

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039939**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.30

(51) Int. Cl. **E21B 23/14** (2006.01)
E21B 23/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201690648

(22) Дата подачи заявки
2014.09.26

(54) СИСТЕМА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ В УДЛИНЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(31) **1317201.0**

(32) **2013.09.27**

(33) **GB**

(43) **2016.11.30**

(86) **PCT/EP2014/070620**

(87) **WO 2015/044346 2015.04.02**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПЭРЕДАЙМ ТЕКНОЛОДЖИ
СЕРВИСИЗ Б.В. (NL)**

(56) **US-A1-2007007016
US-A1-2006044155
US-B1-6345669
WO-A1-02059451
US-A1-2005284233
GB-A-2399110
US-A1-2013160995
WO-A2-2013098280**

(72) Изобретатель:
Ван Дер Энде Андре (GB)

(74) Представитель:
**Хмара М.В., Рыбаков В.М., Липатова
И.И., Новоселова С.В., Дощечкина
В.В., Пантелеев А.С., Ильмер Е.Г.,
Осипов К.В. (RU)**

(57) Система для выполнения работ в удлиненном пространстве содержит инструмент, выполненный с возможностью размещения в удлиненном пространстве, изолированный тросовый канат, соединенный с указанным инструментом, и лебедку для выбора и/или стравливания тросового каната. Система дополнительно содержит контроллер лебедки, выполненный с возможностью приема информации, передаваемой электрическими сигналами от инструмента по тросовому канату, и управления лебедкой согласно принятой информации. Инструмент может содержать скважинный инструмент, например скважинный инструмент для выполнения работ в нефтяной или газовой скважине. Инструмент может содержать скважинный трактор для продвижения дополнительного инструмента по удлиненному пространству. Инструмент может содержать инструментальный электрогенератор или инструмент для выполнения механической работы в удлиненном пространстве.

B1**039939****039939****B1**

Область техники

Настоящее изобретение относится к системе для выполнения работ в удлиненном пространстве и, в частности, хотя не ограничительно, для выполнения работ в удлиненном пространстве, ограниченном стволом или находящемся в стволе нефтяной/газовой скважины.

Уровень техники

Скважинное оборудование или буровые снаряды обычно спускают в нефтяные и газовые скважины для различных целей, например для выполнения скважинных работ, в частности ремонтных работ и/или для выполнения скважинных измерений. Известен способ спуска или доставки скважинного инструмента для таких целей к нужному месту в стволе скважины на конце несущего элемента или троса и/или подъема скважинного инструмента на поверхность вытягиванием несущего элемента или троса.

Некоторые виды скважинного инструмента для выполнения его функций или повышения функциональности требуют подвода энергии. Эта энергия может доставляться в виде механической, электрической, магнитной и/или химической энергии. Например, электроэнергия может подаваться к скважинному инструменту либо передачей по токопроводящему кабелю, либо от скважинной аккумуляторной батареи.

Помимо использования для передачи электроэнергии с поверхности к скважинному инструменту, токопроводящие кабели могут также использоваться как электрические линии связи скважинного инструмента с поверхностью, например, для электрической передачи скважинных данных геофизических исследований на поверхность. Токопроводящие кабели, как правило, имеют наружную броню из стальной проволоки, состоящую из одного или нескольких слоев спирально скрученных стальных проволок, вокруг электрически изолированной жилы из одного или нескольких электрических проводников. Эти обычные кабели представляют опасность поверхностной разгерметизации в отношении скважинного давления, так как газ под давлением может пройти сквозь пустоты щелей брони. Соответственно, кабельные работы, как правило, дороги и связаны с риском поверхностной разгерметизации.

Механическая энергия может доставляться стальными канатами, например поршневыми тросами или тросовыми канатами. Тросовые канаты имеют гладкую наружную поверхность, по которой поверхностное уплотнение скважинного давления может быть просто и надежно осуществлено сальниками с уплотнительной набивкой. Тросовые канаты обычно используются для механического подвешивания и перемещения скважинного инструмента. Кроме того, тросовые канаты используются для передачи механической энергии скважинному инструменту от лебедки, расположенной на поверхности. Однако тросовые канаты непригодны для передачи электроэнергии. Соответственно, скважинный инструмент, требующий электроэнергии, но выполненный с возможностью использования с тросовым канатом, как правило, оснащается собственной аккумуляторной батареей.

Скважинные условия неблагоприятны для работы аккумуляторной батареи. Поэтому, как правило, приходится защищать аккумуляторную батарею от неблагоприятных скважинных условий помещением аккумуляторной батареи в уплотненную капсулу. Это ограничивает доступное пространство для размещения аккумуляторной батареи и, таким образом, ограничивает доступную в скважине энергию. Размер и форма капсулы аккумуляторной батареи, как правило, ограничены геометрией смазочного устройства, расположенного в устье скважины, и внутренним диаметром обсадной колонны, сквозь которую должен проходить скважинный инструмент. Далее, высокие температуры в скважине ограничивают возможности накопления электроэнергии и отдаваемую мощность аккумуляторной батареи. Для обеспечения безопасности скважинных работ важно также иметь возможность контролировать работу аккумуляторной батареи и управлять потреблением энергии аккумуляторной батареи.

В искривленных нефтяных и газовых скважинах может оказаться невозможным спустить скважинный инструмент до желаемого положения. Это особенно справедливо для сильно искривленных нефтяных и газовых скважин, в которых искривленный участок ствола скважины может идти горизонтально или почти горизонтально. Соответственно, известно применение скважинного трактора для продвижения скважинного инструмента по искривленному участку нефтяной/газовой скважины. Обычные типовые исполнения скважинных тракторов - либо с приводом от ведущих колес, либо возвратно-поступательного или гусеничного типа. У тракторов с приводом от ведущих колес колеса, которые прижимаются изнутри к стенкам трубы, как правило, установлены на снабженных приводом поворотных рычагах. Возвратно-поступательные тракторы, как правило, содержат передний корпус с передними зажимными колодками и задний корпус с задними зажимными колодками. Передний и задний корпуса выполнены с возможностью возвратно-поступательного движения относительно друг друга. Передние и задние зажимные колодки поочередно прижимаются к внутренней стенке трубы или ствола скважины. При этом передний корпус толкают вниз по скважине относительно заднего корпуса, отталкиваясь от задней зажимной колодки, или задний корпус для его продвижения подтягивают в направлении переднего корпуса и передней зажимной колодки.

Известные скважинные тракторы могут снабжаться электроэнергией с поверхности по кабелю или оснащаются аккумуляторной батареей для питания приводного устройства трактора. Например, в патентном документе US 2010/0263856 раскрыт скважинный аккумуляторный трактор, который спускается на обычном тросовом канате. Альтернативно, известна передача механической энергии скважинному трактору с поверхности. Например, в патентном документе WO 99/24691 раскрыт скважинный трактор,

подвешенный на проводящем тросе, который может представлять собой электрический кабель, тросовый канат или любую другую проволочную или трубчатую систему, способную совершать возвратно-поступательное движение. Трактор спускают в ствол скважины, пока трактор не встретит искривленный участок ствола. По искривленному участку ствола скважины трактор продвигают посредством повторных приложений и снятий силы, растягивающей трос. Такое продвижение трактора - это ручной процесс, связанный с большими затратами времени, которые могут приводить к сравнительно высоким эксплуатационным расходам.

Сущность изобретения

Согласно первому аспекту настоящего изобретения обеспечена система для выполнения работ в удлиненном пространстве, содержащая:

инструмент, выполненный с возможностью размещения в удлиненном пространстве;

изолированный тросовый канат, соединенный с указанным инструментом;

лебедку для выбирания и/или стравливания тросового каната; и

контроллер лебедки, выполненный с возможностью приема информации, передаваемой электрическими сигналами от инструмента по тросовому канату, и для управления лебедкой согласно принятой информации.

Такая система может обеспечить возможность управления лебедкой согласно информации, поступающей от инструмента. Например, такая система может обеспечить возможность управления лебедкой в соответствии с состоянием инструмента и/или в соответствии с состоянием среды, окружающей инструмент. Это может обеспечить лучшее управление работой лебедки. Это может уменьшить затраты времени и денег, связанные с работой лебедки. Это может повысить точность и/или надежность работы лебедки. Это может уменьшить затраты времени и денег на работы, выполняемые в удлиненном пространстве. Это может повысить точность и/или надежность работ, выполняемых в удлиненном пространстве.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления по меньшей мере одним из: направления вращения, скорости и крутящего момента лебедки согласно информации, получаемой контроллером лебедки.

Указанное удлиненное пространство может быть ограничено трубчатым элементом.

Указанное удлиненное пространство может быть ограничено внутри скважины.

Указанное удлиненное пространство может быть ограничено стволом скважины или находиться в стволе скважины.

Указанное удлиненное пространство может быть расположено наклонно относительно вертикали или может быть расположено горизонтально.

Указанное удлиненное пространство может являться частью искривленной нефтяной или газовой скважины.

При эксплуатации инструмент может располагаться в удлиненном пространстве, а контроллер лебедки может располагаться вне удлиненного пространства. Контроллер лебедки может располагаться непосредственно рядом, вблизи или вдали от начала или конца удлиненного пространства.

При эксплуатации инструмент может располагаться в стволе скважины.

При эксплуатации контроллер лебедки может располагаться в начале ствола скважины или рядом с ним.

При эксплуатации контроллер лебедки может располагаться в устье скважины или рядом с ним.

При эксплуатации контроллер лебедки может располагаться на поверхности, рядом с поверхностью или над поверхностью, например над поверхностью земли или над поверхностью морского дна, от которого идет ствол скважины.

При эксплуатации лебедка может располагаться на поверхности, рядом с поверхностью или над поверхностью, например над поверхностью земли или над поверхностью морского дна, от которого идет ствол скважины.

При эксплуатации контроллер лебедки может располагаться на лебедке или рядом с ней.

Изолированный тросовый канат может содержать сплошную токопроводящую жилу и электрически изолирующий наружный слой или электроизоляционное покрытие.

Указанная жила может содержать одну прядь проволоки. Указанная жила может содержать металл. Указанная жила может содержать сталь. Указанная жила может содержать сплав.

Наружный слой может содержать лаковый материал. Например, наружный слой может содержать полиэфир, ЖКП (жидкокристаллический полимер), полиамид, полиамидимид, поликарбонаты, полисульфоны, полиэфиримиды, полиэфирэфиркетон, полиуретан, нейлон, эпоксидный материал, уравнивающую смолу, алкидную смолу - или аналогичные материалы, или любую их комбинацию.

Изолированный тросовый канат может иметь диаметр до 6,25 мм. Изолированный тросовый канат может иметь диаметр от 2,34 до 4,17 мм.

Указанный инструмент может содержать скважинный инструмент.

Указанный инструмент может содержать запоминающее устройство для хранения данных, например данных, измеренных в процессе каротажа.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью выполнения механической работы.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью выполнения работы на поверхности, которая ограничивает удлиненное пространство.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью бурения, резания или иного съема материала с поверхности, которая ограничивает удлиненное пространство.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью управления расходом текучей среды в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью ограничения или увеличения расхода текучей среды в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью перекачки текучей среды в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью создания препятствий, закупорки или уплотнения в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может быть выполнен так, чтобы активировать дополнительный инструмент или перемещать объект в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью перемещения в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью оставаться неподвижным после размещения в удлиненном пространстве. Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью избирательно зацепляться, прикрепляться и/или закрепляться на поверхности, которая ограничивает удлиненное пространство.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью продвигать дополнительный инструмент в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью проталкивать и/или протягивать дополнительный инструмент по удлиненному пространству.

Указанный инструмент может содержать трактор. Например, указанный инструмент может содержать скважинный трактор.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью соединения с дополнительным инструментом.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью механического соединения с дополнительным инструментом.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью соединения в буровой снаряд.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью приема механической энергии от лебедки через тросовый канат.

Указанный инструмент может содержать корпус и приводной элемент, причем приводной элемент совершает возвратно-поступательное движение относительно корпуса в зависимости от возвратно-поступательного движения тросового каната.

Указанный корпус может быть выполнен с возможностью закрепления на поверхности, ограничивающей удлиненное пространство. Для этой цели указанный корпус может содержать один или более захватных элементов.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью применения механической энергии, полученной от лебедки через тросовый канат с целью осуществления работы в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью передачи энергии дополнительному инструменту.

Этот дополнительный инструмент может быть выполнен с возможностью использования энергии, полученной от основного инструмента, для выполнения работ в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью преобразования механической энергии, полученной от лебедки, в другую форму энергии.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью преобразования возвратно-поступательного движения тросового каната во вращательное движение. Например, инструмент может содержать вращательный элемент, выполненный с возможностью вращения в зависимости от возвратно-поступательного движения тросового каната.

Указанный вращательный элемент может быть установлен на корпусе.

Указанный вращательный элемент может быть выполнен с возможностью вращения в зависимости от возвратно-поступательного движения приводного элемента относительно корпуса.

Указанный инструмент может содержать механический преобразователь, например механический преобразователь типа трапецеидального ходового винта для преобразования возвратно-поступательного движения тросового каната во вращательное движение вращательного элемента. Этот механический преобразователь может быть выполнен с возможностью преобразования возвратно-поступательного движения приводного элемента относительно корпуса во вращательное движение вращательного элемента.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью накопления энергии.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью накопления механической энергии, полученной от лебедки в механической форме.

Указанный инструмент может содержать один или более упругих элементов для накопления механической энергии.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью преобразования механической энергии, полученной от лебедки через тросовый канат, в гидравлическую энергию.

Указанный инструмент может содержать гидравлический насос, например роторный насос или линейный возвратно-поступательный насос.

Указанный гидравлический насос может приводиться возвратно-поступательным движением приводного элемента относительно корпуса.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью повторного преобразования гидравлической энергии обратно в механическую энергию.

Указанный инструмент может содержать гидравлический двигатель или гидравлический исполнительный механизм.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью накопления гидравлической энергии.

Указанный инструмент может содержать гидравлический аккумулятор.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью преобразования механической энергии, полученной от лебедки через тросовый канат, в электрическую энергию.

Указанный инструмент может содержать электрический генератор.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью повторного преобразования выработанной электрической энергии обратно в механическую энергию.

Указанный инструмент может содержать двигатель.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью накопления электроэнергии.

Указанный инструмент может содержать устройство накопления электроэнергии.

Указанный инструмент может содержать аккумуляторную батарею.

Указанный инструмент может содержать один или более инструментальных датчиков для измерения параметров, связанных с инструментом.

Указанный инструмент может содержать один или более инструментальных датчиков для измерения параметров, связанных с тросовым канатом, на инструменте или рядом с ним.

Указанный инструмент может содержать один или более инструментальных датчиков для измерения параметров, связанных с удлиненным пространством.

Указанный инструмент может содержать один или более инструментальных датчиков для измерения температуры и/или давления.

Указанный инструмент может содержать один или более инструментальных датчиков для измерения конфигурации инструмента.

Указанный инструмент может содержать один или более инструментальных датчиков для измерения относительного положения и/или ориентации различных частей инструмента.

Указанный инструмент может содержать по меньшей мере одно из: линейного дифференциального датчика, датчика линейных перемещений и вращающегося датчика.

Указанный инструмент может содержать один или более инструментальных датчиков для измерения по меньшей мере одного из ориентации инструмента, расстояния, пройденного инструментом, глубины инструмента, положения инструмента, скорости инструмента, ускорения инструмента.

Указанный инструмент может содержать один или более гироскопических датчиков и/или акселерометров.

Указанный инструмент может содержать один или более инерционных измерительных приборов.

Указанный инструмент может содержать один или более инструментальных датчиков для измерения натяжения тросового каната возле инструмента или вблизи от него.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой при производстве скважинных работ.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой для перемещения инструмента по удлиненному пространству.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно информации, относящейся к электрической энергии, накопленной в инструменте, причем информация передается от инструмента к контроллеру лебедки электрическим сигналом по тросовому канату. К примеру, контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно информации, относящейся к электрической энергии, накопленной устройством накопления электроэнергии инструмента, например аккумуляторной батареей инструмента. Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно количеству электроэнергии, накопленной в инструменте, и/или скорости потребления электроэнергии, накопленной в инструменте.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно информации, полученной одним или несколькими датчиками инструмента, причем информация передается от

инструмента к контроллеру лебедки электрическими сигналами по тросовому канату.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно измеренной температуре и/или давлению в инструменте и/или в удлиненном пространстве.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно rozpoznанной конфигурации инструмента.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно по меньшей мере одному из: расстояния, пройденного инструментом, глубины инструмента, положения инструмента, скорости инструмента и ускорения инструмента.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно натяжению тросового каната, измеренному непосредственно рядом с инструментом или вблизи от него.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой так, чтобы поддерживать натяжение тросового каната непосредственно рядом с инструментом или вблизи от него в заданном диапазоне.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой так, чтобы поддерживать натяжение тросового каната непосредственно рядом с инструментом или вблизи от него выше минимального порогового значения натяжения. Это может предотвратить провисание и петлеобразование тросового каната непосредственно рядом с инструментом или вблизи от него. Это может предотвратить попадание инструмента в петлю, образованную тросовым канатом.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой так, чтобы поддерживать натяжение тросового каната непосредственно рядом с инструментом или вблизи от него ниже максимального порогового значения натяжения. Это может гарантировать, что тросовый канат непосредственно рядом с инструментом или вблизи от него не подвергается напряжениям, превышающим предел упругости тросового каната. Это может предотвратить остаточную деформацию тросового каната. Это может предотвратить ослабление, повреждение и/или разрыв тросового каната.

Указанный инструмент может содержать контроллер инструмента.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен с возможностью приема информации от одного или нескольких инструментальных датчиков.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен с возможностью обработки информации, полученной от одного или нескольких инструментальных датчиков, и электрической передачи обработанной информации инструментальных датчиков контроллеру лебедки.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен с возможностью приема информации от устройства накопления электроэнергии инструмента, например, от аккумуляторной батареи инструмента.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен с возможностью обработки информации, полученной от устройства накопления электроэнергии, и для электрической передачи обработанной информации устройства накопления электроэнергии контроллеру лебедки.

Информация, полученная контроллером лебедки, может содержать информацию о состоянии устройства накопления электроэнергии, включающую в себя количество электроэнергии, накопленной в электрическом аккумуляторе, и/или скорость потребления электроэнергии, накопленной в электрическом аккумуляторе. Так как от электрического аккумулятора не требуется обеспечивать энергию для приведения в действие инструмента, емкость и размеры аккумулятора могут быть достаточно малы, чтобы избежать проблем обычных аккумуляторных инструментов, например обычных аккумуляторных тракторов. Кроме того, применение изолированного тросового каната может обеспечить возможность передачи информации о состоянии устройства накопления электроэнергии от контроллера инструмента контроллеру лебедки. Например, контроллер инструмента может передавать контроллеру лебедки информацию о количестве и/или скорости потребления электроэнергии, накопленной в электрическом аккумуляторе. Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно информации о состоянии устройства накопления электроэнергии. Например, контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью сокращения или прекращения дальнейшей работы инструмента, или вообще извлечения инструмента из удлиненного пространства, согласно информации о состоянии устройства накопления электроэнергии. Дополнительно или альтернативно, оператор может с помощью контроллера лебедки вызывать команды управления лебедкой с целью сокращения или прекращения дальнейшей работы инструмента, или с целью извлечения инструмента из удлиненного пространства в зависимости от информации о состоянии устройства накопления электроэнергии.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен с возможностью приема информации, передаваемой электрическими сигналами от контроллера лебедки по тросовому канату.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен с возможностью реконфигурировать инструмент согласно принятой информации. Это может позволить по-разному использовать в инструменте механическую энергию, полученную от лебедки по тросовому канату.

Указанный инструмент может содержать первый корпус и второй корпус, причем первый и второй корпуса выполнены с возможностью возвратно-поступательного движения относительно друг друга.

Указанные первый и второй корпуса могут быть выполнены с возможностью поочередного пере-

мещения в удлиненном пространстве.

Указанный инструмент может содержать упруго сжимаемый элемент, действующий между первым и вторым корпусами, и приводной элемент, соединенный с тросовым канатом, причем первый и второй корпуса и приводной элемент связаны так, что увеличение растягивающей силы, приложенной к тросовому канату, заставляет первый и второй корпуса сближаться друг с другом, сжимая упруго сжимаемый элемент между ними, а уменьшение растягивающей силы, приложенной к тросовому канату, позволяет первому и второму корпусам расходиться под действием указанного упруго сжимаемого элемента. С этой целью указанные первый и второй корпуса и указанный приводной элемент могут быть механически или гидравлически связаны друг с другом.

Указанный инструмент может содержать упруго растяжимый элемент, действующий между первым и вторым корпусами, и приводной элемент, соединенный с тросовым канатом, причем первый и второй корпуса и приводной элемент связаны так, что увеличение растягивающей силы, приложенной к тросовому канату, заставляет первый и второй корпуса расходиться, растягивая упруго растяжимый элемент между ними, а уменьшение растягивающей силы, приложенной к тросовому канату, позволяет первому и второму корпусам сходиться под действием указанного упруго растяжимого элемента. С этой целью указанные первый и второй корпуса и указанный приводной элемент могут быть механически или гидравлически связаны друг с другом.

Указанный инструмент может содержать механизм реечной передачи, механически связывающий первый и второй корпуса.

Указанный механизм реечной передачи может содержать одну или более зубчатых реек.

Указанный механизм реечной передачи может содержать одно или более зубчатых колес.

Указанный первый корпус может содержать одну или более зубчатых колес. Указанный второй корпус может содержать одну или более зубчатых реек.

Указанный приводной элемент может содержать одну или более зубчатых реек.

Указанный первый корпус может содержать первое устройство для взаимодействия с поверхностью, предназначенное для взаимодействия с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

Указанный первый корпус может содержать множество первых устройств для взаимодействия с поверхностью, предназначенных для взаимодействия с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

Множество первых устройств для взаимодействия с поверхностью могут быть расположены по периметру вокруг наружной поверхности первого корпуса.

Множество первых устройств для взаимодействия с поверхностью могут быть равномерно распределены по периметру вокруг наружной поверхности первого корпуса.

Множество первых устройств для взаимодействия с поверхностью могут быть неравномерно распределены по периметру вокруг поверхности первого корпуса.

Указанный второй корпус может содержать второе устройство для взаимодействия с поверхностью, предназначенное для взаимодействия с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

Указанный второй корпус может содержать множество вторых устройств для взаимодействия с поверхностью, предназначенных для взаимодействия с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

Множество вторых устройств для взаимодействия с поверхностью могут быть расположены по периметру вокруг наружной поверхности второго корпуса.

Множество вторых устройств для взаимодействия с поверхностью могут быть равномерно распределены по периметру вокруг наружной поверхности второго корпуса.

Множество вторых устройств для взаимодействия с поверхностью могут быть неравномерно распределены по периметру вокруг наружной поверхности второго корпуса.

Каждое из первого и второго устройств для взаимодействия с поверхностью может быть избирательно взаимодействующим с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

Каждое из первых и вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть приведено во взаимодействие с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

Каждое из первых и вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть избирательно убрано из взаимодействия с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

Каждое из первых и вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть убрано по соответствующим радиальным направлениям, определенным относительно продольной оси инструмента.

Указанный инструмент может содержать перемещающий соленоид для каждого первого и каждого второго устройства для взаимодействия с поверхностью.

Каждым перемещающим соленоидом можно управлять для отвода соответствующего первого или второго устройства для взаимодействия с поверхностью по соответствующему радиальному направлению, определенному относительно продольной оси инструмента.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен так, что, в зависимости от принятой управляющей информации, переданной от контроллера лебедки по тросовому канату, контроллер инструмента управляет каждым перемещающим соленоидом для убирания из взаимодействия соответствующую

шего первого или второго устройства для взаимодействия с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

Каждое из первых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть выполнено с возможностью обеспечивать относительное перемещение между первым корпусом и поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство, вдоль разрешенного направления.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью избирательно менять разрешенное направление относительного перемещения между первым корпусом и указанной поверхностью.

Каждое из вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть выполнено с возможностью обеспечения относительного перемещения между вторым корпусом и поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство, вдоль разрешенного направления.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью избирательно менять разрешенное направление перемещения между вторым корпусом и указанной поверхностью.

Каждое из первых и вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть выполнено с возможностью качения вдоль разрешенного направления относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство.

Каждое из первых и вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может содержать тела качения, например колеса.

Каждое из первых и вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может содержать эксцентриковые ролики.

Указанный инструмент может быть выполнен с возможностью изменять на обратное разрешенное направление, вдоль которого могут катиться первые и вторые устройства для взаимодействия с поверхностью относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство.

Каждое из первых и вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может иметь возможность вращения вокруг соответствующей оси, выровненной в соответствующем радиальном направлении относительно продольной оси инструмента.

Указанный инструмент может содержать вращающий соленоид для каждого первого и каждого второго устройства для взаимодействия с поверхностью. Каждым вращающим соленоидом можно управлять для вращения соответствующего первого или второго устройства для взаимодействия с поверхностью относительно соответствующей оси.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен так, что, в зависимости от принятой управляющей информации, переданной от контроллера лебедки по тросовому канату, контроллер инструмента управляет каждым вращающим соленоидом для вращения соответствующего первого устройства для взаимодействия с поверхностью относительно соответствующей оси. Это может изменить разрешенное направление движения первого корпуса относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, на обратное.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен так, что, в зависимости от принятой управляющей информации, переданной от контроллера лебедки по тросовому канату, контроллер инструмента управляет каждым вращающим соленоидом для вращения соответствующего второго устройства для взаимодействия с поверхностью относительно соответствующей оси. Это может изменить разрешенное направление движения второго корпуса относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, на обратное.

Каждое из первых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть выполнено с возможностью избирательно сцепляться с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство, так, чтобы предотвратить относительное перемещение между первым корпусом и поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство. Каждое из первых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть выполнено с возможностью избирательно захватывать поверхность, ограничивающую удлиненное пространство.

Каждое из вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть выполнено с возможностью избирательно взаимодействовать с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство, для предотвращения относительного перемещения между вторым корпусом и поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство. Каждое из вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может быть выполнено с возможностью избирательно захватывать поверхность, ограничивающую удлиненное пространство.

Каждое из первых и вторых устройств для взаимодействия с поверхностью может содержать зажимные колодки, захватные устройства, устройства закрепления, тормозные колодки и/или аналогичные устройства.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой так, чтобы перемещать инструмент по удлиненному пространству до достижения инструментом заданного целевого положения в указанном пространстве. Это может обеспечить автоматизированную работу инструмента и может снять все требования к оператору по циклическому управлению лебедкой с целью перемещения инструмента по удлиненному пространству.

В контроллере лебедки может быть запрограммировано заданное целевое положение в удлиненном

пространстве. Использование изолированного тросового каната для указанной передачи информации позволяет автоматически перемещать инструмент в заданное целевое положение в сильно искривленной нефтяной/газовой скважине, снимая тем самым все требования к оператору по циклическому управлению лебедкой. Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью обеспечения возможности для оператора избирательно запускать или избирательно прерывать работу инструмента.

Указанный инструмент может содержать датчик относительного положения для измерения относительных положений по меньшей мере двух элементов из следующих: первый и второй корпуса и приводной элемент.

Указанный датчик относительного положения может быть емкостным или магнитным датчиком смещения.

Указанный датчик относительного положения может содержать первую и вторую части датчика. Первая часть датчика может быть прикреплена к приводному элементу. Вторая часть датчика может быть прикреплена к первому и/или второму корпусу.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен с возможностью связи с датчиком относительного положения.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен с возможностью определения информации об относительном положении по меньшей мере двух элементов из следующих: первый и второй корпуса и приводной элемент, из информации, полученной от датчика относительного положения.

Указанный контроллер инструмента может быть выполнен с возможностью передачи выделенной информации об относительном положении контроллеру по тросовому канату.

Указанный контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой в зависимости от определенной информации об относительном положении, полученной от контроллера инструмента, так, чтобы обеспечить повторяющееся возвратно-поступательное перемещение приводного элемента относительно первого и второго корпусов. В сочетании с действием упруго сжимаемого и/или растягиваемого элемента и действием первого и второго устройств для взаимодействия с поверхностью, это может привести к автоматическому продвижению или проталкиванию инструмента по удлиненному пространству.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управлять лебедкой так, чтобы обеспечить повторяющееся возвратно-поступательное перемещение приводного элемента для пошагового продвижения инструмента до достижения инструментом заданного целевого положения в удлиненном пространстве.

Указанный электрический аккумулятор может быть выполнен с возможностью питания указанного контроллера инструмента и/или датчика относительного положения.

Указанный инструмент может содержать кабельную разводку, которая обеспечивает электрические соединения электрического аккумулятора с указанным контроллером инструмента и/или датчиком относительного положения.

Указанная кабельная разводка может обеспечить электрические соединения электрического аккумулятора с перемещающимися и/или вращающимися соленоидами.

Указанная кабельная разводка может обеспечить электрические соединения контроллера инструмента с перемещающимися и/или вращающимися соленоидами.

Указанная кабельная разводка может быть выполнена так, чтобы предотвратить ограничение относительного перемещения между приводным элементом и одним или обоими из первого и второго корпусов.

Указанный механизм реечной передачи может быть выполнен с возможностью обеспечивать электрические соединения между приводным элементом и одним или обоими из первого и второго корпусов. Например, одно или более зубчатых колес и одна или более зубчатых реек механизма реечной передачи могут быть токопроводящими.

Указанный инструмент может содержать скользящие электрические контакты, например ползуны или щетки, которые действуют между приводным элементом и одним или обоими из первого и второго корпусов, чтобы обеспечить электрическое соединение приводного элемента с одним или обоими из первого и второго корпусов.

Указанная система может содержать лебедковый датчик натяжения для измерения натяжения тросового каната возле или вблизи лебедки.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью приема информации от лебедкового датчика натяжения.

Контроллер лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой согласно информации, полученной от лебедкового датчика натяжения.

Указанная система может содержать чувствительный элемент для связи по электрическому сигналу между жилой тросового каната и чувствительным элементом.

Указанный чувствительный элемент может быть электрически соединен с контроллером лебедки.

Указанный чувствительный элемент может быть токопроводящим.

Указанный чувствительный элемент может располагаться достаточно близко от тросового каната

для облегчения емкостной связи между токопроводящей жилой тросового каната и чувствительного элемента, чтобы ограниченного электрического поля сигнала напряжения хватало для этой связи.

Указанный чувствительный элемент может располагаться достаточно близко от тросового каната для облегчения индуктивной связи токопроводящей жилы тросового каната и чувствительного элемента, чтобы ограниченного магнитного поля сигнала тока хватало для этой связи.

Указанный чувствительный элемент может, по меньшей мере, частично, охватывать тросовый канат.

Указанный чувствительный элемент может быть трубчатым.

Указанный чувствительный элемент может быть отделен от тросового каната зазором. Это может обеспечить возможность движения тросового каната относительно чувствительного элемента.

Указанный чувствительный элемент может контактировать с тросовым канатом.

Указанный чувствительный элемент может контактировать с электроизолирующим наружным слоем тросового каната.

Указанный чувствительный элемент может быть выполнен с возможностью качения, чтобы обеспечивать возможность относительного перемещения между тросовым канатом и чувствительным элементом.

Указанный чувствительный элемент может содержать шкив. При эксплуатации тросовый канат может огибать шкив. Указанный чувствительный элемент может контактировать с токопроводящей жилой тросового каната.

Указанный чувствительный элемент может быть выполнен с возможностью обеспечения относительного вращения между изолированным тросовым канатом и чувствительным элементом вокруг оси тросового каната.

Указанный чувствительный элемент может содержать токопроводящее скользящее кольцо. Такой чувствительный элемент может облегчить непосредственную передачу сигналов между жилой тросового каната и контроллером лебедки.

Указанный чувствительный элемент может располагаться на одном конце изолированного тросового каната.

Указанный чувствительный элемент может располагаться на барабане лебедки, в непосредственной близости от него или коаксиально с осью барабана лебедки.

При эксплуатации чувствительный элемент может располагаться на поверхности, в непосредственной близости от поверхности или над поверхностью, такой как поверхность земли или поверхность морского дна. Указанный чувствительный элемент может располагаться внутри оборудования устья скважины или крепиться к нему. Указанный чувствительный элемент может располагаться внутри смазочного устройства или сальника оборудования устья скважины.

Один или более опциональных признаков, раскрытых применительно к одному аспекту, могут применяться поодиночке или в любом сочетании в отношении любого другого аспекта.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения обеспечен способ для использования при выполнении работ в удлиненном пространстве, содержащий следующее:

соединяют инструмент с изолированным тросовым канатом;

размещают инструмент в удлиненном пространстве; и

управляют лебедкой для выбора и/или сравнения тросового каната согласно информации, передаваемой электрическими сигналами от инструмента по тросовому канату.

Указанный способ может содержать прием переданной информации в контроллере лебедки.

Указанный способ может содержать использование контроллера лебедки для управления лебедкой согласно переданной информации.

Переданная информация может содержать информацию состояния инструмента, например воспринятую информацию, относящуюся к по меньшей мере одному из: конфигурации инструмента, натяжения тросового каната непосредственно рядом с инструментом или вблизи от него и внешним условиям работы инструмента.

Переданная информация может содержать указание относительного расположения по меньшей мере двух частей инструмента.

Переданная информация может содержать информацию состояния указанного электрического аккумулятора инструмента. Например, переданная информация может содержать: количество и/или скорость потребления электроэнергии, накопленной в электрическом аккумуляторе инструмента. Один или более опциональных признаков, раскрытых применительно к одному аспекту, могут применяться поодиночке или в любом сочетании в отношении любого другого аспекта.

Согласно третьему аспекту настоящего изобретения обеспечена тракторная система для размещения инструмента в удлиненном пространстве, содержащая:

трактор, выполненный с возможностью размещения в удлиненном пространстве;

изолированный тросовый канат, соединенный с трактором;

лебедку для выбора и/или сравнения тросового каната; и

контроллер лебедки, выполненный с возможностью приема информации, передаваемой электриче-

скими сигналами от трактора по тросовому канату, и управления лебедкой согласно принятой информации.

Один или более опциональных признаков, раскрытых применительно к одному аспекту, могут применяться поодиночке или в любом сочетании применительно к любому другому аспекту.

Согласно четвертому аспекту настоящего изобретения обеспечен способ для использования при размещении инструмента в удлиненном пространстве, содержащий следующее:

соединяют трактор с изолированным тросовым канатом;
соединяют инструмент с трактором;
размещают трактор и инструмент в удлиненном пространстве;
управляют лебедкой для выбора и/или срабатывания тросового каната согласно информации, передаваемой электрическими сигналами от трактора по тросовому канату.

Указанный способ может содержать прием переданной информации в контроллере лебедки.

Указанный способ может содержать использование контроллера лебедки для управления лебедкой согласно переданной информации.

Переданная информация может содержать информацию состояния трактора, например собранную информацию, относящуюся к по меньшей мере одному из: конфигурации трактора, натяжения тросового каната непосредственно рядом с трактором или вблизи от него и внешним условиям работы трактора.

Переданная информация может содержать информацию состояния трактора, например, о положении в шаговом цикле трактора. Переданная информация может содержать указание относительного расположения по меньшей мере двух элементов из: первого корпуса трактора, второго корпуса трактора и приводного элемента трактора.

Переданная информация может содержать данные о состоянии устройства накопления электроэнергии. Например, переданная информация может содержать данные о количестве и/или о скорости потребления электроэнергии, накопленной в электрическом аккумуляторе трактора. Один или более необязательных признаков, раскрытых в отношении одной особенности могут применяться поодиночке или в любом сочетании в отношении любой другой особенности.

Краткое описание графических материалов

Настоящее изобретение будет теперь раскрыто на неограничивающем примере, лишь со ссылкой на следующие чертежи, на которых:

на фиг. 1 показана система скважинного инструмента, содержащая скважинный инструмент и изолированный тросовый канат с инструментом, расположенным в стволе отклоняющейся нефтегазовой скважины;

на фиг. 2 показан детализированный продольный разрез скважинного трактора для использования с системой скважинного инструмента с фиг. 1;

на фиг. 3(а) показан скважинный трактор фиг. 2 в процессе его продвижения, когда трактор находится в аксиально удлиненной конфигурации до приложения растягивающего усилия к изолированному тросовому канату;

на фиг. 3(б) показан скважинный трактор с фиг. 2 в процессе его продвижения, когда трактор находится в аксиально сжатой конфигурации в условиях приложения растягивающего усилия к изолированному тросовому канату;

на фиг. 3(с) показан скважинный трактор с фиг. 2 в процессе его продвижения, когда трактора находится в аксиально повторно удлиненной конфигурации после приложения натяжения к изолированному тросовому канату;

на фиг. 4(а) показан скважинный трактор с фиг. 2 в процессе его извлечения, когда конфигурация трактора удлинена вдоль оси до приложения натяжения к изолированному тросовому канату;

на фиг. 4(б) показан скважинный трактор с фиг. 2 в процессе его извлечения, когда конфигурация трактора аксиально сжата в условиях приложения натяжения к изолированному тросовому канату;

на фиг. 4(с) показан скважинный трактор фиг. 2 в процессе его извлечения, когда конфигурация трактора вновь аксиально удлинена после приложения натяжения к изолированному тросовому канату;

на фиг. 5(а) показан продольный разрез альтернативного скважинного трактора в процессе его продвижения;

на фиг. 5(б) показан альтернативный скважинный трактор с фиг. 5(а) в процессе реконфигурации эксцентриковых роликов трактора, подготавливающей извлечение альтернативного скважинного трактора;

на фиг. 5(с) показан альтернативный скважинный трактор с фиг. 5(а) в процессе его извлечения; и

на фиг. 6 показан продольный разрез скважинного инструментального генератора и скважинного режущего инструмента для использования с системой скважинного инструмента фиг. 1.

Подробное раскрытие изобретения

Специалисту понятно, что термины "вверх по стволу скважины" и "вниз по стволу скважины" используются ниже исключительно для удобства иллюстрации и не должны пониматься как ограничивающие. Термин "вверх по стволу скважины" относится к направлению вдоль ствола скважины к точке выхода ствола скважины на поверхность, например, земли или морского дна, в то время как термин "вниз

по стволу скважины" относится к направлению вдоль ствола скважины от указанной точки выхода. В принципе, когда ствол скважины наклонен относительно вертикали, эти термины могут относиться к направлениям, которые значительно отклоняются от вертикали, и эти термины могут даже относиться к горизонтальному направлению. Аналогично, термин "ближний" относится к положению ближе к точке выхода, а термин "дальний" относится к положению дальше от точки выхода.

Обратимся вначале к фиг. 1; на ней показана система инструмента, обозначенная в целом позицией 2 и содержащая скважинный инструмент в виде трактора, обозначенного в целом позицией 4, и тросовый канат 6, соединенный с трактором 4. Система 2 инструмента дополнительно содержит обозначенную в целом позицией 8 лебедку для стравливания и/или выбирания тросового каната 6. Система 2 инструмента выполнена с возможностью размещения одного или более дополнительных скважинных инструментов (не показаны на фиг. 1) в стволе 10 искривленной нефтегазовой скважины. Как показано на фиг. 1, ствол 10 скважины может отклоняться так, что он имеет вертикальный участок 12, идущий от поверхности 14, и горизонтальный участок 16, идущий от нижнего конца вертикального участка 12. При эксплуатации трактор 4 подвешивается на тросовом канате и под действием силы тяжести спускается в вертикальный участок 12 ствола 10 скважины лебедкой 8, пока трактор 4 не достигнет положения у начала горизонтального участка 16 ствола скважины, где сила тяжести уже не может продвигать трактор 4 вниз по стволу скважины. Трактором 4 далее управляют с целью протолкнуть и/или протолкнуть один или более скважинных инструментов (не показаны) по горизонтальному участку 16 ствола 10 скважины. Следует понимать, что ствол 10 скважины может быть обсажен обсадными трубами или чем-либо подобным, по меньшей мере, на части его длины и/или может быть не обсажен, по меньшей мере, на части его длины.

Как показано на фиг. 1, лебедка 8 расположена над поверхностью 14 вблизи оборудования 20 устья скважины, установленного у верхней части ствола 10 скважины. Следует понимать, что поверхность 14 может представлять собой уровень земли или морского дна. Следует также понимать, что, хотя лебедка 8 показана на фиг. 1 вблизи оборудования 20 устья скважины, лебедка 8 может располагаться на отдалении от этого оборудования.

Оборудование 20 устья скважины содержит сальниковое и смазочное устройство 24, которое позволяет осуществлять движение тросового каната 6 в ствол 10 и из ствола 10 скважины, в то же время и уплотняя ствол 10 скважины от внешней среды над поверхностью 14. Лебедка 8 содержит барабан 26 для тросового каната 6, двигатель 28 для вращения барабана 26 в обоих направлениях, датчик 32 натяжения лебедки для измерения натяжения тросового каната 6 непосредственно рядом с лебедкой 8 или вблизи от нее и датчик 33 для измерения выбранной и/или стравленной лебедкой 8 длины тросового каната 6 - с целью определения глубины инструмента 4 в стволе 10 скважины. Тросовый канат 6 идет с барабана 26 вокруг шкива 29 и проходит через сальниковое и смазочное устройство 24 к трактору 4.

Система 2 инструмента дополнительно содержит трубчатый токопроводящий чувствительный элемент 30, электрически соединенный с контроллером 34 лебедки кабелем 38. Чувствительный элемент 30 установлен вокруг тросового каната 6 в составе оборудования 20 устья скважины. Хотя это не показано явно на фиг. 1, следует понимать, что тросовый канат 6 содержит внутреннюю токопроводящую жилу, окруженную наружным электроизолирующим слоем так, что при эксплуатации электрические сигналы могут быть переданы от трактора 4 на поверхность по тросовому канату 6. Чувствительный элемент 30 расположен достаточно близко от наружного электроизолирующего слоя тросового каната 8 так, что ограниченное электрическое поле, связанное с электрическим сигналом, проходящим по токопроводящей жиле тросового каната 6, достигает чувствительный элемент 30 и воздействует на него. Контроллер 34 лебедки выполнен с возможностью связи с двигателем 28 и датчиком 32 натяжения лебедки 8.

Трактор 4 показан подробнее на фиг. 2. Трактор 4 содержит первый корпус в виде дальнего корпуса 40; как правило, трубчатый второй корпус в виде ближнего корпуса 42 и, как правило, стержневой приводной элемент 44, прикрепленный своим ближним концом 44b к тросовому канату 6. Дальний корпус 40 содержит дальнюю головную часть 41 и ближнюю трубчатую часть 43, которые вместе образуют заплечик 43a. Ближняя трубчатая часть 43 дальнего корпуса 40 заходит в ближний корпус 42. Ближний корпус 42 заканчивается дальним концом 47, который расположен напротив заплечика 43a дальнего корпуса 40.

Указанный приводной элемент 44 проходит через ближний корпус 42 в ближнюю трубчатую часть 43 дальнего корпуса 40. Дальний конец 44a приводного элемента 44 входит в ближнюю трубчатую часть 43 дальнего корпуса 40. Упруго сжимаемый элемент в виде пружины 46 сжатия надет на трубчатую ближнюю часть 43 дальнего корпуса 40 и идет в осевом направлении от дальнего конца 47 ближнего корпуса 42 до заплечика 43a дальнего корпуса 40.

Как будет подробнее раскрыто ниже, дальний корпус 40, ближний корпус 42 и приводной элемент 44 механически связаны так, что увеличение натяжения, приложенного к тросовому канату 6, заставляет дальний и ближний корпуса 40, 42 сближаться друг с другом, сжимая расположенную между ними пружину 46 сжатия, а уменьшение натяжения, приложенного к тросовому канату 6, позволяет дальнему и ближнему корпусам 40, 42 расходиться под действием пружины 46 сжатия, продвигая тем самым трактор 4 вниз или вверх по стволу скважины.

У ближнего конца 49 дальнего корпуса 40 установлены зубчатые колеса 48. Ближний корпус 42

имеет на своей внутренней поверхности идущие в осевом направлении зубчатые рейки 50. Приводной элемент 44 содержит зубчатые рейки 52, которые идут по его наружной поверхности в осевом направлении от дальнего конца 44а. Как будет подробнее раскрыто ниже, зубчатые колеса 48 зацепляют зубчатые рейки 50 на ближнем корпусе 42 и зубчатые рейки 52 на приводном элементе 44 так, что осевое движение приводного элемента 44 относительно дальнего корпуса 40 приводит к осевому движению дальнего и ближнего корпусов 40, 42 относительно друг друга.

Трактор 4 содержит дальние эксцентриковые ролики 54, соединенные с дальним корпусом 40 дальними колесными опорами 56, которые отходят от дальнего корпуса 40 радиально относительно продольной оси 53 трактора 4. Аналогично, трактор 4 содержит ближние эксцентриковые ролики 58, соединенные с ближним корпусом 42 ближними колесными опорами 60, которые отходят от ближнего корпуса 42 радиально относительно продольной оси 53 трактора 4. Эксцентриковые ролики 54, 58 выдвинуты наружу до вхождения во контакт с внутренней поверхностью 62 ствола 10 скважины. Хотя на фиг. 2 показаны только два дальних эксцентриковых ролика 54 и два ближних эксцентриковых ролика 58 (с их соответствующими колесными опорами 56, 60), следует понимать, что трактор 4 в действительности содержит четыре дальних эксцентриковых ролика 54, равномерно распределенных по окружности дальнего корпуса 40, и четыре ближних эксцентриковых ролика 58, равномерно распределенных по окружности ближнего корпуса 42.

Эксцентриковые ролики 54, 58 выполнены с возможностью ограничения направлений качения эксцентриковых роликов 54, 58 одним направлением качения по внутренней поверхности 62 ствола 10 скважины. Конкретнее, каждый дальний эксцентриковый ролик 54 содержит внутреннюю ось 54а, которая соединена с колесной опорой 56, и наружную втулку 54b, выполненную с возможностью взаимодействия с внутренней поверхностью 62 ствола 10 нефтяной скважины и вращающуюся относительно внутренней оси 54а в одну сторону. Аналогично, каждый ближний эксцентриковый ролик 58 содержит внутреннюю ось 58а, которая соединена с колесной опорой 60, и наружную втулку 58b, выполненную с возможностью взаимодействия с внутренней поверхностью 62 ствола 10 скважины и вращающуюся относительно внутренней оси 58а в одну сторону. Хотя это не показано явно на фиг. 2, специалисту понятно, что каждый эксцентриковый ролик 54, 58 содержит внутренний подшипник с несколькими элементами роликового сепаратора, расположенного между соответствующей внутренней осью 54а, 58а и наружной втулкой 54b, 58b. Эксцентриковые ролики выполнены (не показано) так, что имеется возможность вращения наружных втулок 54b, 58b относительно внутренних осей 54а, 58а в первом направлении, но предотвращается вращение наружных втулок 54b, 58b относительно внутренних осей 54а, 58а во втором направлении, противоположном первому.

Указанный приводной элемент 44 содержит датчик 71 натяжения тросового каната - для измерения натяжения тросового каната 6 непосредственно рядом с трактором 4 или вблизи от него, контроллер 72 инструмента, датчик 74 относительного положения и аккумулятор 76. Контроллер 72 инструмента электрически соединен с токопроводящей жилой тросового каната 6 и выполнен с возможностью передачи электрического сигнала тросовым канатом 6 или приема электрического сигнала от тросового каната 6. Контроллер 72 инструмента выполнен с возможностью приема информации от датчика 71 натяжения тросового каната и датчика 74 относительного положения.

Указанный датчик 74 относительного положения выполнен с возможностью измерения положения приводного элемента 44 относительно дальнего и/или ближнего корпуса 40, 42. Например, датчик 74 относительного положения может быть выполнен с возможностью определения момента, когда приводной элемент 44 достигнет положения конца шага, как подробнее раскрыто ниже. Датчик 74 относительного положения может быть обычным емкостным или магнитным датчиком смещения или любого другого типа датчиком относительного положения. Контроллер 72 инструмента выполнен с возможностью приема сигнала от датчика 74 относительного положения, сообщающего положение приводного элемента 44 относительно дальнего и/или ближнего корпуса 40, 42, и для определения относительного положения дальнего и ближнего корпусов 40, 42 по информации замеров, полученной от датчика 74 относительного положения. Другими словами, контроллер 72 инструмента выполнен с возможностью определения фазы трактора 4 в его шаговом цикле по информации замеров, полученной от датчика 74 относительного положения, т.е. контроллер 72 инструмента выполнен с возможностью определения положения в шаговом цикле трактора.

Аккумулятор 76 электрически соединен с датчиком 71 натяжения тросового каната, с контроллером 72 инструмента и датчиком 74 относительного положения - для обеспечения их электропитания. Контроллер 72 инструмента выполнен с возможностью определения состояния аккумулятора 76, включая количество и скорость потребления накопленной в аккумуляторе 76 электроэнергии.

При эксплуатации трактор 4 может управляться с целью его продвижения и, тем самым, протягивания и/или проталкивания одного или нескольких дополнительных скважинных инструментов (не показаны), соединенных с трактором 4, вперед по горизонтальному участку 16 ствола 10 скважины, как будет теперь раскрыто со ссылкой на фиг. 3(а)-(с). Следует понимать, что эксцентриковые ролики 54, 58 выполнены с возможностью их качения по внутренней поверхности 62 ствола 10 скважины вниз по стволу, т.е. вправо на фиг. 3(а)-(с), и для предотвращения качения эксцентриковых роликов 54, 58 по внутренней

поверхности 62 ствола 10 скважины вверх по стволу скважины, т.е. влево на фиг. 3(а)-(с).

На фиг. 3(а) показан трактор 4 в исходном состоянии, когда тросовый канат 6 провисает или слабо натянут, приводной элемент 44 полностью введен в ближний корпус 42 и дальний корпус 40, а пружина 46 сжатия находится в своем полностью разжатом состоянии. Датчик 74 относительного положения посылает сигнал контроллеру 72 инструмента, указывающий, что приводной элемент 44 достиг своего полностью введенного положения. Контроллер 72 инструмента, через чувствительный элемент 30 и кабель 38, посылает по тросовому канату 6 контроллеру 34 лебедки соответствующий электрический сигнал, указывающий, что приводной элемент 44 достиг своего полностью введенного положения. В ответ на принятый электрический сигнал контроллер 34 лебедки управляет двигателем 28 лебедки 8, чтобы приложить растягивающую силу к тросовому канату 6 или увеличить растягивающую силу, приложенную к тяге. Контроллер 34 лебедки отслеживает натяжение, приложенное к тросовому канату, по показаниям предназначенного для этой цели датчика 32 натяжения. Приложение натяжения к тросовому канату 6 или увеличение приложенного к ней натяжения осуществляется для выдвижения приводного элемента 44 из ближнего корпуса 42 и дальнего корпуса 40. Эксцентриковые ролики 54, 58 выполнены с возможностью предотвращения их качения по внутренней поверхности 62 ствола 10 скважины вверх по стволу, поэтому зубчатые рейки 50, 52 и зубчатые колеса 48 служат для продвижения ближнего корпуса 42 к дальнему корпусу 40, сжимая тем самым пружину 46 сжатия между ближним корпусом 42 и дальним корпусом 40.

Когда приводной элемент 44 достигает своего полностью убранного положения, показанного на фиг. 3(б), пружина 46 сжатия находится в полностью сжатом состоянии. Датчик 74 относительного положения посылает сигнал контроллеру 72 инструмента, указывающий, что приводной элемент 44 достиг своего полностью убранного положения. Контроллер 72 инструмента по тросовому канату 6 через чувствительный элемент 30 и кабель 38 посылает контроллеру 34 лебедки соответствующий электрический сигнал, указывающий, что приводной элемент 44 достиг своего полностью убранного положения. В ответ на принятый электрический сигнал контроллер 34 лебедки управляет двигателем 28 лебедки 8 так, чтобы уменьшить силу натяжения тросового каната 6. Контроллер 34 лебедки отслеживает силу натяжения, приложенную к тросовому канату, по показаниям предназначенного для этой цели датчика 32 натяжения. Эксцентриковые ролики 54, 58 выполнены с возможностью предотвращения их качения по внутренней поверхности 62 ствола 10 скважины вверх по стволу, поэтому уменьшение натяжения тросового каната 6 позволяет пружине 46 сжатия продвинуть дальний корпус 40 вниз по скважине, при этом зубчатые рейки 50, 52 и зубчатые колеса 48 служат для нового введения приводного элемента 44 в ближний корпус 42 и ближнюю трубчатую часть 43 дальнего корпуса 40, пока пружина 46 сжатия не достигнет снова своего полностью разжатого, а приводной элемент 44 - своего полностью введенного положения, как показано на фиг. 3(с). Последовательность перемещений дальнего корпуса 40, ближнего корпуса 42 и приводного элемента 44, представленная на фиг. 3(а)-(с), приводит к перемещению трактора 4 на один "шаг" вниз по стволу 10 скважины. Последовательность перемещений дальнего корпуса 40, ближнего корпуса 42 и приводного элемента 44, представленная на фиг. 3(а)-(с), автоматически многократно повторяется под управлением контроллера 34 лебедки и контроллера 72 инструмента, чтобы обеспечить пошаговое продвижение трактора 4 вниз по скважине, пока трактор 4 не достигнет заданного целевого положения на горизонтальном участке 16 ствола 10 скважины. Таким образом, применение изолированного тросового каната 6 для передачи информации о положении трактора в шаговом цикле позволяет автоматически продвигать трактор 4 вниз по стволу в заданное целевое положение в сильно отклоняющейся нефтегазовой скважине, снимая тем самым все требования к оператору по циклическому управлению лебедкой 8.

От аккумулятора 76 не требуется обеспечивать энергию для привода трактора 4, поэтому можно избежать проблем емкости и размера аккумулятора, связанных с обычным аккумуляторным приводом трактора. Кроме того, применение изолированного тросового каната 6 может позволить передавать информацию о состоянии аккумуляторной батареи 76 от инструментального контроллера 72 трактора 4 контроллеру 34 лебедки. Например, инструментальный контроллер 72 может сообщать о количестве и/или скорости потребления электроэнергии, накопленной в аккумуляторной батарее 76, контроллеру 34 лебедки. Контроллер 34 лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой 8 согласно информации о состоянии аккумуляторной батареи. Например, контроллер 34 лебедки может быть выполнен с возможностью сокращения или прекращения дальнейшей работы лебедки 8 или для управления лебедкой 8 с целью вытягивания трактора 4 из ствола 10 скважины согласно информации о состоянии аккумуляторной батареи. Дополнительно или альтернативно, оператор может через контроллер 34 лебедки вызывать команды управления лебедкой 8 с целью сокращения или прекращения дальнейшей работы трактора 4 или с целью вытягивания трактора 4 из ствола 10 скважины в зависимости от информации о состоянии аккумуляторной батареи.

Кроме того, применение изолированного тросового каната 6 может позволить передавать данные о натяжении тросового каната, измеренные инструментальным датчиком 71 натяжения тросового каната, от инструментального контроллера 72 трактора 4 контроллеру 34 лебедки. Контроллер 34 лебедки может быть выполнен с возможностью управления лебедкой 8 согласно измеренному натяжению тросового

каната 6 непосредственно рядом с трактором 4 или вблизи от него. Например, контроллер 34 лебедки может быть выполнен с возможностью сокращения или прекращения дальнейшей работы лебедки 8 или для управления лебедкой 8 с целью вытягивания трактора 4 из ствола 10 скважины в соответствии с измеренным натяжением тросового каната 6 непосредственно рядом с трактором 4 или вблизи от него. Дополнительно или альтернативно, оператор может через контроллер 34 лебедки вызывать команды управления лебедкой 8 с целью сокращения или прекращения дальнейшей работы трактора 4 или с целью вытягивания трактора 4 из ствола 10 скважины в зависимости от натяжения тросового каната 6 непосредственно рядом с трактором 4 или вблизи от него.

Вернемся вновь к фиг. 2; дальний корпус 40 дополнительно содержит вращающие соленоиды 80, которые могут управляться для поворота соответствующих колесных опор 56 на 180° вокруг соответственных радиально направленных осей. Аналогично, ближний корпус 42 содержит вращающие соленоиды 90, которые могут управляться для поворота соответствующих колесных опор 60 на 180° вокруг соответственных радиально направленных осей. Вращающие соленоиды 80, 90 электрически соединены с контроллером 72 инструмента и с аккумуляторной батареей 76 через кабельные соединения (не показаны) приводного элемента 44 с дальним корпусом 40 и с ближним корпусом 42. Кабели этих соединений (не показаны) проложены так, чтобы не ограничивать перемещений приводного элемента 44 относительно дальнего корпуса 40 и относительно ближнего корпуса 42, как раскрыто выше со ссылкой на фиг. 3(а)-(с). Как подробнее раскрыто ниже, контроллер 72 инструмента управляет действием вращающих соленоидов 80, 90 через кабельные соединения (не показаны), в то время как аккумулятор 76 через кабельные соединения (не показаны) обеспечивает вращающие соленоиды 80, 90 энергией.

Когда требуется вытянуть трактор 4 из ствола 10 скважины, оператор может через контроллер 34 лебедки послать соответствующий электрический сигнал по тросовому канату 6 контроллеру 72 инструмента. Контроллер 72 инструмента управляет вращающими соленоидами 80 и 90 для поворота колесных опор 56 и 60 на 180° вокруг соответствующих радиально направленных осей. На практике это меняет на обратные разрешенные направления качения ближних и дальних эксцентриковых роликов 54, 58, так что лебедка 8 может вытягивать трактор 4 вверх по стволу скважины с помощью тросового каната 6 под управлением оператора.

Если требуется, чтобы трактор 4 мог быть продвинут в направлении вверх по стволу на горизонтальном участке 16 ствола 10 скважины, используют процесс, показанный на фиг. 4(а)-(с). Как понятно специалисту, процесс, показанный на фиг. 4(а)-(с), есть обращение процесса, использованного для продвижения трактора 4 вниз по стволу скважины, как раскрыто со ссылкой на фиг. 3(а)-(с). Исходно, как показано на фиг. 4(а), приводной элемент 44 полностью введен в дальний корпус 40, и пружина 46 сжатия находится в разжатом состоянии. При приложении натяжения к тросовому канату 6, как показано на фиг. 4(б), приводной элемент 44 выводится в направлении вверх по стволу скважины. Так как теперь предотвращено качение эксцентриковых роликов 54, 58 по внутренней поверхности 62 ствола 10 вниз по стволу скважины, зубчатые рейки 50, 52 и зубчатые колеса 48 служат для продвижения дальнего корпуса 40 вверх по стволу скважины к ближнему корпусу 42, сжимая тем самым пружину 46 сжатия между дальним корпусом 40 и ближним корпусом 42. Снятие или уменьшение силы натяжения тросового каната 6 позволяет пружине 46 сжатия отодвинуть ближний корпус 42 от дальнего корпуса 40 вверх по стволу скважины, как показано на фиг. 4(с). Последовательность перемещений дальнего корпуса 40, ближнего корпуса 42 и приводного элемента 44, представленная на фиг. 4(а)-(с), автоматически многократно повторяется под управлением контроллера 34 лебедки и контроллера 72 инструмента для пошагового продвижения трактора 4 вверх по стволу скважины, пока трактор 4 не достигнет заданного целевого положения на горизонтальном участке 16 ствола 10 скважины.

Альтернативный скважинный трактор 104 для использования с системой 2 скважинного инструмента фиг. 1 показан на фиг. 5(а) в процессе его продвижения вниз по стволу скважины, т.е. вправо на фиг. 5(а). Скважинный трактор 104 обладает многими особенностями, общими со скважинным трактором 4, раскрытым со ссылкой на фиг. 2-4(с), и, в принципе, детали скважинного трактора 104, аналогичные деталям скважинного трактора 4, обозначены теми же номерами позиций, но увеличенными на "100". В частности, скважинный трактор 104 содержит дальний корпус 140; как правило, трубчатый ближний корпус 142 и, как правило, стержневой приводной элемент 144, прикрепленный своим ближним концом 144b к тросовому канату 6. Дальний корпус 140 содержит дальнюю головную часть 141 и ближнюю трубчатую часть 143, которые вместе образуют заплечик 143а. Ближняя трубчатая часть 143 дальнего корпуса 140 входит в ближний корпус 142. Ближний корпус 142 заканчивается дальним концом 147, который расположен напротив заплечика 143а дальнего корпуса 140.

Указанный приводной элемент 144 проходит через ближний корпус 142 в ближнюю трубчатую часть 143 дальнего корпуса 140. Дальний конец 144а приводного элемента 144 входит в ближнюю трубчатую часть 143 дальнего корпуса 140. Упруго сжимаемый элемент в виде пружины 146 сжатия надет на трубчатую ближнюю часть 143 дальнего корпуса 140 и идет в осевом направлении от дальнего конца 147 ближнего корпуса 142 до заплечика 143а дальнего корпуса 40.

Дальний корпус 140, ближний корпус 142 и приводной элемент 144 механически связаны механизмом реечной передачи (не показан), идентичным соответствующему механизму скважинного трактора 4,

раскрытого со ссылкой на фиг. 2-4(с). Увеличение натяжения, приложенного к тросовому канату 6, заставляет дальний и ближний корпуса 140, 142 сближаться друг с другом, сжимая расположенную между ними пружину 146 сжатия, а уменьшение натяжения, приложенной к тросовому канату 6, позволяет дальнему и ближнему корпусам 140, 142 расходиться под действием пружины 146 сжатия, продвигая тем самым трактор 104 вниз или вверх по стволу скважины.

В отличие от скважинного трактора 4 с фиг. 2-4(с), скважинный трактор 104 содержит восемь дальних эксцентриковых роликов 154, установленных на четырех дальних колесных опорах 156, и восемь ближних эксцентриковых роликов 158, установленных на четырех ближних колесных опорах 160. Каждая дальняя колесная опора 156 может поворачиваться вокруг соответствующей оси 156а поворота под действием соответствующего вращающего соленоида 156b. Аналогично, каждая ближняя колесная опора 160 может поворачиваться вокруг соответствующей оси 160а поворота под действием соответствующего вращающего соленоида 160b.

Дальние и ближние эксцентриковые ролики 154, 158 выдвинуты до приведения во взаимодействие с внутренней поверхностью 62 ствола 10 скважины. Например, дальние и ближние колесные опоры 156, 160 могут содержать для этой цели надетые на них линейные пружины сжатия (не показаны). Дополнительно или альтернативно, дальние и ближние колесные опоры 156, 160 могут смещаться соответствующими пружинными шарнирами (не показаны), действующими на соответствующих осях 156а, 160а поворота опор, с целью смещения дальних и ближних эксцентриковых роликов 154, 158 до приведения во взаимодействие с внутренней поверхностью 62 ствола 10 скважины.

В процессе продвижения трактора 104 вниз по стволу скважины, соответствующего смещению вправо на фиг. 5(а), эксцентриковые ролики 154, 158 ориентируются так, чтобы они могли катиться по внутренней поверхности 62 ствола 10 скважины в направлении, соответствующем движению вниз трактора 104. Например, чтобы разрешить движение скважинного трактора 4 вниз по стволу скважины, т.е. вправо на фиг. 5(а), эксцентриковые ролики 154, 158 в верхней половине фиг. 5(а) ориентируются для вращения против часовой стрелки, а эксцентриковые ролики 154, 158 в нижней половине фиг. 5(а) ориентируются для вращения по часовой стрелке.

Когда скважинный трактор 104 должен быть извлечен из ствола 10 скважины, оператор через контроллер 34 лебедки посылает соответствующий электрический сигнал по тросовому канату 6 контроллеру инструмента (не показан), находящемуся в скважинном тракторе 104. Далее контроллер инструмента управляет вращающими соленоидами 156b и 160b, вызывая поворот колесных опор 156, 160 вокруг их соответственных поворотных осей 156а, 160а, как показано на фиг. 5(b), пока эксцентриковые ролики 154, 158 не войдут во взаимодействие с противоположными сторонами внутренней поверхности 62 ствола 10 скважины, как показано на фиг. 5(с). Эксцентриковые ролики 154, 158 теперь ориентированы так, чтобы они могли катиться по внутренней поверхности 62 ствола 10 скважины в направлении, соответствующем движению вверх по стволу скважинного трактора 104, т.е. эксцентриковые ролики 154, 158 в верхней половине фиг. 5(с) ориентируются для вращения по часовой стрелке, а эксцентриковые ролики 154, 158 в нижней половине фиг. 5(с) ориентируются для вращения против часовой стрелки.

Специалисту понятно, что могут быть выполнены различные модификации трактора 4 без отступления от объема настоящего изобретения. Вернемся, например, к фиг. 2; альтернативно или дополнительно к использованию вращающих соленоидов 80, 90 для поворота колесных опор 56, 60, могут использоваться перемещающие соленоиды для отвода колесных опор 56 радиально к дальнему корпусу 40 и для отвода колесных опор 60 радиально к ближнему корпусу 42. Когда желательно продвинуть трактор 4 вверх по стволу скважины, оператор через контроллер 34 лебедки посылает соответствующий электрический сигнал по тросовому канату 6 контроллеру 72 инструмента. Контроллер 72 инструмента управляет перемещающими соленоидами для радиального отвода колесных опор 56 и 60. В действительности, это отводит дальние и ближние эксцентриковые ролики 54, 58 от внутренней поверхности 62 ствола 10 скважины, позволяя тем самым лебедке 8 протягивать трактор 4 вверх по стволу скважины с помощью тросового каната 6 под управлением оператора.

Хотя датчик 74 относительного положения показан на фиг. 2 прикрепленным к приводному элементу 44, специалисту понятно, что датчик 74 относительного положения может содержать первую и вторую части, причем первая часть крепится к приводному элементу 44, а вторая часть - к дальнему корпусу 40 или ближнему корпусу 42. Датчик 74 относительного положения может быть выполнен с возможностью сообщения относительного положения первой и второй частей контроллеру 72 инструмента.

Вращающие соленоиды 80, 90 могут быть электрически соединены с контроллером 72 инструмента и с аккумулятором 76 через зубчатые колеса 48 и зубчатые рейки 50, 52. Для этой цели зубчатые колеса 48 и зубчатые рейки 50, 52 могут быть токопроводящими.

Вращающие соленоиды 80, 90 могут быть электрически соединены с контроллером 72 инструмента и с аккумулятором 76 через скользящие электрические контакты, например ползуны или щетки (не показаны), которые осуществляют соединения приводного элемента 44 с дальним корпусом 40 и с ближним корпусом 42.

Дальний и ближний корпуса 40, 42, каждый, могут содержать вспомогательный контроллер, выполненный с возможностью беспроводной связи с контроллером 72 инструмента. Каждый вспомога-

тельный контроллер может быть выполнен с возможностью беспроводного приема сигналов команд от контроллера 72 инструмента и для управления действием соответствующих вращающихся соленоидов 80, 90 в ответ на принятые сигналы команд. Для передачи энергии от аккумулятора 76 на каждый вспомогательный контроллер может использоваться индуктивная связь приводного элемента 44 с дальним корпусом 40 и с ближним корпусом 42. Дальний и ближний корпуса 40, 42, каждый, могут содержать локальный аккумулятор для питания соответствующих вращающихся соленоидов 80, 90. Каждый вспомогательный контроллер может беспроводным способом передавать информацию о состоянии аккумулятора от соответствующего локального аккумулятора контроллеру 72 инструмента.

Альтернативный инструмент для использования с системой 2 инструмента фиг. 1 показан на фиг. 6. Этот альтернативный инструмент имеет вид скважинного инструментального генератора, обозначенного в целом позицией 204; он выполнен с целью генерирования электроэнергии для привода скважинного режущего инструмента, обозначенного в целом поз. 294. Скважинный инструментальный генератор 204 содержит, как правило, трубчатый корпус 282 и приводной элемент 284, выполненный с возможностью возвратно-поступательного движения в корпусе 282 по оси 253 корпуса 282. Следует понимать, что, хотя скважинный инструментальный генератор 204 и скважинный режущий инструмент 294 показаны на фиг. 6 размещенными в корпусе 282, но скважинный режущий инструмент 294 может иметь свой корпус, отдельный от корпуса скважинного инструментального генератора 204. В обоих случаях скважинный инструментальный генератор 204 электрически соединен со скважинным режущим инструментом 294 кабелем или аналогичным проводником (не показано) для обеспечения электропитания инструмента. Когда скважинный режущий инструмент 294 размещен отдельно от скважинного инструментального генератора 204, они могут быть связаны также и механически.

Ближний конец 284а приводного элемента 284 прикреплен к тросовому канату 6. Приводной элемент 284 содержит вал, обозначенный в целом позицией 280, который идет от ближнего конца 284а приводного элемента 284 к головной части 281 приводного элемента 284, расположенной на дальнем конце 284b приводного элемента 284. Вал 280 и головная часть 281 приводного элемента 284 вместе образуют заплечик 283. Упругий элемент в виде пружины 286 сжатия идет вокруг вала 280 приводного элемента 284 в осевом направлении от заплечика 283 приводного элемента 284 до заплечика 287 корпуса 282.

Одна или более зубчатых реек 290 расположены на наружной поверхности вала 280 приводного элемента 284. Корпус 282 содержит несколько зубчатых колес 292, идущих от его внутренней поверхности. Зубчатые колеса 292 входят во взаимодействие с одной или несколькими зубчатыми рейками 290 так, что возвратно-поступательное движение приводного элемента 284 в корпусе 282 приводит к вращению зубчатых колес 292. Зубчатые колеса 292 механически связаны с одним или несколькими электрическими генераторами (не показаны). Эти один или более электрических генераторов (не показаны) соединены кабелем или аналогичным проводником (не показан) со скважинным режущим инструментом 294 для снабжения его энергией. Дополнительно или альтернативно, один или более электрических генераторов (не показаны) могут быть соединены кабелем или аналогичным проводником (не показано) с устройством накопления электроэнергии, например аккумулятором (не показан), для накопления электроэнергии. Электрический аккумулятор может по мере потребности обеспечивать электроэнергией скважинный режущий инструмент 294.

Указанный корпус 282 содержит несколько захватных элементов 260, соответствующее количество клиньев 262 и соответствующее количество исполнительных механизмов 264. Каждый исполнительный механизм 264 может управляться для перемещения соответствующего клина 262 в осевом направлении и, тем самым, выдвижения захватных элементов 260 радиально наружу до взаимодействия с поверхностью 62 ствола 10 скважины в целях предотвращения осевого перемещения корпуса 282 относительно поверхности 62.

Как и скважинный трактор 4, скважинный инструментальный генератор 204 содержит датчик 271 натяжения тросового каната, контроллер 272 инструмента, датчик 274 относительного положения и аккумуляторную батарею 276. Аккумуляторная батарея 276 электрически соединена с датчиком 271 натяжения тросового каната, контроллером 272 инструмента и датчиком 274 относительного положения для обеспечения их электропитания. Кроме того, аккумуляторная батарея 276 может быть электрически соединена с каждым из исполнительных механизмов 264 для обеспечения их электропитания.

Скважинный режущий инструмент 294 содержит электродвигатель 295, выполненный с возможностью вращения вала 296, и режущее лезвие 298, которое установлено на валу 296 с возможностью втягивания. Скважинный режущий инструмент 294 содержит исполнительный механизм 297, размещенный внутри вала 296 для того, чтобы радиально выдвигать режущее лезвие 298 до приведения во взаимодействие с внутренней поверхностью 62 ствола 10 скважины. Внутренняя поверхность 62 ствола 10 скважины может, например, включать подлежащую обработке резанием скважинным режущим инструментом 294 внутреннюю цилиндрическую поверхность ствола скважины.

При эксплуатации скважинный инструментальный генератор 204 спускают в ствол 10 скважины на тросовом канате 6. Когда скважинный инструментальный генератор 204 достигнет требуемого положения в стволе 10 скважины, контроллер 34 лебедки связывается с инструментальным контроллером 272, который управляет исполнительными механизмами 264 для выдвижения захватных элементов 260 до

взаимодействия с поверхностью 62. Аналогично, контроллер 34 лебедки связывается с инструментальным контроллером 272, который управляет исполнительным механизмом 297 скважинного режущего инструмента 294, чтобы выдвинуть режущее лезвие 298 до взаимодействия с поверхностью 62.

Контроллер 34 лебедки управляет лебедкой 8 для приложения силы натяжения к тросовому канату 6, вызывая тем самым перемещение приводного элемента 284 вверх (влево на фиг. 6) в корпусе 282, для вращения зубчатых колес 292 в первом направлении и сжатия пружины 286 сжатия. Вращение зубчатых колес 292 в первом направлении приводит один или более электрических генераторов (не показаны) для генерирования электроэнергии. Затем контроллер 34 лебедки управляет лебедкой 8 для стравливания тросового каната 6, позволяя пружине 286 сжатия разжиматься, что вызывает перемещение приводного элемента 284 вниз по стволу (вправо на фиг. 6) под действием пружины 286 сжатия в корпусе 282 и вызывает вращение зубчатых колес 292 во втором направлении, противоположном первому направлению. Вращение зубчатых колес 292 во втором направлении приводит один или более электрических генераторов (не показаны) для генерирования электроэнергии. Когда приводной элемент 284 достигает конца своего хода, на что указывает датчик 274 относительного положения, контроллер 272 инструмента сообщает эту информацию контроллеру 34 лебедки по тросовому канату 6. В ответ на получение этой информации контроллер 34 лебедки управляет лебедкой 8 для нового приложения силы натяжения к тросовому канату 6. Таким образом, приводной элемент 284 под действием контроллера 34 лебедки может повторно совершать возвратно-поступательные перемещения с целью генерирования электроэнергии для привода двигателя 295 скважинного режущего инструмента 294.

Специалисту понятно, что могут быть выполнены различные модификации скважинного инструментального генератора 204 без отступления от объема настоящего изобретения. Например, скважинный инструментальный генератор 204 может содержать механический преобразователь, например механический преобразователь, типа трапецеидального ходового винта, для преобразования возвратно-поступательного движения приводного элемента 284 относительно корпуса 282 во вращательное движение вращательного элемента. Скважинный инструментальный генератор 204 может быть выполнен с возможностью преобразования механической энергии, полученной от лебедки 8 через тросовый канат 6, в гидравлическую энергию. Для этой цели скважинный инструментальный генератор 204 может содержать гидравлический насос, например роторный насос или линейный возвратно-поступательный насос. Гидравлический насос может приводиться возвратно-поступательным движением приводного элемента 284 относительно корпуса 282. Скважинный инструментальный генератор 204 может быть выполнен с возможностью того, чтобы повторно преобразовывать гидравлическую энергию обратно в механическую энергию. Скважинный инструментальный генератор 204 может содержать гидравлический двигатель или гидравлический исполнительный механизм. Скважинный инструментальный генератор 204 может быть выполнен с возможностью накопления гидравлической энергии. Скважинный инструментальный генератор 204 может содержать гидравлический аккумулятор.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для выполнения работ в удлиненном пространстве, содержащая:
инструмент, выполненный с возможностью размещения в удлиненном пространстве;
изолированный тросовый канат, соединенный с указанным инструментом;
лебедку для выбирания и/или стравливания тросового каната; и
контроллер лебедки, выполненный с возможностью приема информации, передаваемой электрическими сигналами от инструмента по тросовому канату, и с возможностью управления лебедкой согласно принятой информации,

при этом указанный инструмент содержит корпус и приводной элемент, причем корпус снабжен средствами, обеспечивающими возможность избирательного вхождения корпуса в контакт с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство, захватывания этой поверхности или закрепления на ней, а приводной элемент соединен с указанным тросовым канатом и выполнен с возможностью совершения возвратно-поступательного движения относительно корпуса в зависимости от возвратно-поступательного движения тросового каната,

при этом указанный инструмент снабжен средствами аккумулирования энергии, полученной в результате возвратно-поступательного движения приводного элемента относительно корпуса,

причем данная энергия включает в себя по меньшей мере один вид энергии из следующей группы: механическая энергия, гидравлическая энергия, электроэнергия.

2. Система по п.1, в которой контроллер лебедки выполнен с возможностью управления по меньшей мере одним из: направления вращения, скорости и крутящего момента лебедки согласно информации, получаемой контроллером лебедки.

3. Система по п.1 или 2, в которой удлиненное пространство ограничено стволом скважины или находится в стволе скважины.

4. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой инструмент предназначен для выполнения работы на поверхности, ограничивающей удлиненное пространство или с возможностью буре-

ния, резания или иного съема материала с поверхности, ограничивающей удлиненное пространство.

5. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой инструмент выполнен с возможностью управления расходом текучей среды в удлиненном пространстве, причем инструмент выполнен с возможностью ограничения или увеличения расхода текучей среды в удлиненном пространстве, при этом инструмент выполнен с возможностью перекачки текучей среды в удлиненном пространстве и при этом инструмент выполнен с возможностью создания препятствий, закупорки или уплотнения в удлиненном пространстве.

6. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой инструмент выполнен с возможностью активирования дополнительного инструмента или перемещения объекта в удлиненном пространстве, причем инструмент выполнен с возможностью перемещения в удлиненном пространстве, при этом инструмент выполнен с возможностью продвижения дополнительного инструмента в удлиненном пространстве, причем инструмент выполнен с возможностью проталкивать и/или протягивать дополнительный инструмент по удлиненному пространству, при этом инструмент содержит трактор, выполненный с возможностью продвижения в удлиненном пространстве в соответствии с изменениями натяжения, прилагаемого к тросовому канату лебедкой.

7. Система по п.1, в которой инструмент содержит вращательный элемент и выполнен с возможностью преобразования возвратно-поступательного движения тросового каната во вращательное движение вращательного элемента.

8. Система по любому из пп.1-7, в которой инструмент выполнен с возможностью преобразования сохраненной электрической или гидравлической энергии обратно в механическую энергию.

9. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой инструмент выполнен с возможностью накопления энергии.

10. Система по п.9, в которой устройство накопления энергии содержит устройство накопления электроэнергии или устройство накопления энергии содержит аккумуляторную батарею.

11. Система по п.9 или 10, в которой устройство накопления энергии содержит устройство накопления гидравлической энергии.

12. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой инструмент содержит один или более инструментальных датчиков для измерения по меньшей мере одного из следующего: параметра, связанного с инструментом; параметра, связанного с тросовым канатом и замеряемого непосредственно рядом с инструментом или вблизи от него; и параметра, связанного с удлиненным пространством.

13. Система по п.12, в которой один или более инструментальных датчиков содержат по меньшей мере одно из следующего: линейный дифференциальный датчик; датчик линейных перемещений и вращающийся датчик.

14. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой инструмент содержит контроллер инструмента, выполненный с возможностью приема информации от устройства накопления электроэнергии инструмента и/или от одного или нескольких инструментальных датчиков, для обработки полученной информации и электрической передачи обработанной информации контроллеру лебедки.

15. Система по п.14, в которой контроллер инструмента выполнен с возможностью приема информации, передаваемой электрическими сигналами от контроллера лебедки по тросовому канату, и переконfigurирования инструмента согласно принятой информации.

16. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой инструмент содержит первый корпус и второй корпус, причем первый и второй корпуса выполнены с возможностью возвратно-поступательного движения относительно друг друга.

17. Система по п.16, в которой инструмент содержит упруго сжимаемый элемент, действующий между первым и вторым корпусами, и приводной элемент, соединенный с тросовым канатом, причем первый и второй корпуса и приводной элемент механически или гидравлически связаны так, чтобы увеличение растягивающей силы, приложенной к тросовому канату, заставляло первый и второй корпуса сближаться друг с другом, сжимая упруго сжимаемый элемент между ними, а уменьшение растягивающей силы, приложенной к тросовому канату, позволяло первому и второму корпусам расходиться под действием указанного упруго сжимаемого элемента.

18. Система по п.17, в которой инструмент содержит упруго растяжимый элемент, действующий между первым и вторым корпусами, и приводной элемент, соединенный с тросовым канатом, причем первый и второй корпуса и приводной элемент механически или гидравлически связаны так, что увеличение растягивающей силы, приложенной к тросовому канату, заставляет первый и второй корпуса расходиться, растягивая упруго растяжимый элемент между ними, а уменьшение растягивающей силы, приложенной к тросовому канату, позволяет первому и второму корпусам сходиться под действием указанного упруго растяжимого элемента.

19. Система по п.17 или 18, в которой первый и второй корпуса и приводной элемент связаны механически или гидравлически.

20. Система по п.17 или 18, содержащая механизм реечной передачи, причем первый и второй корпуса и приводной элемент механически связаны этим механизмом реечной передачи.

21. Система по любому из пп.19-20, в которой инструмент содержит датчик положения для измере-

ния относительных положений по меньшей мере двух элементов из следующих: первый и второй корпуса и приводной элемент.

22. Система по любому из пп.17-21, в которой первый корпус содержит первое устройство для взаимодействия с поверхностью, предназначенное для взаимодействия с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство, а второй корпус содержит второе устройство для взаимодействия с поверхностью, предназначенное для взаимодействия с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

23. Система по п.22, в которой первое и второе устройства для взаимодействия с поверхностью смещены во взаимодействие с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

24. Система по п.22 или 23, в которой инструмент выполнен с возможностью избирательно выводить первое и второе устройства для взаимодействия с поверхностью из взаимодействия с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство.

25. Система по любому из пп.22-24, в которой

первое устройство для взаимодействия с поверхностью выполнено с возможностью избирательно разрешать движение первого корпуса относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, в разрешенном направлении и избирательно предотвращать движение первого корпуса относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, в направлении, противоположном разрешенному направлению, а

причем второе устройство для взаимодействия с поверхностью выполнено с возможностью избирательно разрешать движение второго корпуса относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, в разрешенном направлении и избирательно предотвращать движение второго корпуса относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, в направлении, противоположном разрешенному направлению.

26. Система по п.25, в которой

первое устройство для взаимодействия с поверхностью выполнено с возможностью его избирательного переконфигурирования, чтобы изменить на обратное разрешенное направление, по которому имеется возможность перемещения первого корпуса относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, а

причем второе устройство для взаимодействия с поверхностью выполнено с возможностью его избирательного переконфигурирования, чтобы изменить на обратное разрешенное направление, по которому имеется возможность перемещения второго корпуса относительно поверхности, ограничивающей удлиненное пространство.

27. Система по п.25 или 26, в которой

первое устройство для взаимодействия с поверхностью выполнено с возможностью его избирательного вращения в первом направлении вращения относительно первого корпуса, чтобы обеспечивать возможность качения первого устройства для взаимодействия с поверхностью по поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, в разрешенном направлении, а второе устройство для взаимодействия с поверхностью выполнено с возможностью его избирательного вращения в первом направлении вращения относительно второго корпуса, чтобы обеспечивать возможность качения второго устройства для взаимодействия с поверхностью по поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, в разрешенном направлении,

причем первое устройство для взаимодействия с поверхностью выполнено с возможностью избирательного запрета вращения во втором, противоположном первому, направлении вращения относительно первого корпуса, предотвращая тем самым качение первого устройства для взаимодействия с поверхностью по поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, в направлении, противоположном разрешенному направлению, а второе устройство для взаимодействия с поверхностью выполнено с возможностью избирательного запрета вращения во втором направлении вращения относительно второго корпуса, предотвращая тем самым качение второго устройства для взаимодействия с поверхностью по поверхности, ограничивающей удлиненное пространство, в направлении, противоположном разрешенному направлению.

28. Система по п.27, в которой первое и второе устройства для взаимодействия с поверхностью содержат эксцентриковые ролики.

29. Система по п.27 или 28, в которой инструмент выполнен с возможностью изменять на обратное разрешенное направление, по которому имеется возможность качения первого и второго устройств для взаимодействия с поверхностью по поверхности, ограничивающей удлиненное пространство.

30. Система по любому из предшествующих пунктов, содержащая лебедочный датчик натяжения для измерения натяжения тросового каната непосредственно рядом с лебедкой или вблизи от нее, причем контроллер лебедки выполнен с возможностью приема информации от лебедочного датчика натяжения и для управления лебедкой в соответствии с информацией, полученной от лебедочного датчика натяжения.

31. Система по любому из предшествующих пунктов, содержащая токопроводящий чувствительный элемент, расположенный достаточно близко от тросового каната, чтобы облегчить связь между токопроводящей жилой тросового каната и чувствительным элементом, осуществляемую посредством ограниченного электрического поля и/или ограниченного магнитного поля сигнала напряжения, причем

чувствительный элемент электрически соединен с контроллером лебедки.

32. Способ эксплуатации системы по п.1, содержащий:

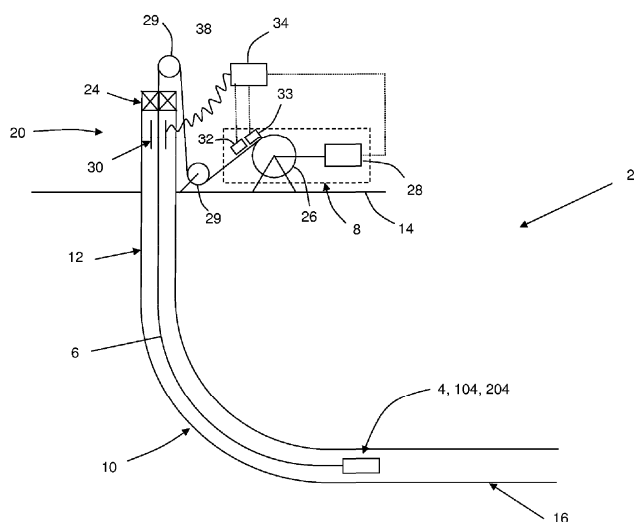
размещение инструмента в удлиненном пространстве;

введение корпуса инструмента избирательно в состояние контакта с поверхностью, ограничивающей удлиненное пространство, состояние захватывания этой поверхности или закрепления на ней;

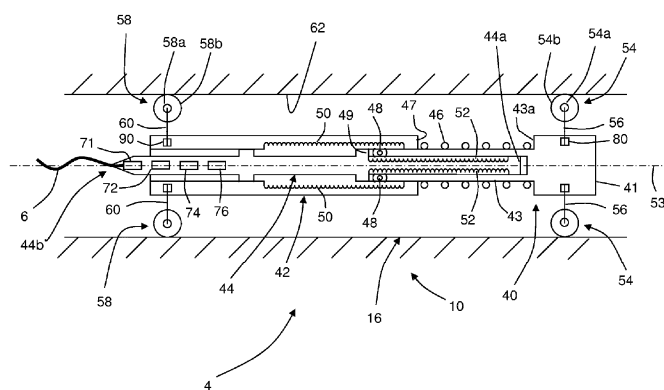
управление лебедкой для выбирания и/или стравливания тросового каната согласно информации, передаваемой электрическими сигналами от инструмента по тросовому канату с тем, чтобы обеспечивать возвратно-поступательное перемещение тросового каната и тем самым возвратно-поступательно перемещать приводной элемент инструмента относительно корпуса инструмента; и

аккумулирование в инструменте энергии, полученной в результате возвратно-поступательного перемещения приводного элемента относительно корпуса,

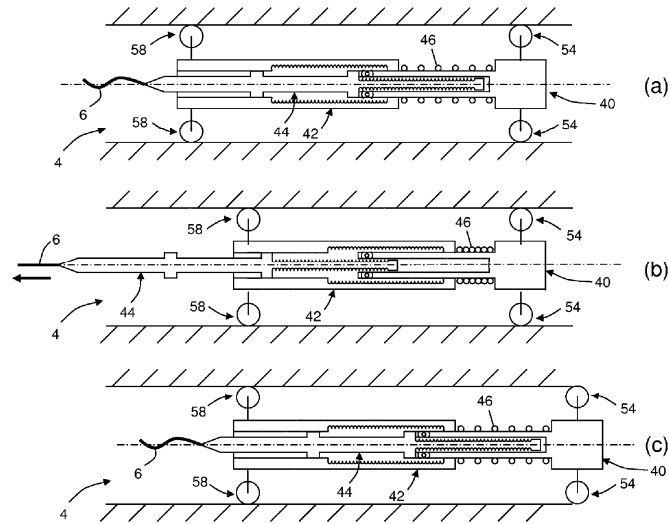
причем данная энергия включает в себя по меньшей мере один вид энергии из следующей группы: механическая энергия, гидравлическая энергия, электроэнергия.



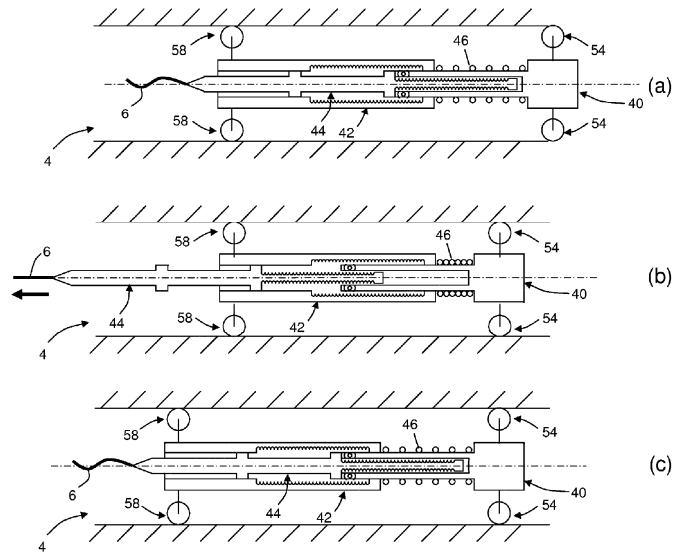
Фиг. 1



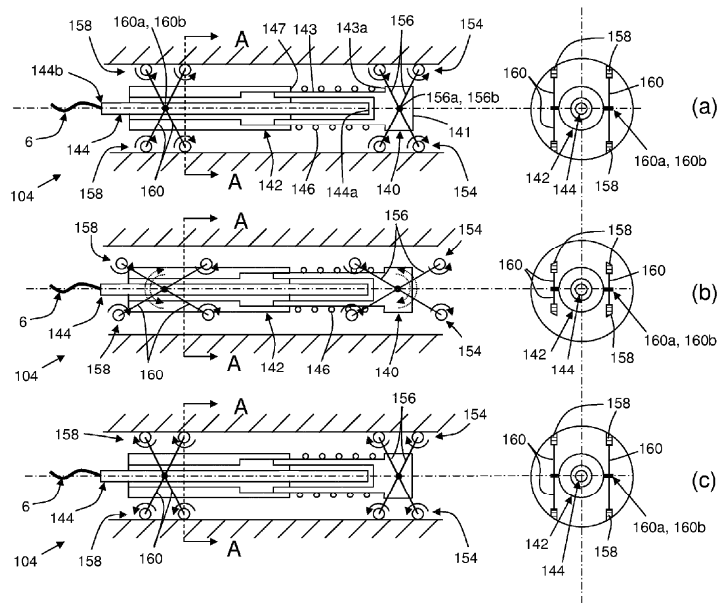
Фиг. 2



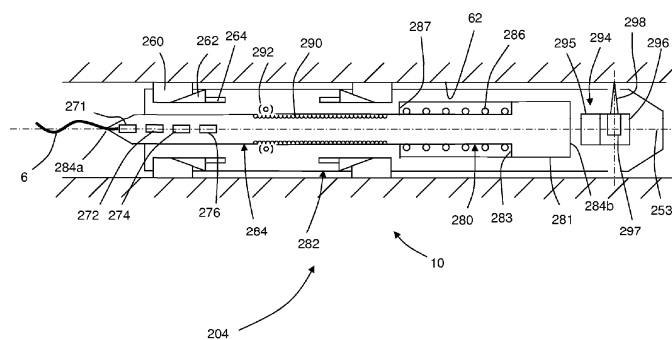
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2