

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202000080** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.06.05

(51) Int. Cl. *E21B 7/06* (2006.01)
E21B 7/15 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.06.29

(54) БУРОВАЯ СИСТЕМА

(31) **1713227.5**

(72) Изобретатель:
Рамос Роджеро Тадеу (GB)

(32) **2017.08.17**

(33) **GB**

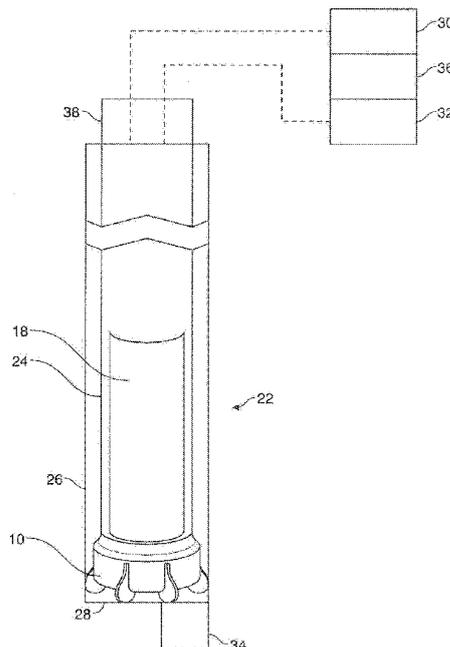
(74) Представитель:
Насонова К.В. (RU)

(86) **PCT/GB2018/051835**

(87) **WO 2019/034834 2019.02.21**

(71) Заявитель:
ФАЙБЕРКОР ЛИМИТЕД (GB)

(57) Рассмотрена буровая система для бурения сыпучих материалов, предлагаемая буровая система выполнена с возможностью точного управления направлением бурового долота сквозь сыпучий материал с помощью немеханических средств, обеспечивая при этом обратную связь в реальном времени о положении бурового долота. Буровая система содержит приводное устройство; бурильную колонну для сыпучих материалов с буровым долотом для сыпучих материалов; буровое долото, имеющее по меньшей мере одно выпускное отверстие для выделения выходной энергии, при этом буровая система дополнительно содержит сенсорную часть; вводную часть, выполненную с возможностью обнаружения входных параметров, полученных от сенсорной части бурового долота, и контроллер, выполненный с возможностью контроля направления выходной энергии в выпускное отверстие; причем контроллер дополнительно выполнен с возможностью определять по меньшей мере одно отверстие, на которое подается выходная энергия; контролировать выделение выходной энергии; при этом обеспечено неравномерное воздействие выделения выходной энергии по отношению к сыпучему материалу и использование его для управления направлением бурового долота. Изобретение направлено на предотвращение механического износа при обеспечении эффективного управления перемещения бурового долота сквозь сыпучий материал.



**202000080
A1**

**202000080
A1**

БУРОВАЯ СИСТЕМА

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

001 Настоящее изобретение относится к буровой системе, в частности к буровой системе для использования при бурении сыпучих материалов.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

002 Бурение скважин - это технология, применяемая в ряде отраслей промышленности. Отрасль, в основе которой лежит эффективное и точное бурение скважин, - это геологоразведочные работы. Нефть и газ могут быть извлечены из геологических формаций, в которых они содержатся, таких как горные породы. В большинстве случаев источник этих видов топлива находится в нескольких километрах под земной поверхностью и доступ к ним возможен только при использовании больших мощных буровых систем.

003 Исторически бурильные колонны буровых систем сохраняли практически вертикальную ориентацию во время работы. Эта вертикальная ориентация накладывает ряд ограничений на полное использование выбранного региона. Одним из таких ограничений является то, что вертикальная ориентация в значительной степени при бурении оставляет мало возможности для совершения ошибки при принятии первоначального решения о местоположении, в котором нужно начинать бурение. В случае появления новой информации о местоположении оптимальной области добычи, вся бурильная колонна должна быть разобрана и процесс возобновлен. Это влечет за собой огромные затраты, учитывая крупные ежедневные расходы на эксплуатацию при крупномасштабных проектах бурения. В некоторых относительно недавних случаях подводной добычи ежедневные затраты значительно превышали затраты при бурении на суше.

Часто обнаруживали, что во время процесса бурения сыпучего материала, направление сверла трудно контролировать, если оно специально не спроектировано с функцией управления направлением. Как таковое, отсутствие управления направлением обеспечивает дополнительную жесткость, которая обеспечивает возможность погрешности во время процесса бурения. Однако в вышеприведенном случае весьма вероятно, что из-за существенных изменений в составе породы ниже поверхности земли может произойти случайная переориентация направления бурения. Также очевидно, что геологические пласты, представляющие интерес ввиду содержания неочищенного топлива, имеют такой наклон, при котором вертикальная траектория бурения не обеспечит максимальное воздействие ствола скважины на обогащенный топливом пласт.

004 Для преодоления ряда этих ограничений была использована технология управления направлением бурения. Во многих случаях желательно отклонять направление ствола скважины, направляя буровое долото к более оптимальному источнику полезных ископаемых. Иногда желательно контролировать направление бурового долота с целью обеспечения отклоненной скважины. В других случаях желательно контролировать направление бурового долота, чтобы сохранить прямую ориентацию скважины. Обычно при бурении нефтяных или газовых скважин отклонение от вертикальной ориентации требуется для оптимизации контакта ствола скважины с искомой подземной формацией, богатой топливом.

005 Обычно системе бурильных колонн в скважине используют буровой раствор в качестве смазки для усиления вращательного движения бурового долота через твердые горные породы. Во время работы бурильной колонны буровой раствор возвращается на поверхность вместе с извлеченным из скважины материалом. Состав возвращаемого бурового раствора может быть информативным применительно к позиционированию бурового долота

относительно выбранного исходного материала. Однако в этом случае получение информации о местоположении происходит с задержкой, которая в некоторых случаях может быть слишком запоздалой, что приведет к несвоевременному выделению газа и нефти под высоким давлением. Такой толчок может быть опасным для обслуживающего персонала, повлечь за собой повреждение оборудования и задержку работы на длительный период. В экстремальной ситуации может произойти выброс. В настоящее время активный контроль бурового долота осуществляется с использованием информации, полученной от датчиков, расположенных на буровом долоте или рядом с ним. Это обеспечивает оператору более точную и незамедлительную обратную связь за счет расположения бурового долота относительно требуемого материала.

006 Для перенаправления бурового долота на более подходящую траекторию для получения скважины обычно используются механические способы. В некоторых случаях для отклонения ствола скважины образуют угол между главной осью бурового долота и бурильной колонной. В других случаях для проталкивания бурового долота в желаемом направлении используют комбинацию прокладок, прижимаемых к стенке скважины. Подобные механические способы часто обусловлены механическими неисправностями. Эта механическая неисправность может возникать по многим причинам, например, ввиду усталости, защемления, износа, заклинивания движущихся частей и других состояний механической неисправности.

007 В качестве усовершенствования обычного бурения возникают новые технологии, которые включают импульсную обработку сыпучего материала высокоэнергетическими скачками напряжения (US 3500942A; US4741505A; US5896938A; US6164388A; и WO3069110A1). Это влияет на движение сверла через сыпучий материал, ослабляя целостность сыпучего материала у

бурового долота. Следовательно, высокоэнергетические скачки являются эффективным дополнением к обычным буровым системам, поскольку возможно избежать множества вышеупомянутых состояний механической неисправности. Однако известные эффективные способы использования высокоэнергетических скачков имеют существенный недостаток, не позволяющий осуществить точный контроль направления бурового долота в буровых системах.

008 Поэтому задачей предлагаемого изобретения является создание усовершенствованной системы бурения, которая обеспечивает точное управление направлением бурового долота через сыпучий материал с помощью немеханических средств, одновременно обеспечивая обратную связь в режиме позиционирования бурового долота.

РАСКРЫТИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

009 В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предложена буровая система, содержащая; приводное устройства; бурильную колонну для сыпучих материалов с буровым долотом для сыпучих материалов; буровое долото имеет по меньшей мере одно выпускное отверстие для выделения выходной энергии, при этом буровая система дополнительно содержит: сенсорную часть; вводную часть, выполненную с возможностью обнаружения входных параметров, полученных от сенсорной части бурового долота, и контроллер, выполненный с возможностью контроля направления выходной энергии в выпускное отверстия; причем контроллер дополнительно выполнен с возможностью:

(i) определять по меньшей мере одно отверстие, на которое подается выходная энергия;

(ii) контролировать выделение выходной энергии;

при этом обеспечено неравномерное воздействие выделения выходной энергии по отношению к сыпучему материалу и использование его для управления направлением бурового долота.

010 В настоящем изобретении не использованы известные механические способы направления бурового долота. Это обеспечивает большое преимущество по сравнению с традиционными способами, при использовании которых возникают механические неисправности по причине усталости, защемления, износа, заклинивания движущихся частей и других состояний механической неисправности.

011 Буровая система согласно настоящему изобретению подает импульсы высокоэнергетические импульсы на сыпучий материал, расположенный вблизи бурового долота, таким образом, чтобы обеспечить точное управление буровым долотом. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения высокоэнергетические импульсы подаются в требуемые отверстия бурового долота таким образом, что высокоэнергетические импульсы воздействуют на поверхность сыпучего материала неравномерным образом. Предпочтительно, контроллер используется для синхронизации по времени подачи высокоэнергетических импульсов к выбранным отверстиям бурового долота таким образом, что высокоэнергетические импульсы выделяются в требуемой точке вращения бурового долота. Выделение высокоэнергетических импульсов из выбранных отверстий бурового долота в нужной точке вращения обеспечивает неравномерное воздействие выделения энергии по сыпучему материалу. Неоднородность воздействия выделения энергии по поверхности сыпучего материала вызывает ослабление механической целостности требуемой области сыпучего материала у поверхности бурового долота. После ослабления требуемой области сыпучего материала бурение с использованием предлагаемой буровой системы продолжается с отклонением для обеспечения

следования по траектории наименьшего сопротивления - это зона сыпучего материала у поверхности бурового долота с самой слабой механической целостностью. Ослабленная таким образом часть сыпучего материала обеспечивает траекторию наименьшего сопротивления и, следовательно, направление поворота, для продолжения бурения с использованием буровой системы по настоящему изобретению. Таким образом, обеспечено точное управление буровой системы через сыпучий материал в требуемом направлении посредством последовательного ослабления требуемых областей сыпучего материала неравномерным образом, так что буровая система следует выбранной траектории с наименьшим сопротивлением движению.

012 В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения регулировка положения бурового долота осуществляется путем получения в реальном времени информации от датчика, относящейся к характеристикам окружающей среды бурового долота. При желании датчики могут быть расположены для предоставления информации о близости желаемого сырья. Если датчик выполнен с возможностью обнаружения близлежащих полезных ископаемых, настоящее изобретение может быть дополнительно использовано для предотвращения толчков и предотвращения выброса.

013 Передача энергии на отверстия бурового долота предпочтительно осуществляется через бурильную колонну. Эта передача может быть осуществлена из наземного источника или из источника, расположенного в скважине как компоновка низа бурильной колонны (КНБК). Возможны дополнительные варианты осуществления, в которых источник энергии может быть расположен в скважине, но не является частью КНБК. Предпочтительно, конец бурильной колонны, удаленный от поверхности земли и вблизи бурового долота, содержит энергопередающие средства, которые расположены для облегчения передачи высокоэнергетических импульсов к

отверстиям бурового долота при установке требуемых энергопередающих средств в один ряд с требуемыми отверстиями на буровом долоте. Предпочтительно, контроллер выполнен с возможностью определения положения вращающегося бурового долота относительно положения неподвижных энергопередающих средств. Данные о положении вращающегося бурового долота относительно положения неподвижных энергопередающих средств, предпочтительно доступны контроллеру за счет сенсорной части и входной части. В предпочтительном варианте осуществления передача высокоэнергетических импульсов к отверстиям бурового долота синхронизирована таким образом, чтобы они возникали при установлении отверстий бурового долота в один ряд с энергопередающими средствами на конце бурильной колонны, находящейся вблизи бурового долота.

014 В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения буровая система дополнительно содержит обрабатывающую часть, предназначенную для обработки параметров из входной части и обеспечения инструкций для контроллера.

015 Включение обрабатывающей части в дополнительные варианты осуществления настоящего изобретения обеспечивает автоматизацию регулировки, обеспечиваемую контроллером, получающим данные от сенсорной части и входной части. Эта автоматизация способствует устранению возможного человеческого фактора при своевременной интерпретации данных, предоставляемых сенсорной частью. Сенсорная часть предпочтительно предоставляет данные, относящиеся к характеристикам бурового долота, включая скорость вращения, которая может быть слишком высокой, чтобы человек мог ее интерпретировать. Поэтому предпочтительно, чтобы по меньшей мере часть действий контроллера была автоматизирована за счет использования обрабатывающей части.

016 В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения бурильная колонна выполнена с возможностью обеспечения потока текучей среды к буровому долоту, при этом буровое долото дополнительно содержит по меньшей мере одну форсунку, выполненную с возможностью обеспечения потока текучей среды из бурового долота.

017 Предпочтительно бурильная колонна выполнена с возможностью подачи потока бурового раствора в буровое долото для обеспечения смазки вращающегося бурового долота. Этот буровой раствор также может служить охлаждающей жидкостью для бурового оборудования, поскольку силы трения способны генерировать большое количество тепла. Буровой раствор может выборочно обеспечивать удаление бурового шлама из скважины и транспортировать его на поверхность. Другое преимущество бурового раствора состоит в том, что при его подаче в случае достаточной плотности, заключается в создании уровня гидростатического давления, равного или превышающего уровень пластового флюида, который может присутствовать в пластах сыпучего материала, подлежащего бурению. Состав бурового раствора предпочтительно может быть адаптирован к операции бурения в зависимости от состава сыпучего материала. Информация, относящаяся к составу сыпучего материала, подлежащего бурению, предпочтительно предоставляется сенсорной частью и может включать в себя плотность, пористость и удельное сопротивление сыпучего материала, подлежащего бурению. Это может быть информация о корректировке плотности бурового раствора, подаваемого в скважину, для противодействия высокому давлению пластовых флюидов. Там, где высокое давление пластовых флюидов превышает давление, обеспечиваемое буровым флюидом, существует вероятность возникновения толчка или выброса в экстремальной ситуации. Эти вышеупомянутые события потенциально катастрофичны для операции

бурения. Энергия бурового раствора, стекающего по бурильной колонне, может быть дополнительно использована для обеспечения энергии для передачи высокоэнергетических импульсов к буровому долоту. В более предпочтительном варианте осуществления буровое долото содержит форсунки, в которые поступает буровой раствор из бурильной колонны и которые обеспечивают поток бурового раствора из бурового долота в скважину.

018 Согласно еще одному предпочтительному варианту осуществления бурильная колонна содержит турбину.

019 Наличие турбины в бурильной колонне в предпочтительном варианте осуществления позволяет использовать энергию в бурильной колонне, чтобы обеспечить источник по меньшей мере части энергии, обеспечиваемой при передаче высокоэнергетических импульсов в отверстия бурильной колонны. Использование турбины в бурильной колонне при необходимости обеспечивает возврат энергии, чтобы операция бурения была более экономичной и эффективной. Предпочтительно турбина расположена в забое скважины. Более предпочтительно, турбина находится в компоновке низа бурильной колонны.

020 В предпочтительном варианте осуществления первого аспекта настоящего изобретения выходная энергия выделяется между по меньшей мере двумя отверстиями.

021 Выходная энергия предпочтительно воздействует на поверхность сыпучего материала неоднородным образом с целью обеспечения управления буровым долотом. Неравномерное воздействие выходной энергии регулируется за счет сочетания следующего: выбора отверстий, из которых поступает выходная энергия; синхронизации выделений энергии происходит

в желаемой точке вращения бурового долота. Если хотя бы одно отверстие используется для выделения высокоэнергетических импульсов в желаемой точке вращения бурового долота, интервал между импульсами является максимальным. В предпочтительном варианте осуществления этот интервал между импульсами может быть сокращен путем выделения энергии из двух или более требуемых отверстий.

022 Это позволяет регулировать скорость, с которой будет происходить ослабление сыпучего материала, для учета уровня ослабления, требуемого, исходя из свойств сыпучего материала. Таким образом, возможно контролировать регулирование скорости ослабления сыпучего материала для соответствия различным видам сыпучего материала, свойства которого могут быть обнаружены сенсорной частью. При условии, что сыпучий материал является однородным по всей требуемой траектории бурения, возможно использование двух или более отверстий для более частого выделения выходной энергии в желаемой точке вращения для регулирования как скорости бурения, так и скорости направления поворота. Дрель. Следовательно, при необходимости это может обеспечить лучшее и дополнительное регулирование направлением бурового долота. Регулирование скорости выделения энергии путем ограничения количества отверстий, из которых выделяется выходная энергия, также можно использовать для увеличения или уменьшения скорости бурения, чтобы лучше соответствовать составу просверливаемого сыпучего материала. Это позволяет осуществлять бурение в сыпучих материалах различных составов.

023 Предпочтительно сенсорная часть содержит по меньшей мере одно из следующего: акселерометр, гироскоп, электромагнитный датчик, компас, датчик излучения, датчик гамма-излучения, датчик температуры, датчик давления, датчик вибрации, звуковой датчик, акустический датчик; датчик положения; датчик вращения; датчик пористости; датчик плотности;

датчик удельного сопротивления, датчик положения, датчик перемещения, датчик вращения, датчик частоты.

024 Сенсорная часть может передавать в режиме реального времени обновления характеристик бурового долота и свойств среды, окружающей буровое долото. Эти характеристики предпочтительно включают ориентацию бурового долота; скорость вращения бурового долота; направление бурения; скорость и / или ускорение бурового долота; и пространственная конфигурацию отверстий на буровом долоте. Свойства окружающей среды, которые могут быть получены в реальном времени сенсорной частью, предпочтительно включают: температуру; давление; данные вибрации; звуковые данные; акустические данные; данные о радиации. Поэтому, чтобы определить правильную частоту пульсаций энергии, которая будет использована для обеспечения адекватного управления, необходимо регулярно получать обратную связь о положении бурового долота, а также о свойствах окружающей среды бурового долота. Данные могут быть использованы для определения состава окружающего сыпучего материала и, следовательно, могут использоваться для оценки близости бурового долота к желаемому сырью. Определение близости к требуемому материалу в сочетании с дополнительными данными, такими как давление, температура и вибрация, может быть полезно для определения вероятности возникновения толчка или выброса, а также может использоваться для информирования о необходимой корректировке скорости бурения или направления сверла соответственно. Полученная информация также может использоваться для обнаружения близости к нежелательному материалу или местоположению и как таковая может использоваться для своевременного предоставления данных относительно необходимой корректировки скорости бурения или направления поворота бурового долота.

025 Выходная энергия предпочтительно представляет собой по меньшей мере одну из следующего: электрическую, электромагнитную, световую, лазерную, радиационную, акустическую, плазменную, вибрационную.

026 Из отверстий на буровом долоте может выделяться энергия одного из нескольких различных видов энергии, таким образом, операция бурения может быть адаптирована к различным условиям бурения и различным составам сыпучего материала, помимо других определяющих факторов для различных операций бурения.

027 Предпочтительно, отверстие содержит по меньшей мере одно из следующего: электрод, антенну, оптические средства, преобразователь (отверстие для акустической энергии).

028 Отверстия для выделения энергии предпочтительно являются отверстиями для электродов, антенн или оптических средств. Если в качестве энергии используется оптическое излучение, то для передачи оптического излучения можно использовать лазер или оптоволоконный лазер. В случае использования электрических разрядов в качестве отверстий для передачи энергии могут использоваться электроды, и эти электроды могут иметь защитные электроды для улучшения направления разрядов желаемым образом. Защитные электроды могут быть выполнены в виде проводящего кольца вокруг электрода. Электрический потенциал на защитном электроде может быть отрегулирован таким образом, чтобы направлять разряд в направлении сыпучего материала. Энергия выборочно может быть сгенерирована, либо сгенерирована и передана по меньшей мере из одного местоположения в скважине или по меньшей мере из одного местоположения на поверхности. Выборочно импульсы могут содержать энергию, сгенерированную или сгенерированную и переданную из местоположения в скважине в сочетании с местоположением на поверхности.

029 В предпочтительном варианте осуществления источником выходной энергии является по меньшей мере один источник из следующих: поток жидкости через буровое долото или рядом с ним, турбина в бурильной колонне.

030 Энергетические разряды предпочтительно можно регулировать так, чтобы они лучше отвечали требованиям сыпучего материала. Это можно сделать, модулируя интенсивность, частоту или рабочий цикл выделения энергии.

031 Выделение энергии может также сопровождаться образованием локализованного плазмона. Для охлаждения или смазки бурового долота может использоваться жидкость. Эта жидкость может представлять собой ту же самую жидкость, которая используется для охлаждения или смазки бурового долота, и даже может использоваться для удаления бурового шлама из скважины. Когда жидкость используется для удаления бурового шлама из буровой скважины, та же самая жидкость может использоваться для охлаждения или смазки бурового долота, причем эта жидкость предпочтительно обеспечивает по меньшей мере часть энергии, необходимой для выделения энергии из отверстий. Состав бурового раствора также может быть таким, чтобы облегчить, активировать выделение энергии или передавать энергию. Это может быть обеспечено путем подбора свойств бурового раствора, таких как, проводимость, показатель преломления и / или поглощения, кроме всего остального. Использование системы турбогенерации может обеспечить по меньшей мере часть энергии, необходимой для выделения энергии из отверстий. Кроме того, очевидным является применение нескольких дополнительных режимов использования энергии указанного потока жидкости. Предпочтительно бурильная колонна,

поддерживающая буровое долото, является полой с обеспечением протекания в ней жидкости.

032 Предпочтительно выходная энергия хранится по меньшей мере в одном из следующего: конденсаторе, суперконденсаторе, аккумуляторе.

033 Энергия, подаваемая для использования при обеспечении высокоэнергетических импульсов к отверстиям бурового долота, предпочтительно может быть получена из по меньшей мере одного конденсатора. Более предпочтительно эта энергия может быть получена из суперконденсатора. Еще более предпочтительно эта энергия может быть получена из аккумулятора. Наиболее предпочтительная схема сочетает в себе использование технологий конденсатора, суперконденсатора и / или аккумулятора для обеспечения оптимального доступа к располагаемой энергии. Эта энергия может также использоваться для обеспечения питания по меньшей мере части буровой системы.

034 В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения предложен способ бурения сыпучего материала, в котором использован по меньшей мере один вариант осуществления буровой системы в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения.

035 В соответствии с третьим аспектом настоящего изобретения предложен пакет оптического волокна, предназначенный для передачи высокоэнергетических импульсов.

036 Предпочтительно, чтобы пакет оптического волокна согласно третьему аспекту настоящего изобретения был выполнена с возможностью обеспечения высокоэнергетических импульсов оптической энергии. В предпочтительных вариантах осуществления пакет оптического волокна

предназначен для использования в агрессивных условиях. Дополнительно пакет оптического волокна содержит покрытие из оптического волокна, подходящее для сред с высокой температурой и высоким давлением. Покрытие из оптического волокна может содержать полимерное покрытие, например, где полимерное покрытие содержит полиимид. Пакет оптического волокна предпочтительно дополнительно содержит подающую оптику. Дополнительно подающая оптика может представлять собой обычный расщепленный конец. Дополнительно подающая оптика может содержать оптическое окно. Предпочтительно оптическое окно содержит линзу для фокусировки. Предпочтительно линза оптического окна используется для фокусировки или коллимации по меньшей мере одного потока оптической энергии. Предпочтительно оптическое окно дополнительно содержит материалы, пригодные для агрессивных условий, существующих во время бурения в скважине. Эти материалы могут содержать по меньшей мере часть следующего: кремний, сапфир и алмазоподобный углерод (DLC).

037 В предпочтительном варианте осуществления способ бурения сыпучего материала согласно второму аспекту настоящего изобретения включает использование по меньшей мере одного пакета оптического волокна согласно третьему аспекту настоящего изобретения.

038 Предпочтительно, пакет оптического волокна согласно третьему аспекту настоящего изобретения используется для передачи высокоэнергетических оптических импульсов вдоль бурильной колонны к концу бурильной колонны, находящейся вблизи бурового долота, и при необходимости может содержаться в отверстии бурового долота. Возможны альтернативные варианты осуществления изобретения, в которых пакет оптического волокна согласно третьему аспекту настоящего изобретения может по меньшей мере частично использоваться в сенсорной части.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

039 Конкретные варианты осуществления описаны только в качестве примера и со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

040 На фиг.1 показан предпочтительный вариант выполнения бурового долота в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения;

041 На фиг.2 показана схема сечения части буровой системы, включающей бурильную колонну, содержащую буровое долото, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения;

042 На фиг.3 показан вид в разрезе конца бурильной колонны вблизи бурового долота, соединенного с буровым долотом, содержащего линии передачи для передачи высокоэнергетических импульсов к буровому долоту через энергопередающие средства; и

043 На фиг.4 показан вид в разобранном виде конца бурильной колонны вблизи бурового долота, в котором отверстие вращающегося бурового долота и энергопередающая линия, а также энергопередающие средства неподвижной бурильной колонны установлены в ряд.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

044 На фиг.1 изображен предпочтительный вариант осуществления изобретения, в котором буровое долото 10 содержит ряд резцов 12 с зубьями 14. Зубья 14 обеспечивают оптимальное сверление сыпучего материала, при этом в варианте, показанном на фиг.1, зубья 14 выполнены из карбида кремния. Однако поликристаллические материалы могут также обеспечивать возможность оптимального сверления через сыпучий материал, при этом

часть зубьев 14 или другая часть бурового долота 10 может быть выполнена из поликристаллического материала. Доступны альтернативные варианты осуществления изобретения, в которых зубья 14 выполнены из материала, отличающегося от карбида кремния или другого поликристаллического материала.

045 Как показано на фиг.1, вблизи бурового долота 10 расположены отверстия 16, через которые могут быть проведены электрические разряды. В варианте осуществления, показанном на фиг.1, отверстия 16 могут быть выполнены как отверстия для электродов, антенн и оптоволокон. Альтернативные варианты осуществления изобретения очевидны специалистам в данной области техники и могут включать в себя множество комбинаций указанных отверстий 16, причем в альтернативных вариантах осуществления изобретения отверстия 16 могут быть одного, двух или всех трех указанных типов. Поскольку отверстия 16 могут быть выполнены как отверстия для электродов, антенн и оптоволокон, выделение энергии из этих отверстий 16 может быть следующим: электрическим, электромагнитным, оптическим, лазерным, радиационным или акустическим. Поэтому при использовании выбор этих отверстий 16 оптимизируют в соответствии с составом сыпучего материала, подлежащего бурению. Сенсорная часть 18 (фиг.2) может быть использована для определения характеристик бурового долота 10 вместе со свойствами среды, в которой находится буровое долото 10. Измеряемые характеристики бурового долота 10 предпочтительно включают: ориентацию бурового долота 10; частоту вращения бурового долота 10; направление бурения; скорость и / или ускорение бурового долота 10; и пространственную конфигурацию отверстий 16 на буровом долоте 10. Свойства окружающей среды, которые могут быть получены в реальном времени сенсорной частью 18, предпочтительно включают: температуру; давление; данные вибрации; звуковые данные; акустические данные; данные о радиации. Кроме того, буровое долото 10 предпочтительно также содержит

форсунки 20, выполненные с возможностью обеспечения потока текучей среды к буровому долоту 10. Предпочтительно поток жидкости из форсунок 20 используется для обеспечения охлаждения и смазки для бурового долота 10. Более предпочтительно, текучая среда поток из форсунок 20 используется для удаления бурового шлама из скважины 26 и, следовательно, для очистки траектории бурового долота 10.

046 Как показано на фиг.2, буровая система 22 содержит приводной механизм 38, бурильную колонну 24 и буровое долото 10 и предназначена для бурения скважины 26. При функционировании буровое долото 10 вращается с требуемой скоростью вращения, проходя через сыпучий материал 28 для бурения. Требуемая скорость вращения бурового долота 10 достигнута посредством приводного механизма 38. Характеристики, полученные от сенсорной части 18, которая на фиг.2 расположена в скважине на бурильной колонне перед входной частью 30: используется при бурении для определения ориентации и направления бурового долота 10 относительно желаемой ориентации и направления бурения. Контроллер 32 выполнен с возможностью управления приводным механизмом 38 и подачей выходной энергии в отверстия 16. Информация от сенсорной части 18 используется для информирования об изменении направления бурового долота 10 для обеспечения соответствия направления бурового долота 10 требуемому направлению бурения. Контроллер 32 используется для определения скорости, с которой энергия подается в отверстия 16 бурового долота 10. Требуемые отверстия 16 выбирают в зависимости от состава сыпучего материала 28, подлежащего бурению, и вида используемой энергии. Изменение направления бурения и, следовательно, ориентации бурового долота 10 осуществляют путем выработки высокоэнергетических импульсов из отверстий 16 в области 34 сыпучего материала 28, подлежащего бурению. Часть 34 сыпучего материала 28, подлежащего бурению, выбирают в соответствии с требуемым направлением бурения. Высокоэнергетические

импульсы энергии синхронизированы во времени таким образом, чтобы обеспечить частоту пульсации, обеспечивающую повторяющиеся высокоэнергетические импульсы в отношении той же части 34 сыпучего материала 28, подлежащего бурению. Повторяющиеся импульсы синхронизируются по времени с требуемыми отверстиями 16 бурового долота 10 при достижении буровым долотом 10 требуемой точки вращения. То, что затрагивается только требуемая часть 34 сыпучего материала 28, подлежащего бурению, демонстрирует неоднородное применения высокоэнергетических импульсов. Это неравномерное применение высокоэнергетических импульсов ослабляет сыпучий материал 28 неравномерно, поскольку ослабляется только требуемая часть 34 сыпучего материала 28. Затем следует продолжить бурение буровым долотом 10 по пути наименьшего сопротивления, поскольку далее будет вновь ослабленная область 34 сыпучего материала 28. Таким образом, соответствующее изменение траектории движения бурового долота 10 обеспечивает эффективное управление буровым долотом 10. Следовательно, процесс бурения направлен на ослабление сыпучего материала неравномерным образом, то есть с использованием выделения энергии.

047 При использовании сенсорная часть 18 передает информацию на входную часть 30, которая может использоваться для информирования о точном поиске требуемой области сыпучего материала 28. Сенсорная часть 18 также обеспечивает своевременную обратную связь с данными о характеристиках бурового долота 10, помогая при раннем обнаружении проблем, связанных с буровым долотом 10, которые могут включать в себя свойства бурового долота 10 или окружающего сыпучего материала 28, подлежащего бурению. По мере приближения к желаемому сырью состав сыпучего материала 28 может измениться, и могут измениться свойства среды, окружающей буровое долото 10. Если это происходит, такие изменения будут обнаружены сенсорной частью 18 и использованы для информирования об изменении траектории движения бурового долота 10; скорости бурения; или

обоих параметров. Свойства, обнаруженные сенсорной частью 18, могут выборочно включать в себя пористость, плотность, давление и удельное сопротивление окружающего сыпучего материала, чтобы передавать информацию о способе или направлении бурения через сыпучий материал. Эти свойства также могут быть использованы для определения вероятности удара. В некоторых случаях может быть обнаружена вероятность выброса, тогда это катастрофическое событие может быть отсрочено или предотвращено. Возможны варианты осуществления, в которых сенсорная часть может быть по меньшей мере частично расположена на буровом долоте или вблизи от него.

048 В альтернативных вариантах осуществления обрабатывающая часть 36 может использоваться для обработки информации, воспринимаемой сенсорной частью 18, и передачи на входную часть 30. Затем обрабатывающая часть 36 предпочтительно передает обработанную информацию в контроллер 32. Обработанная информация, переданная на контроллер 32 затем предпочтительно используется для управления приводным механизмом 38 или подачей выходной энергии на отверстия 16. Таким образом, альтернативные варианты осуществления могут включать в себя автоматический ответ контроллера 32 на информацию, поступающую от сенсорной части 18.

049 Входная часть 30, контроллер 32, обрабатывающая часть 36, приводной механизм 38 могут быть расположены на поверхности сыпучего материала, предназначенного для бурения, как показано на фиг.2, или могут быть расположены в скважине рядом с бурильной колонной и буровым долотом 10.

050 На фиг.3 показан другой возможный вариант осуществления изобретения, включающий комбинацию второго и третьего аспектов

настоящего изобретения. Конец 25 бурильной колонны 24, расположенный вблизи бурового долота 10, изображен со срезом, чтобы показать передающие линии 40, отвечающие за передачу высокоэнергетических импульсов, содержащих оптическую энергию, на буровое долото 10. Для передачи энергии через границу раздела между передающими линиями 40 статической бурильной колонны 24 и отверстиями 16 вращающегося бурового долота 10 потребуются энергопередающие средства 42. Передающие линии 40 и энергопередающие средства 42 являются частью пакета оптического волокна, в котором передающие линии 40 содержат оптические волокна, а энергопередающие средства 42 содержат оптические окна. В варианте осуществления, показанном на фиг.3, при передаче импульсов оптической энергии в требуемое отверстие 16 бурового долота 10 потребуется их передача через интерфейс между энергопередающими средствами 42 и требуемыми отверстиями 16. Следовательно, передача энергии требует контроля выравнивания требуемого порта 16 с энергопередающими средствами 42, причем обнаружение этого положения вращения бурового долота 10 обеспечено благодаря сенсорной части 18. После выравнивания требуемого отверстия 16 относительно энергопередающих средств 42, как показано на фиг. 4, и передачи энергии через интерфейс и из отверстия 16 требуемая область (например, часть 34, как видно на фиг.2) сыпучего материала 28 становится ослабленной. Таким образом, траектория движения бурового долота 10 проходит через область 34 сыпучего материала 28, имеющую наименьшее сопротивление, и, следовательно, направление бурения отклоняется.

051 Несмотря на то, что представленные вышеупомянутые варианты осуществления изобретения, главным образом, относятся к извлечению и эксплуатации сырья, возможны иные варианты осуществления, в которых применение настоящего изобретения для бурения сыпучих материалов не связано с добычей или эксплуатацией сырья. Иные варианты осуществления

могут найти применение при разработке сыпучего грунта в требуемой области.

052 Вариант осуществления, показанный на фиг.1, включает форсунки, расположенные на равном расстоянии от центра бурового долота. Возможны варианты осуществления настоящего изобретения, в которых форсунки отсутствуют или по меньшей мере одна форсунка расположена в любом месте бурового долота.

053 Следует понимать, что вышеописанные варианты осуществления приведены только в качестве примера, при этом возможны различные модификации без выхода за рамки настоящего изобретения, представленного в объеме прилагаемой формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Буровая система, содержащая:

приводное устройство;

бурильную колонну для сыпучих материалов с буровым долотом для сыпучих материалов;

буровое долото, имеющее по меньшей мере одно выпускное отверстие для выделения выходной энергии,

буровая система дополнительно содержит:

сенсорную часть;

вводную часть, выполненную с возможностью обнаружения входных параметров, полученных от сенсорной части бурового долота, и контроллер, выполненный с возможностью контроля направления выходной энергией в выпускное отверстие;

причем контроллер дополнительно выполнен с возможностью

(i) определять по меньшей мере одно отверстие, на которое подается выходная энергия;

(ii) контролировать выделение выходной энергии;

при этом обеспечено неравномерное воздействие выделения выходной энергии по отношению к сыпучему материалу и использование его для управления направлением бурового долота.

2. Буровая система по п.1, в которой система дополнительно содержит обрабатывающую часть, предназначенную для обработки параметров из входной части и обеспечения инструкций для контроллера.

3. Буровая система по п.1 или 2, в которой бурильная колонна выполнена с возможностью обеспечения потока текучей среды к буровому долоту.

4. Буровая система по п.3, в которой буровое долото дополнительно содержит по меньшей мере одну форсунку, предназначенную для обеспечения потока жидкости из бурового долота.

5. Буровая система по любому из предыдущих пунктов, в которой бурильная колонна содержит турбину.

6. Буровая система по любому из предыдущих пунктов, в которой выходная энергия отводится через по меньшей мере два отверстия.

7. Буровая система по любому из предыдущих пунктов, в которой сенсорная часть содержит по меньшей мере одно из следующего: акселерометр, гироскоп, электромагнитный датчик, компас, датчик излучения, датчик гамма-излучения, датчик температуры, датчик давления, датчик вибрации, звуковой датчик, акустический датчик; датчик положения; датчик вращения; датчик пористости; датчик плотности; датчик удельного сопротивления, датчик положения, датчик перемещения, датчик вращения, датчик частоты.

8. Буровая система по любому из предыдущих пунктов, в которой выходная энергия представляет собой по меньшей мере одну из следующего: электрическую, электромагнитную, световую, лазерную, радиационную, акустическую, плазменную, вибрационную.

9. Буровая система по любому из предыдущих пунктов, в которой отверстие содержит по меньшей мере одно из следующего: электрод, антенну, оптический вход, преобразователь.

10. Буровая система по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что источником выходной энергии является по меньшей мере один

источник из следующих: поток жидкости через буровое долото или рядом с ним, турбина в бурильной колонне.

11. Буровая система по любому из предыдущих пунктов, в которой выходную энергию получают по меньшей мере из одного источника, выбранного из следующего: конденсатор, суперконденсатор, аккумулятор.

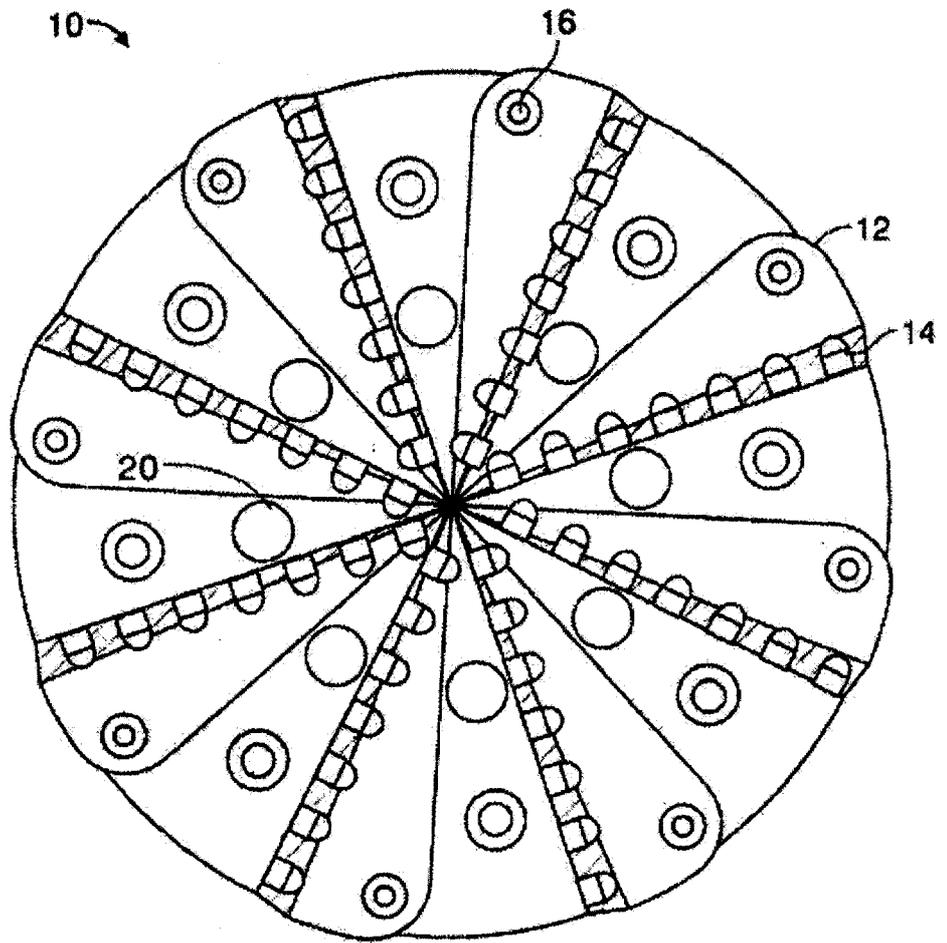
12. Буровая система по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащая пакет оптического волокна, предназначенный для доставки выходной энергии в порт.

13. Способ бурения сыпучего материала, включающий использование по меньшей мере одной буровой системы по любому из предыдущих пунктов.

14. Способ направленного бурения сыпучего материала, в котором способ включает этап неравномерного ослабления сыпучего материала за счет использования выделений энергии.

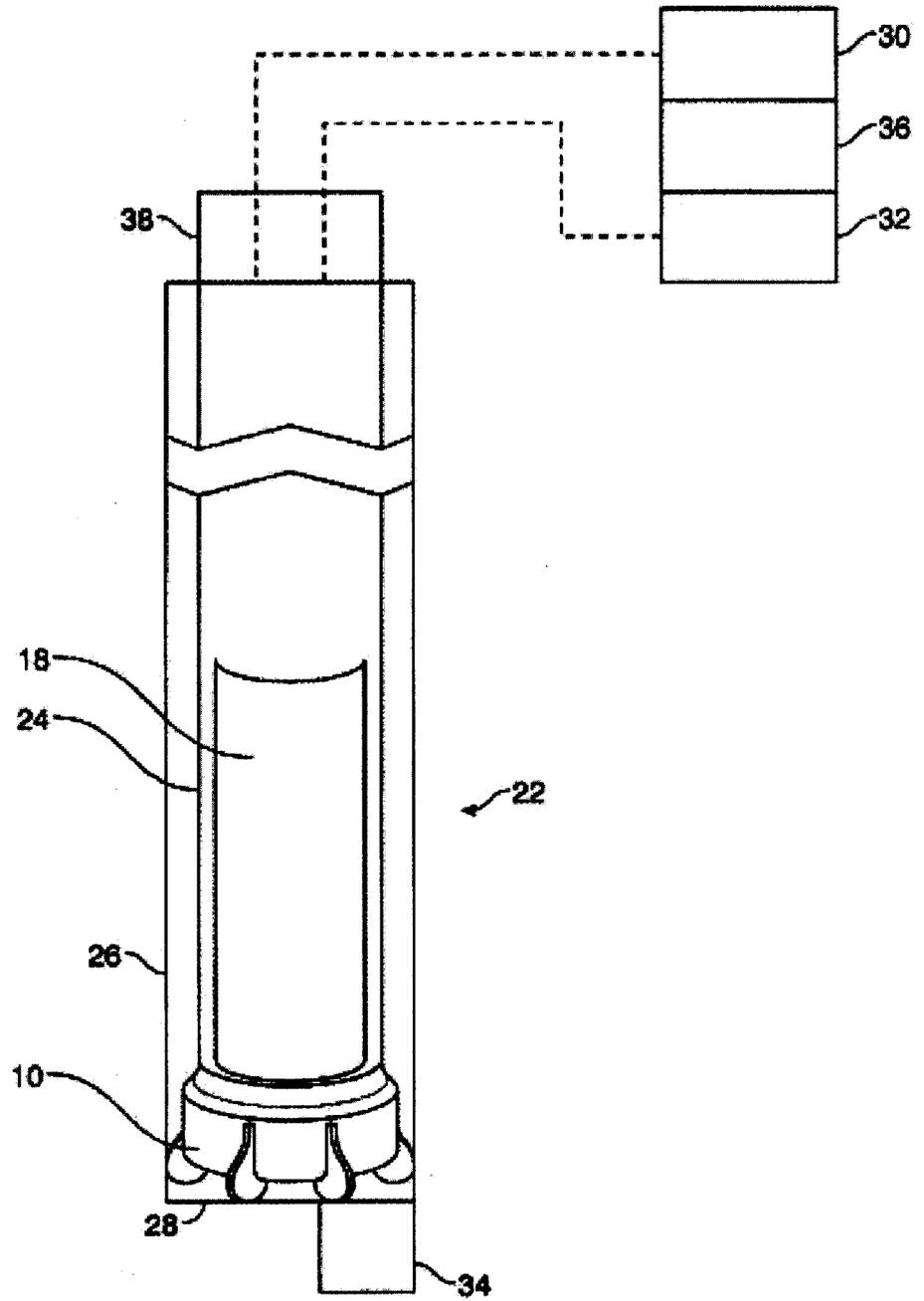
15. Пакет оптического волокна, предназначенная для передачи высокоэнергетических импульсов согласно способу по п.13.

16. Способ бурения сыпучего материала по п.13, в котором способ дополнительно включает использование по меньшей мере одного пакета оптического волокна по п.15.

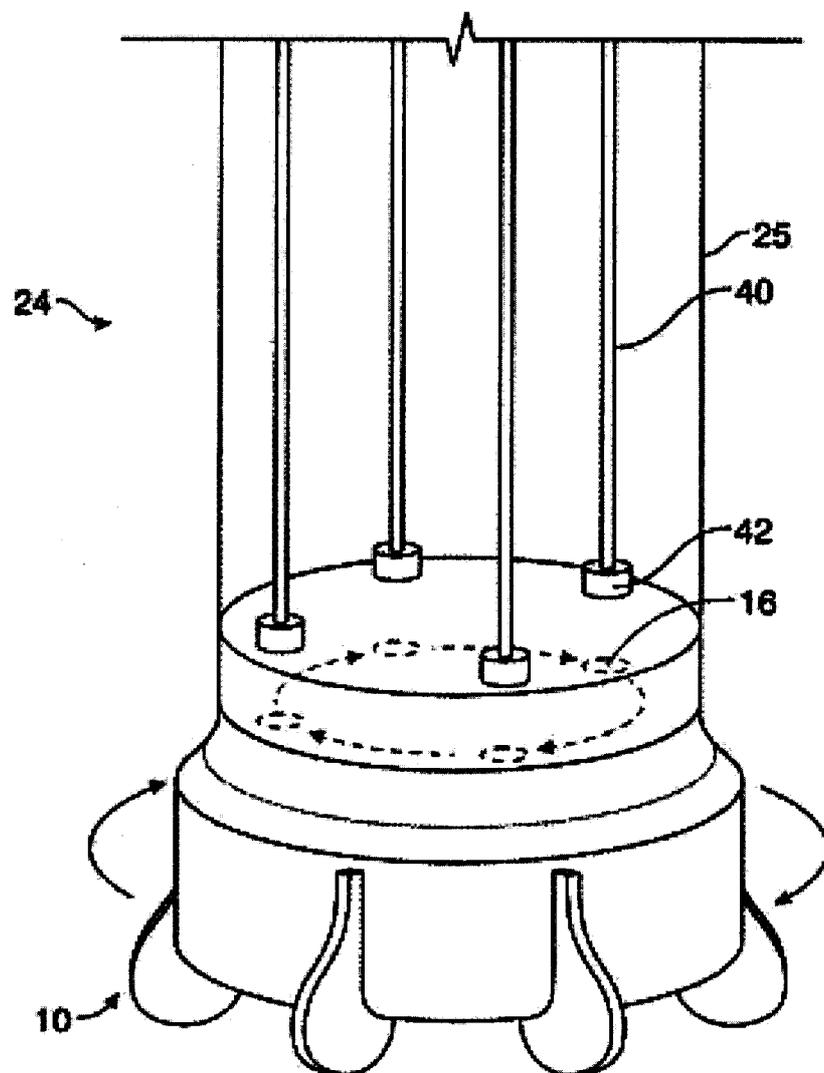


Фиг. 1

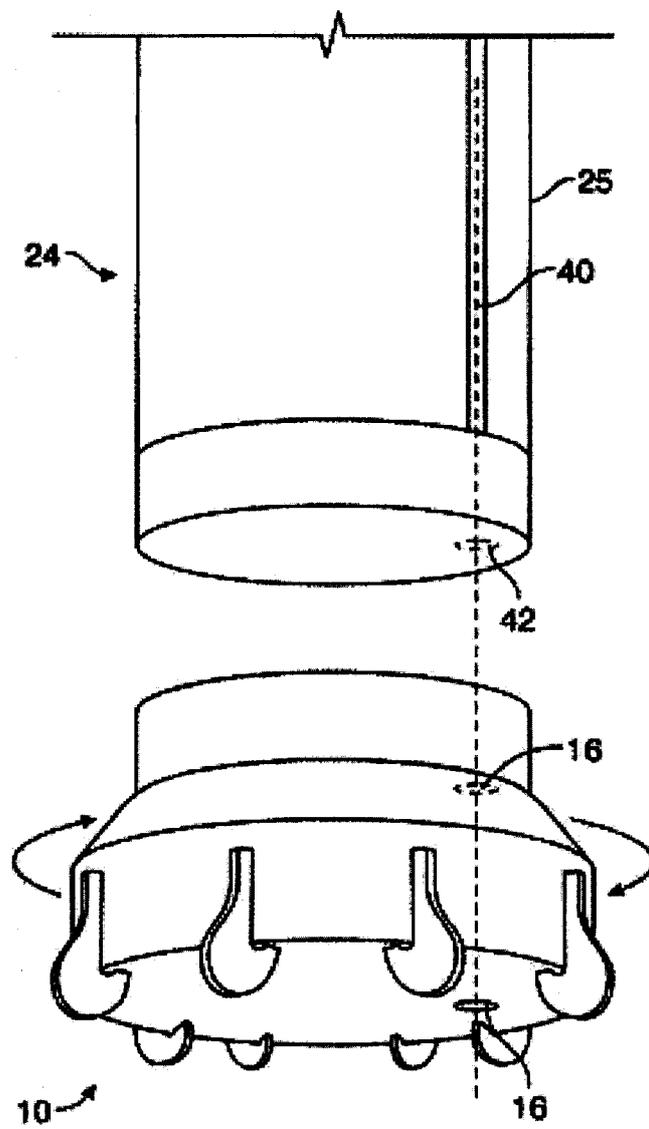
2/4



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4