

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к бурению скважины в подземной формации. В частности, настоящее изобретение относится к бурению скважины, когда желательно бурить скважину по предварительно изогнутой траектории, т.е. осуществлять направленное бурение.

Предпосылки создания изобретения

При обычном бурении используется буровая колонна, включающая буровую коронку на своем нижнем конце, и продвижение в формацию достигается вращением буровой колонны при приложении нагрузки на коронку. Специализированное так называемое оборудование забоя скважины, образующее нижнюю часть буровой колонны, должно использоваться для осуществления направленного бурения. Чтобы быть пригодным для направленного бурения, указанное оборудование должно содержать буровую коронку, систему управления бурением и систему разведки. Буровая коронка образует нижний конец буровой колонны и имеет режущие элементы для продвижения в формацию. Система управления бурением служит для нацеливания или продвижения буровой коронки в желаемом направлении. Для этой цели в настоящее время используются два различных подхода: первое - системы управления вращения, где вращение буровой коронки отклоняется в желаемом направлении, тогда как вся буровая колонна вращается с поверхности, или двигатели для бурового раствора в комбинации с изогнутыми переводниками, при этом лишь нижний конец буровой колонны вращается под действием этого двигателя. Система разведки может включать систему измерения во время бурения и/или систему каротажа при бурении для определения параметров ориентации в ходе операции бурения и/или для измерения параметров формации или в скважине.

Операции направленного бурения становятся все более и более важными для оптимизации производства нефти или газа из подземных формаций. Например, так называемые скважины «Extended Reach», которые являются скважинами с типичным боковым расширением вплоть до 2 км или более от начала скважины с большим углом или горизонтальным отклонением. В процессе бурения такой скважины можно столкнуться с множеством ситуаций и проблем, которые могут потребовать работы со специализированным оборудованием и инструментами на нижнем конце буровой колонны. Если потребность в таком специализированном оборудовании известна заранее, оно может быть иногда включено в оборудование забоя скважины. Например, система разведки может включать высоко специализированные регистрирующие средства для исследования конкретного параметра окружающей формации или в скважине.

Таким образом, оборудование забоя скважины используется для направленного бурения высокой степени сложности. Вследствие их высокой стоимости, в скважине значительно возрастает риск потери этого оборудования. Также невозможно включить все оборудование, требующееся в непредвиденных ситуациях. Например, если вдруг появляются утечки бурового раствора, может быть желательно закрыть сообщение по жидкости между скважиной и окружающей формацией вокруг буровой коронки, но это не может быть нормально выполнено при наличии на месте оборудования забоя скважины.

Обычно нежелательно вытягивать всю буровую колонну вплоть до поверхности, чтобы заменить это оборудование, например, средством впрыскивания жидкости (например, цементирующим средством, или средством для впрыскивания утраченного циркулирующего материала), или, в общем, любым другим вспомогательным инструментом. Вытягивание и обратное введение буровой колонны может быть чрезвычайно длительным, в общем, достижение этого может быть задачей нескольких дней. В некоторых критических ситуациях, вытягивание всей буровой колонны вплоть до поверхности практически не может быть полностью выполнено.

Сущность изобретения

Целью настоящего изобретения является создание способа бурения скважины с использованием оборудования забоя скважины, пригодного для направленного бурения, в котором вспомогательный инструмент может быть развернут в позиции на нижнем конце буровой колонны, особенно в позиции вне буровой колонны, впереди буровой коронки.

Еще одна цель изобретения состоит в создании оборудования забоя скважины для использования в этом способе.

Согласно настоящему изобретению создан способ бурения скважины в подземной формации, использующий трубчатую буровую колонну, имеющую на своем нижнем конце оборудование забоя скважины, содержащее буровую коронку, систему управления бурением и систему разведки, при этом буровая колонна имеет проход для вспомогательного инструмента из первой позиции в буровой колонне выше оборудования забоя скважины во вторую позицию, в которой по меньшей мере часть вспомогательного инструмента находится вне буровой колонны ниже оборудования забоя скважины, причем проход может выборочно быть закрыт посредством закрывающего элемента, способ включает следующие операции:

бурение для продвижения буровой колонны в подземную формацию, до достижения условия действия вспомогательного инструмента;

открытие прохода;

переход вспомогательного инструмента из первой позиции через проход во вторую позицию, и

осуществление действия вспомогательного инструмента во второй позиции.

Создана также для направленного бурения скважины в подземной формации, содержащая трубчатую буровую колонну, имеющую оборудование забоя скважины на своем нижнем конце, содержащее буровую коронку, систему управления бурением и систему разведки, при этом оборудование забоя скважины имеет продольный внутренний проход, так что буровая колонна формирует проход для вспомогательного инструмента из первой позиции в буровой колонне выше оборудования забоя скважины во вторую позицию, в которой по меньшей мере часть вспомогательного средства находится вне буровой колонны ниже оборудования забоя скважины и имеет максимальный диаметр, равный по меньшей мере 5 см, причем оборудование забоя скважины содержит сменный закрывающий элемент для выборочного закрытия прохода.

Далее изобретение предусматривает оборудование забоя скважины, прикрепляемое к трубчатой буровой колонне, содержащее буровую коронку, систему управления бурением и систему разведки, и имеющее продольный внутренний проход для по меньшей мере части вспомогательного инструмента, имеющей максимальный диаметр, равный по меньшей мере 5 см.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения создан также двигатель для бурового ротора, прикрепляемый к буровой колонне и содержащий трубчатый статор и ротор, размещенный в трубчатом статоре, и вал буровой коронки, приводимый в действие ротором и передающий вращающий момент на буровую коронку, при этом ротор свободно соединен с валом буровой коронки с возможностью его извлечения в продольном направлении из статора после отсоединения от вала буровой коронки, посредством чего внутреннее пространство статора образует часть прохода для по меньшей мере части вспомогательного инструмента, имеющей максимальный диаметр, равный по меньшей мере 5 см.

Настоящее изобретение, следовательно, обеспечивает способ и систему, которые позволяют выполнять операцию направленного бурения, при этом вспомогательный инструмент может быть развернут при бурении через буровую колонну так, что, по меньшей мере, нижняя часть его достигает позиции в скважине впереди буровой коронки. Этого, следовательно, в большинстве случаев достаточно, чтобы начинать бурение со сравнительно простым оборудованием забоя скважины, так как специализированные средства могут быть доставлены в это оборудование всякий раз, когда это требуется, без необходимости извлечения буровой колонны из скважины. Обнаружено, что пригодные вспомогательные инструменты должны иметь диаметр 5 см (2 дюйма) в части, которая полностью проходит через указанное оборудование. В основном термин «диаметр» использован в описании и в формуле изобретения для указания на максимальное поперечное расширение в одном измерении. Предпочтительно, проход позволяет инструментам, имеющим диаметр 6 см или 2,5 дюйма, проходить через него, где инструменты, по существу, цилиндрические и имеют длину соответственно более чем 2 м, часто 5 м или более. Диаметр, тем самым, имеет отношение к максимальному диаметру части, которая полностью проходит через проход. Цементирующие средства, например, могут иметь иглу, протягивающуюся в скважину на длину в 50 или 100 м. Соответственно, буровая коронка имеет диаметр между 15 и 30,5 см, или от 6 до 12 дюймов, предпочтительно 8,5 дюймов.

Для применения стандартного роторного бурения без осуществления направленного бурения было предложено множество систем для выполнения операций каротажа в скважине перед буровой коронкой.

Патент США No. 5 244 050 описывает буровую коронку, которая имеет проход для регистрирующего (каротажного) или отбирающего пробы инструмента. Проход открывается к внешней части буровой коронки через эксцентричное отверстие на лицевой стороне тела коронки. Отверстие может быть выборочно закрыто закрывающими средствами, и в его области не размещены какие-либо режущие элементы или шарошки. Следовательно, выполнение бурения подвергается риску.

Международная публикация WO 00/17488 описывает систему для бурения и каротажа скважины. Система содержит стандартную трубчатую вращающуюся буровую колонну с буровой коронкой на своем нижнем конце. Внутреннее пространство буровой коронки образует проход для колонны каротажного инструмента, а буровая коронка предусмотрена со сменным закрывающим элементом в нижнем конце прохода.

Тем не менее, такие системы пока используются только в комбинации со стандартным роторным бурением, где никакое оборудование забоя скважины, пригодное для направленного бурения, не может быть использовано.

Настоящее изобретение основано на понимании того, что можно разработать оборудование забоя скважины, пригодное для направленного бурения, так что вспомогательный инструмент может проходить насквозь, достигая скважины впереди буровой коронки в ходе операции бурения. Было понято, что, вопреки общему мнению в данной области, можно предусмотреть все основные элементы оборудования забоя скважины с продольным проходом, достаточно большим для того, чтобы допустить проход, например, удлиненных 2,5 дюймовых средств через 8,5 дюймовую буровую колонну и это оборудование, не подвергая риску практическую его применимость.

Буровая коронка может иметь внешнюю форму такую же, как стандартная коронка, например, PDC или каротажное долото, и, следовательно, будет обеспечивать такое же выполнение бурения. Последнее особенно важно для применения направленного бурения.

Известны системы изменения во время бурения, состоящие из трубчатой переходной муфты, снабженной устройством устройства подвески, в которой может быть размещен извлекаемый на поверхность зонд. Тем не менее, стандартные переходные муфты после извлечения зонда, могут обычно допустить проход только с диаметром 1,5 дюймов или меньше, что недостаточно для настоящего изобретения. Тем не менее, могут быть специально разработаны инструменты указанных систем с внутренним диаметром устройства подвески в муфтах, увеличенным для допуска прохода, например, 2,5 дюймовых инструментов.

Известные системы управления бурением также имеют недостаточный внутренний диаметр, и это поддерживается как для систем управления двигателями для бурового раствора, так и для систем управления роторами. Тем не менее, установлена возможность разработать обе системы так, чтобы предусмотреть достаточно большой проход.

Краткое описание чертежей

Изобретение будет теперь описано более подробно и со ссылкой на чертежи, на которых изображено следующее:

фиг. 1 изображает схематический общий вид варианта осуществления системы согласно настоящему изобретению;

фиг. 2 - схематический вид системы разведки, показанной на фиг. 1;

фиг. 3 - схематический вид системы управления бурением, показанной на фиг. 1;

фиг. 4 - схематический вид буровой коронки, показанной на фиг. 1; и

фиг. 5 - схематический вид инструмента для каротажа, прошедшего через оборудование забоя скважины для достижения скважины впереди буровой колонны.

Подробное описание изобретения

На фиг. 1 показана скважина 1, проходящая с поверхности (не показано) в подземную формацию 2. Скважина 1 отклоняется от вертикали, причем ее кривизна на чертеже преувеличена для ясности. По меньшей мере нижняя часть скважины, показанная на фигуре, образована действием трубчатой буровой колонны 5. Нижний конец буровой колонны 5 относится к оборудованию 8 забоя скважины, включающему буровую коронку 10, систему 12 управления бурением и систему 15 разведки. Оборудование 8 имеет проход 20, образующий часть прохода для вспомогательного инструмента 25 между первой позицией 28 в буровой колонне, оборудования 8, и второй позицией 30 в скважине 1 вне буровой колонны 5 ниже оборудования 8 и впереди буровой коронки 10. Должно быть ясно, что верхняя часть вспомогательного инструмента 25 может оставаться в буровой колонне, например, подвешенной на или даже выше оборудования 8. Для данного изобретения достаточно того, что нижняя часть вспомогательного инструмента достигает второй позиции 30 в скважине.

В описании и в формуле изобретения термины «верхний» и «выше» использованы для обозначения позиции или ориентации, сравнительно близкой к поверхностному концу буровой колонны, а термины нижний и ниже - для позиции, сравнительно близкой к концу скважины в течение действия. Термин продольный будет использован для обозначения направления или ориентации по существу вдоль оси буровой колонны.

Буровая коронка 10 имеет сменную вставку 35, которая будет обсуждаться подробнее в связи с фиг. 4. Вставка образует выборочно удаляемый закрывающий элемент для прохода 20, когда она находится в своей закрытой позиции, то есть, соединена с буровой коронкой, как показано на фигуре.

На фиг. 1 показано перемещающее средство 38, которое размещено в верхнем конце вспомогательного инструмента 25, и служит для развертывания вспомогательного инструмента 25 от поверхности до оборудования 8 забоя скважины, например, для накачки. Например, с этой целью может использоваться передающее средство, такое, как описано в патенте Великобритании 2 357 787 А. Особенно пригодное средство для использования в комбинации с настоящим изобретением описано в Европейской патентной заявке No. 03076115.9, неопубликованной на день подачи настоящей заявки.

На фиг. 2 схематически показана система 15 разведки. Система разведки этого варианта осуществления является системой измерения во время бурения, содержащей трубчатый переводник или переходную муфту 51 и удлиненный зонд 55. Верхний конец трубчатого переводника 51 может соединиться с верхней частью буровой колонны 5, проходящей к поверхности, а нижний конец может соединиться с системой 12 управления бурением. Зонд 55 содержит контрольно-измерительную аппаратуру, средство 56 гамма-лучей, средство 57 ориентации, включающее, например, магнитометр и акселерометр для определения наклона и азимута скважины, упаковку 58 батарей и генератор 59 импульсов шлама для связи с поверхностью. Переводник 51 может также содержать контрольно-измерительную аппаратуру. Кольцевой выступ 65 размещен на внутренней окружности трубчатого переводника 51, на который может быть подвешен зонд. Внешняя поверхность зонда выполнена с вырезами 67, на которых размещены ключи 69, взаимодействующие с кольцевым выступом 65. Вырезы 67 обеспечивают протекание бурового раствора через инструмент для измерения во время бурения и через импульсную секцию 59. Верхний конец зонда 55 устроен как соединительное средство 72, такое, как ловильная шейка или защелкивающийся разъем, взаимодействующие с инструментом, таким, как средство проводной линии связи или средство накачки, которые могут быть опущены с поверхности и соединены с соединительным средством. Зонд может

быть таким образом вытянут или выкачан вверх с тем, чтобы удалить зонд 55 с переводника 51. Система измерения во время бурения имеет такие размеры, что внутреннее пространство переводника 51 после удаления зонда 55 представляет проход 20 пригодного размера для прохода по меньшей мере нижней части вспомогательного инструмента согласно настоящему изобретению.

Кроме того, может быть разработана трубчатая система для измерения во время бурения, в которой все компоненты размещены вокруг центрального продольного прохода необходимого поперечного сечения. В частности, может быть предусмотрен генератор импульсов бурового раствора, содержащий кольцевой резиновый элемент вокруг прохода, который может быть надут так, что он расширяется в проходе, тем самым создавая импульс бурового раствора.

Будет понято, что могут быть использованы иные соединительные средства, кроме генераторов импульсов бурового раствора, например, электромагнитные средства.

На фиг. 3 показан вариант осуществления системы 12 управления бурением, в виде двигателя 104 для бурового раствора в комбинации с изогнутым корпусом 105. Изогнутый корпус показан с увеличенным углом между верхним и нижним концами, который в действительности обычно порядка менее 3°. Изогнутый корпус 105 имеет внутреннее пространство, сравнимое с обычной буровой колонной. Верхний конец двигателя 104 может непосредственно или косвенно соединяться с нижним концом системы 15 разведки.

Двигатель является гидравлическим двигателем, который преобразовывает гидравлическую энергию бурового раствора, закачиваемого с поверхности, в механическую энергию на буровой коронке. Это допускает вращение буровой коронки без вращения буровой колонны. Данный двигатель, схематически показанный на фиг. 3, является так называемым двигателем положительного смещения, действующим на основе принципа Moineau. Принцип Moineau означает, что винтовой ротор 106 с одной или несколькими выступающими частями вращается, если он установлен эксцентрически в статоре 108, имеющем на одну выступающую часть больше, чем ротор, и когда жидкость направлена потоком через кольцевидное пространство между статором и ротором.

Вращение передается на трубчатый вал 110 буровой коронки, к нижнему концу 112 которого может быть присоединена буровая коронка. Для передачи вращения на вал 110 буровой коронки, нижний конец ротора 106 соединен через соединительное средство связи 115 с одним концом передающего вала 118. Вал 118 проходит через изогнутый корпус 105, и своим другим концом соединен с валом буровой коронки через соединительное средство 120. Вал 118 может быть гибким валом, изготовленным из такого материала, как титан, способный противостоять силам кручения. Кроме того, соединительные средства 115 и 120 могут быть выполнены, как универсальные соединения. Вал 110 буровой коронки подвешен на переходной муфте 123 вала буровой коронки, которая соединена или объединена со статором 108 через подшипники 125. Уплотнение 127 предусмотрено между валом 110 буровой коронки и муфтой 123 вала буровой коронки.

Система управления этого варианта осуществления отличается от известных систем тем, что соединительное средство 120 облегчает связь между передающим валом 118 и валом 110 буровой коронки, когда направленное вверх усилие приложено к ротору 106. Например, соединительное средство может быть образовано как взаимодействующие шлицы на нижнем конце этого средства и на верхней части вала буровой коронки. Альтернативой является пригодный механизм блокировки, осуществляемый продольным выталкиванием/проталкиванием. Для приложения направленного вверх усилия в роторе 106, верхний конец ротора выполнен как соединительное средство 130, например, как ловильная шейка или защелкивающийся разъем, взаимодействующие с инструментом, который может быть опущен с поверхности, соединен с соединительным средством, и вытянуто или выкачено вверх с тем, чтобы освободить связь в соединительном средстве 120.

Верхний конец 132 вала 110 буровой коронки образован в виде воронки с тем, чтобы подвести нижний конец вала 118 к соединительному средству 120, когда ротор 106 снова опущен в статор 108. Проходы 135 для бурового раствора могут быть предусмотрены через стенку вала 110 буровой коронки, чтобы позволить циркуляцию бурового раствора в течение операции бурения, когда ротор 106 соединен с валом буровой коронки 110 через соединительное средство 120.

Соответственно, также размещено средство (не показано), запирающее вал 110 буровой коронки на муфте 123 вала буровой коронки, когда ротор 106 отсоединен от вала 110 буровой коронки.

Должно быть ясно, что минимальный внутренний диаметр статора 108 и вала 110 буровой коронки такие, что обеспечен достаточно большой продольный проход для по меньшей мере нижней части вспомогательного инструмента, формирующий часть прохода 20 на фиг. 1, в соответствии с настоящим изобретением.

Альтернативная система управления бурением обычно известна как система управления вращением. Система управления вращением позволяет передавать силы вращения, приложенные к буровой колонне на поверхности вокруг изгиба. Она обычно состоит из внешней трубчатой оправки, имеющей размер обычной буровой колонны. Внутри оправки проходит часть буровой трубы меньшего диаметра. Буровая колонна или оборудование забоя скважины выше системы управления вращением соединены с верхним концом этой внутренней буровой трубы, а буровая коронка соединена с нижним концом буровой

вой трубы. Оправка содержит средства, оказывающие боковое усилие во внутренней буровой трубе для отклонения по желанию направления бурения. Для использования в настоящем изобретении внутренняя буровая труба системы управления вращением должна допускать проход вспомогательного инструмента.

На фиг. 4 схематически показано продольное сечение вращающейся буровой коронки 10, показанной на фиг. 1. Буровая коронка 10 показана в скважине 2 и прикреплена в этом варианте осуществления к нижнему концу вала 110 буровой коронки, показанной на фиг. 3. Тело 206 коронки 10 имеет центральный продольный проход 20 для вспомогательного инструмента из внутреннего пространства 207 буровой колонны 3 в скважину 1, 30, и наружу из буровой коронки 10, как будет отмечено подробнее ниже. Сопла коронки размещены на ее теле 206. Для ясности показано только одно сопло 209 со вставкой. Сопло 209 соединено с проходом 20 через канал 209а сопла.

Буровая коронка 10 имеет удаляемый закрывающий элемент 35, который показан на фиг. 4 в своем закрытом положении по отношению к проходу 20. Закрывающий элемент 35 в этом примере включает центральную вставную секцию 212 и запирающую секцию 214. Вставная секция 212 имеет режущие элементы 216 на своем переднем конце, которые размещены так, чтобы образовывать в закрытой позиции соединительную поверхность буровой коронки вместе с резами 218 на переднем конце тела 206 буровой коронки. Вставная секция может также быть предусмотрена с соплами (не показаны). Далее, вставная секция и взаимодействующая поверхность тела 206 буровой коронки формируются соответственно так, чтобы обеспечить передачу бурового вращающего момента с вала 110 буровой коронки и тела 206 буровой коронки к вставной секции 212.

Запирающая секция 214, которая фиксированно присоединена к заднему концу вставной секции 212, имеет по существу цилиндрическую форму и проходит с узким зазором в центральное продольное отверстие 220 в теле 206 буровой коронки. Отверстие 220 образует часть прохода 20, это также обеспечивает сообщение с соплами во вставной секции 212.

Запирающий элемент 35 съемно присоединен к телу 206 буровой коронки через запирающую секцию 214. Запирающая секция 214 закрывающего элемента 35 содержит по существу цилиндрический внешний рукав 223, который проходит с узким зазором вдоль отверстия 220. Уплотняющее кольцо 224 размещено в желобке вокруг периферии внешнего рукава 223, чтобы предотвратить сообщение вдоль внешней поверхности запирающей секции 214. С нижним концом рукава 223 соединена вставная секция 212. Запирающая секция 214 далее содержит внутренний рукав 225, который установлен скользящим во внешнем рукаве 223. Внутренний рукав 225 своим верхним концом 226 упирается во внутренний выступ 228, образованный внутренним ободом 229 около верхнего конца рукава 223. Смещающее усилие прилагается частично сжатой спиральной пружиной 230, которая выталкивает внутренний рукав 225 из вставной секции 212. В своем нижнем конце внутренний рукав 225 предусмотрен с кольцевидным углублением 232, которое устроено, чтобы охватывать верхнюю часть пружины 230.

Внешний рукав 223 имеет углубления 234, где размещены запирающие шары 235. Запирающий шар 235 имеет больший диаметр, чем толщина стенки рукава 223, и каждое углубление 234 свободно удерживает соответствующий шар 235, так что он может перемещаться радиально на ограниченное расстояние в рукав 223 и из него. Два блокирующих шара 235 показаны на чертеже, тем не менее ясно, что можно разместить больше запирающих шаров.

В закрытой позиции, как показано на фиг. 4, запирающие шары 235 выталкиваются радиально и наружу внутренним рукавом 225 и точно совпадают с кольцевым углублением 236 в теле 206 буровой коронки вокруг отверстия 220. Таким образом, закрывающий элемент 35 сцеплен с буровой коронкой 10. Внутренний рукав 225 далее имеет кольцевое углубление 237, которое в закрытой позиции продольно смещено по отношению к углублению 236 в направлении вала 110 буровой коронки.

Внутренний обод 229 размещен для взаимодействия с соединительным средством 239 на нижнем конце открывающего средства 240. Средство 239 имеет множество опор 250, проходящих продольно вниз с периферии открывающего средства 240. Для ясности показаны только две опоры 250, но ясно, что может быть размещено больше опор. Каждая опора 250 имеет крючок 251 на своем нижнем конце, так что внешний диаметр, определяющийся крючками 251 в позиции 252, превышает внешний диаметр, определяющийся опорами 250 в позиции 254, а также превышает внутренний диаметр обода 229. Далее внутренний диаметр обода 229 предпочтительно больше или приблизительно равен внешнему диаметру, определяемому опорами 250 в позиции 254, и внутренний диаметр внешнего рукава 223 - меньше или приблизительно равен внешнему диаметру, определяемому крючками 251 в позиции 252. Опоры 250 способны эластично деформироваться внутрь, как указано стрелками. Внешние, нижние края 256 крючков 251 и верхняя внутренняя окружность 257 обода 229 скошены.

Внешний диаметр открывающего средства 240 значительно меньше чем диаметр отверстия 220.

Далее описана работа системы показанной на фиг. 1-4.

Буровая колонна 5 может быть использована для продвижения скважины 5 в формацию 2, когда зонд 55 подвешен на муфте 51, как показано на фиг. 2, когда ротор 106 размещен в статоре 108 двигателя 104, как показано на фиг. 3, и когда вставка 35 сцеплена с телом 206 буровой коронки, как показано на фиг. 4. Вспомогательный инструмент может храниться на поверхности, но может также храниться в боковой оправке в буровой колонне. Буровая колонна может таким образом быть использована для бурения

скважины в желаемом направлении. Зонд 55, ротор 106 и вставка 35 совместно образуют закрывающий элемент для прохода 20.

В ходе операции бурения можно столкнуться с ситуацией, требующей действия вспомогательного инструмента 25 в скважине впереди буровой коронки (позиция 30). Это обозначено в описании и формуле изобретения как условия действия вспомогательного инструмента. Примерами являются случаи утечки бурового раствора, требующие введение жидкостей, например, утраченного материала циркуляции или цемента, выполнение операции очистки в открытой скважине, желание выполнить специальную регистрацию, измерение, операцию отбора проб текучей среды или керна, желание пробурить экспериментальную скважину.

Затем бурение останавливается, буровая колонна вытягивается вверх на определенное расстояние, чтобы создать достаточное пространство для вспомогательного инструмента в позиции 30, и открывается проход. С этой целью зонд 55 и ротор 106 извлекаются на поверхность, например, с использованием «ловильного инструмента» с соединительным средством на своем нижнем конце, который может закачиваться вниз через буровую колонну и вытягиваться вверх проводной линией связи. Извлечение зонда и ротора может быть выполнено последовательными шагами. Нижний конец зонда может соединиться со средством 130 на верхнем конце ротора 106, так что оба могут извлекаться в одно и то же время.

Затем открывающее средство 240 может быть развернуто через внутреннее пространство колонны для удаления наружу закрывающего элемента 35 из тела 206 буровой колонны. Открывающее средство 240 соответственно образует нижний конец вспомогательного инструмента 25. Вспомогательный инструмент соответственно разворачивается с поверхности закачиванием, с передающим средством 38, присоединенным к верхнему концу. Вспомогательный инструмент проходит через буровую колонну и проход 20 оборудования 8 забоя скважины, то есть последовательно через муфту 51, статор 108 двигателя, до верхнего конца буровой коронки 10, так, что соединительное средство 239 зацепляют верхний конец запирающей секции 214 закрывающего элемента 35. Крючки 251 задвигаются в верхний обод 229 внешнего рукава 223. Опоры 250 деформируются внутрь, чтобы крючки могли задвинуться полностью в верхний обод 229, пока они не зацепят верхний конец 226 внутреннего рукава 225. Дальнейшим проталкиванием вниз внутренний рукав 225 будет принужден скользить вниз внутри внешнего рукава 223, далее сжимая пружину 230. Когда пространство между верхним концом 226 внутреннего рукава 225 и выступом 228 станет достаточно большим, чтобы вместить длину крючков 251, опоры 250 защелкиваются наружу, тем самым защелкивая открывающее средство к закрывающему элементу.

В приблизительно той же относительной позиции между внутренним и внешним рукавами, где опоры защелкиваются наружу, углубления 237 совпадают с шарами 235, тем самым отпирая закрывающий элемент 35 из тела 206 буровой коронки. Дальнейшим выталкиванием вниз открывающего средства закрывающий элемент целиком выталкивается из отверстия 220.

Когда закрывающий элемент полностью вытолкнут из отверстия 220, открывается проход 20.

При дальнейшем продвижении открывающего средства 240 нижняя часть вспомогательного инструмента 25 в верхнем конце открывающего средства достигает открытой скважины вне буровой коронки, и может действовать там. В этом варианте осуществления вспомогательный инструмент достаточно длинный, так, что он проходит через все оборудование забоя скважины и остается соединенным с перемещающим средством 38 выше этого оборудования. Это позволяет прямое извлечение вспомогательного инструмента на поверхность с помощью проводной линии связи или обратным выкачиванием.

На фиг. 5 показан нижний конец буровой коронки 10 в ситуации, когда нижняя часть 261 скважинного зонда 260 прошла через проход. Закрывающий элемент 35 удален наружу с закрывающей позиции открывающим средством 240 в нижнем конце скважинного зонда 260.

Множество сенсоров или электродов скважинного зонда обозначены как 266. Они могут получать питание от батарей или через провод, протягивающийся на поверхность. Данные могут храниться в средстве или передаваться на поверхность. Скважинный зонд 260 далее содержит посадочный элемент (не показан), имеющий посадочную поверхность, взаимодействующую с посадочным местом оборудования 8 забоя скважины.

Буровая коронка 10 может, например, иметь внешний диаметр 21,6 см (8,5 дюймов) с проходом 6,4 см (2,5 дюймов). Нижняя часть 261 скважинного зонда 260, являющаяся частью, прошедшей из буровой колонны в открытую скважину, в этом случае по существу цилиндрическая, и имеет сравнительно однородный внешний диаметр в 5 см (2 дюйма).

После того, как вспомогательный инструмент отработал в скважине в позиции 30, он может быть извлечен в буровую колонну выталкиванием вверх перемещающим средством 38. Вставка 35 затем подсоединяется к телу 206 буровой коронки. Открывающее средство 240 отсоединится от вставки 35, и вспомогательное средство 260 может быть полностью извлечено на поверхность. Ротор 106 и зонд 55 могут быть опущены в двигатель и статор 108, соответственно, так что закрывающий элемент снова собран, и бурение может быть продолжено. Если появляется следующее условие операции вспомогательного инструмента, то может быть начат снова весь цикл, где в конкретном случае может быть использован другой вспомогательный инструмент. Гибкость, достигнутая таким образом в течение операции направленного бурения - конкретное преимущество настоящего изобретения.

Альтернативный узел буровой коронки, состоящий из тела буровой коронки, вставной секции и вспомогательного инструмента для избирательного соединения со вставной секцией и удаления вставной секции из тела буровой коронки описан в Европейской патентной заявке No. EP 03250243.7, неопубликованной на день подачи настоящей заявки. Преимущество этого альтернативного узла состоит в том, что он допускает устойчивую и надежную операцию запирающего механизма как в течение разъединения, так и в течение соединения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ бурения скважины в подземной формации, использующий трубчатую буровую колонну, имеющую на своем нижнем конце оборудование забоя скважины, содержащее буровую коронку, систему управления бурением и систему разведки, при этом буровая колонна имеет проход для вспомогательного инструмента из первой позиции в буровой колонне выше оборудования забоя скважины во вторую позицию, в которой по меньшей мере часть вспомогательного инструмента находится вне буровой колонны ниже оборудования забоя скважины, причем проход может выборочно быть закрыт посредством закрывающего элемента, и способ включает следующие операции:

бурение для продвижения буровой колонны в подземную формацию до достижения условия действия вспомогательного инструмента;

открытие прохода;

переход вспомогательного инструмента из первой позиции через проход во вторую позицию и осуществление действия вспомогательного инструмента во второй позиции.

2. Способ по п.1, дополнительно содержащий операции закрытия прохода и продолжения бурения.

3. Способ по п.2, в котором закрытие прохода содержит поднятие вспомогательного инструмента полностью в буровую колонну.

4. Способ согласно любому из пп.1-3, в котором открытие прохода содержит поднятие по меньшей мере части закрывающего элемента на поверхность.

5. Способ по любому из пп.1-4, в котором вспомогательный инструмент выбран из группы, состоящей из скважинного зонда, средства впрыскивания жидкости, средства отбора образцов, средства направления бурения.

6. Способ по любому пп.1-5, в котором при операции бурения по меньшей мере два других вспомогательных инструмента разворачиваются через буровую колонну и работают вне буровой колонны.

7. Способ по любому из пп.1-6, в котором часть вспомогательного инструмента, перешедшая во вторую позицию, имеет максимальный диаметр, равный по меньшей мере 5 см.

8. Система для направленного бурения скважины в подземной формации, содержащая трубчатую буровую колонну, имеющую оборудование забоя скважины на своем нижнем конце, содержащее буровую коронку, систему управления бурением и систему разведки, при этом оборудование забоя скважины имеет продольный внутренний проход, так что буровая колонна формирует проход для вспомогательного инструмента из первой позиции в буровой колонне выше оборудования забоя скважины во вторую позицию, в которой по меньшей мере часть вспомогательного средства находится вне буровой колонны ниже оборудования забоя скважины и имеет максимальный диаметр, равный по меньшей мере 5 см, причем оборудование забоя скважины содержит сменный закрывающий элемент для выборочного закрытия прохода.

9. Система по п.8, в которой закрывающий элемент содержит поднимаемую на поверхность часть.

10. Система по п.9, в которой оборудование забоя скважины содержит двигатель для бурового ротора, содержащий трубчатый статор, в котором размещен ротор, при этом внутреннее пространство статора формирует часть прохода, и поднимаемая на поверхность часть закрывающего элемента включает ротор.

11. Система по любому из пп.8-10, в которой системой управления бурением является система управления вращением.

12. Система по любому из пп.8-11, в которой система разведки выполнена в виде трубчатого переводника, и внутреннее пространство трубчатого переводника образует часть прохода для вспомогательного инструмента.

13. Система по любому из пп.8-12, в которой система разведки содержит трубчатый переводник, в котором размещен зонд, при этом внутреннее пространство трубчатого переводника образует часть прохода для вспомогательного инструмента, и поднимаемая на поверхность часть закрывающего элемента включает зонд.

14. Система по любому из пп.8-13, дополнительно содержащая накачиваемое транспортное средство для перемещения вспомогательного инструмента из позиции в буровой колонне в позицию, в которой по меньшей мере часть вспомогательного инструмента находится вне буровой колонны.

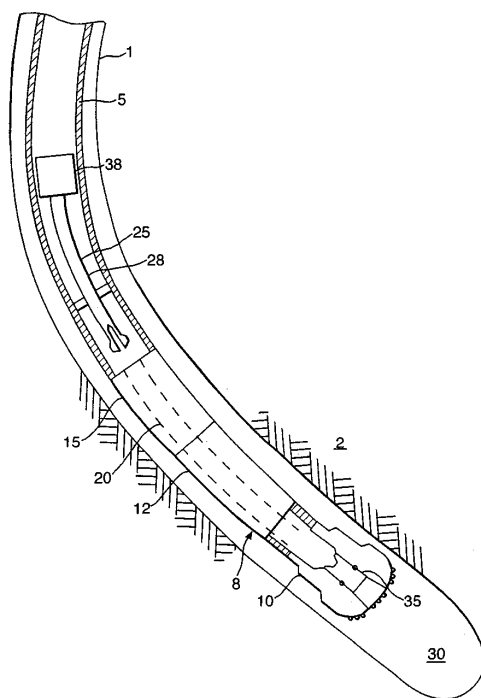
15. Оборудование забоя скважины, прикрепляемое к трубчатой буровой колонне, содержащее буровую коронку, систему управления бурением и систему разведки и имеющее продольный внутренний проход по меньшей мере для части вспомогательного инструмента, имеющей максимальный диаметр,

равный по меньшей мере 5 см.

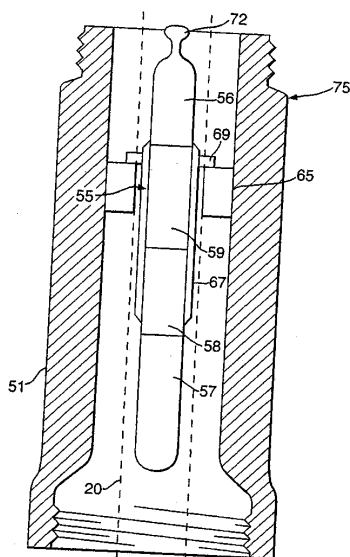
16. Оборудование забоя скважины по п.15, в котором система управления бурением выполнена в виде двигателя для бурового раствора, содержащего трубчатый статор и ротор, размещенный в трубчатом статоре, и вал буровой коронки, приводимый в действие ротором и передающий вращающий момент на буровую коронку, при этом ротор свободно соединен с валом буровой коронки с возможностью его извлечения в продольном направлении из статора после отсоединения от вала буровой коронки, посредством чего внутреннее пространство статора формирует часть продольного внутреннего прохода.

17. Двигатель для бурового раствора, прикрепляемый к буровой колонне и содержащий трубчатый статор и ротор, размещенный в трубчатом статоре, и вал буровой коронки, приводимый в действие ротором и передающий вращающий момент на буровую коронку, при этом ротор свободно соединен с валом буровой коронки с возможностью его извлечения в продольном направлении из статора после отсоединения от вала буровой коронки, посредством чего внутреннее пространство статора образует часть прохода по меньшей мере для части вспомогательного инструмента, имеющей максимальный диаметр, равный по меньшей мере 5 см.

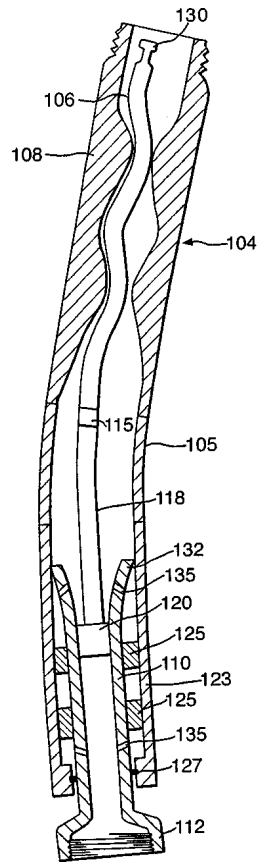
18. Двигатель п.17, в котором вал буровой коронки является трубчатым валом, образующим часть прохода вместе с внутренним пространством статора.



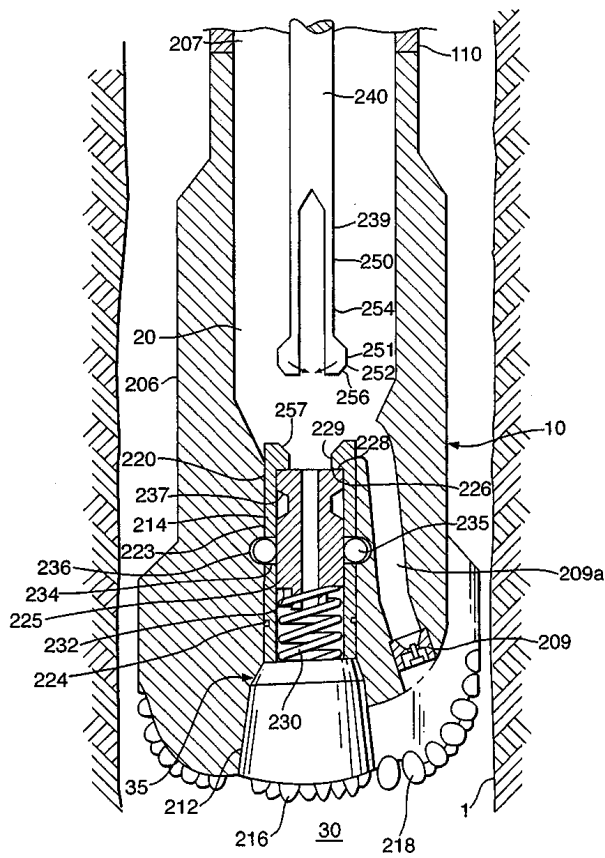
Фиг. 1



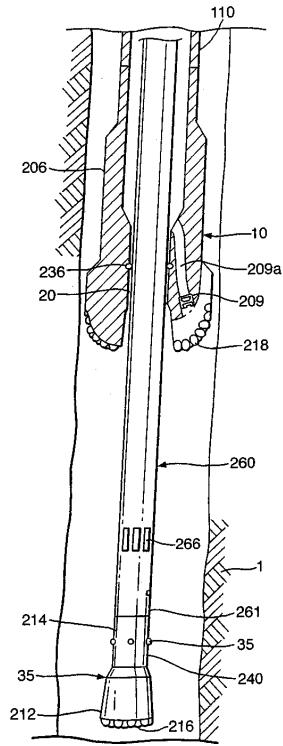
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

