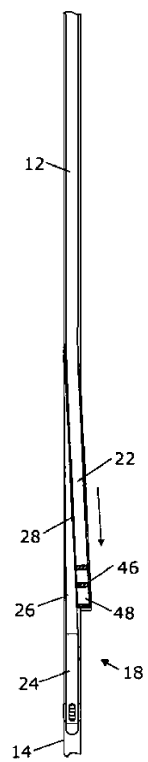
Фиг. 9



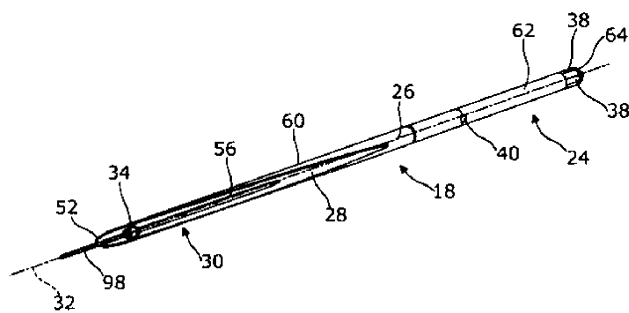
Фиг. 10



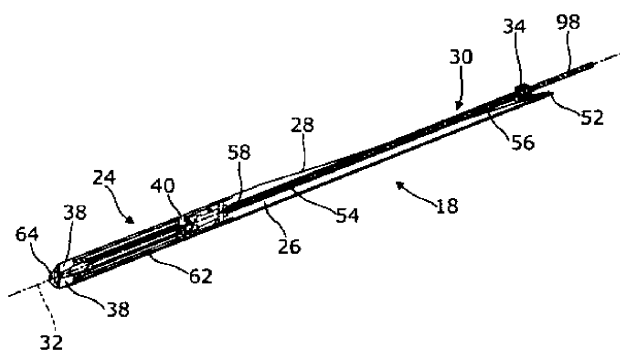
Фиг. 11



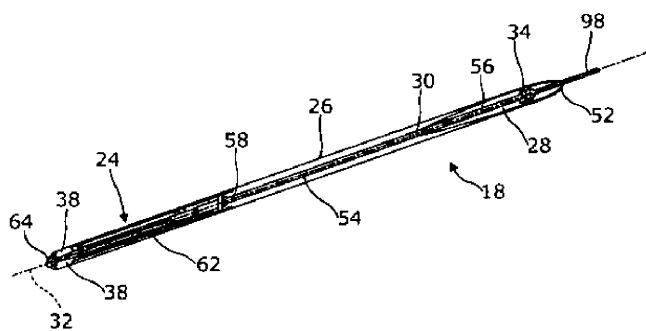
Фиг. 12



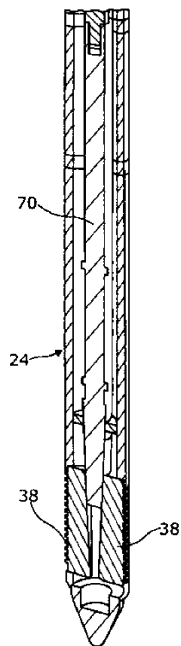
Фиг. 13



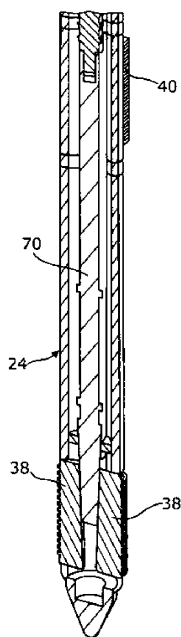
Фиг. 14



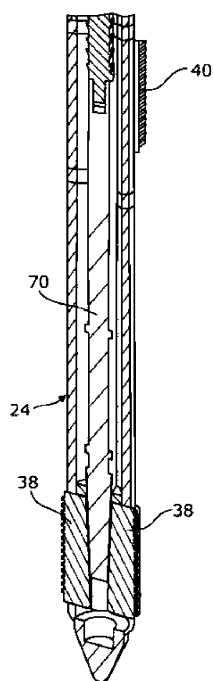
Фиг. 15



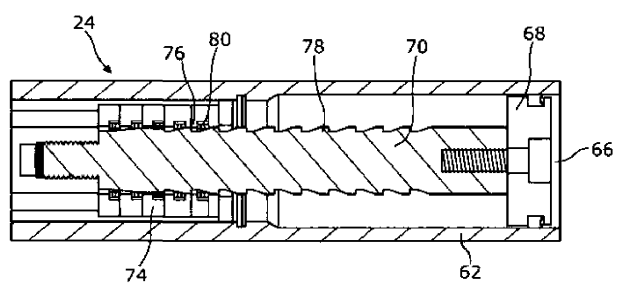
Фиг. 16



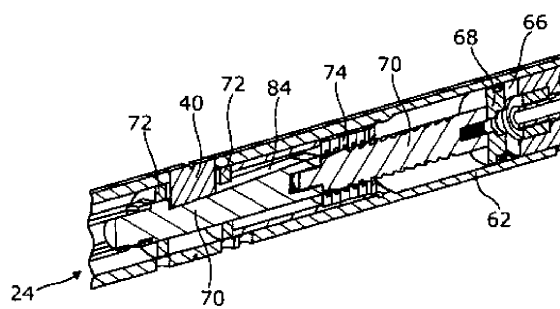
Фиг. 17



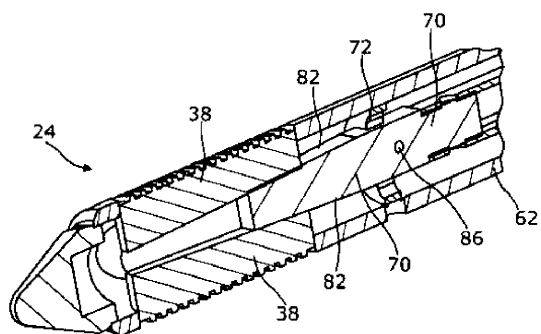
Фиг. 18



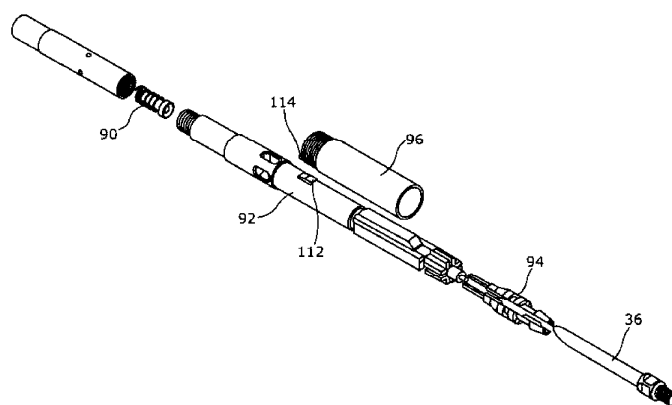
Фиг. 19



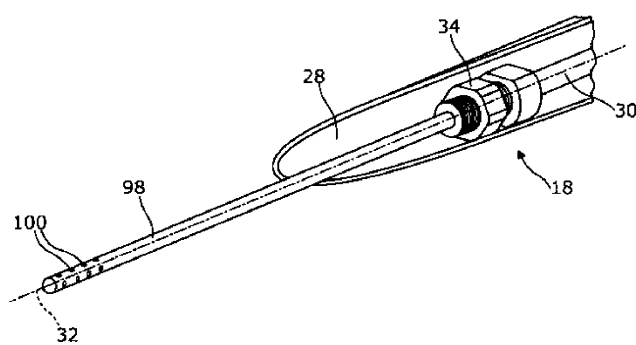
Фиг. 20



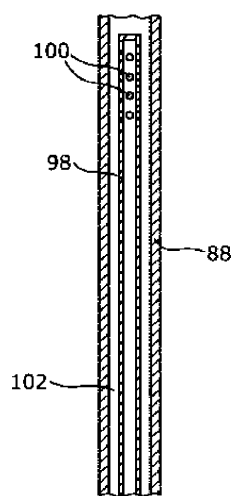
Фиг. 21



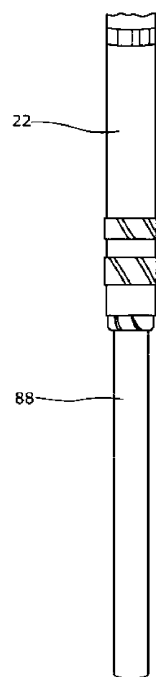
Фиг. 22



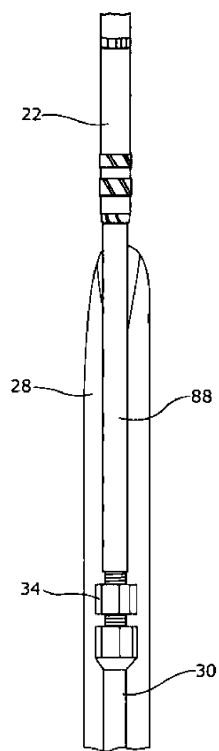
Фиг. 23



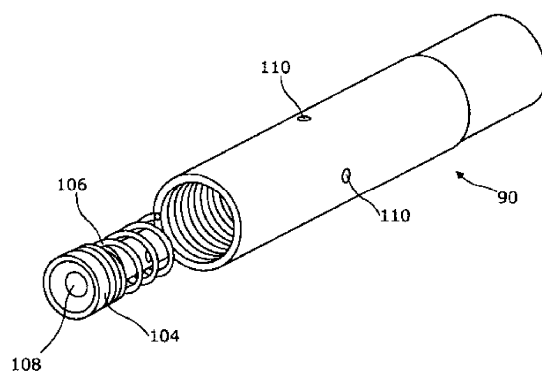
Фиг. 24



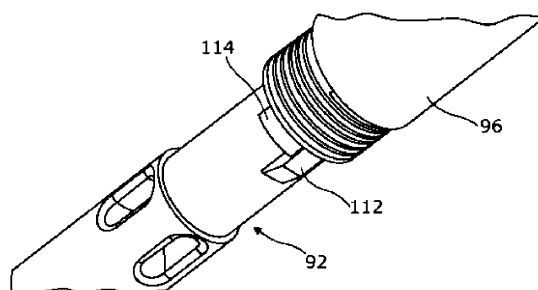
Фиг. 25



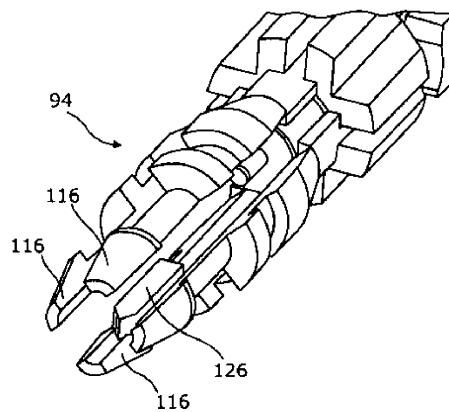
Фиг. 26



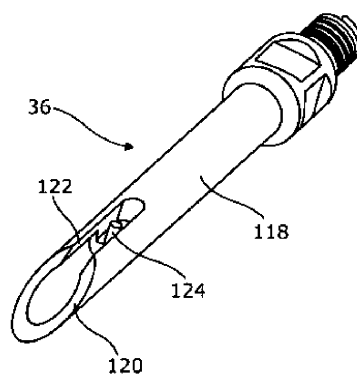
Фиг. 27



Фиг. 28



Фиг. 29



Фиг. 30

