

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039871**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.22

(51) Int. Cl. *E21B 19/14* (2006.01)

(21) Номер заявки
201990691

(22) Дата подачи заявки
2018.03.10

(54) СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ, ЦИФРОВОЙ НОСИТЕЛЬ ДАННЫХ, МАНИПУЛЯТОР, БУРОВАЯ УСТАНОВКА

(31) 10 2017 204 352.0

(56) US-B2-7246983
US-A1-2013206476
US-A1-2007017681
US-A1-2007193750
WO-A1-2016075478

(32) 2017.03.15

(33) DE

(43) 2019.07.31

(86) PCT/EP2018/055988

(87) WO 2018/166927 2018.09.20

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**БЕНТЕК ГМБХ ДРИЛЛИНГ УНД
ОЙЛФИЛД СИСТЕМЗ (DE)**

(72) Изобретатель:
**Лёдден Аренд (DE), Рус Густаф
Мартин (CA)**

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(57) Манипулятор для использования на мачте буровой установки и для перемещения бурильных труб или элементов буровых колонн, порядок работы такого манипулятора и буровой установки с таким манипулятором. Изобретение представляет собой манипулятор (20) для использования в мачте (10) буровой установки и для перемещения бурильных труб (12) или элементов буровой колонны (14), а также способ его эксплуатации, в котором манипулятор (20) включает основание (52), перемещаемое вертикально по мачте (10), при этом манипулятор (20) содержит рычаг (54), вращающийся вокруг поворотной оси (R1), при этом поворотная ось вращения (R1) находится параллельно или почти параллельно мачте (10) или траектории перемещения манипулятора (20) в мачте (10) или на ней, при этом рычаг (54) может вращаться хотя бы вокруг одной оси вращения (R2), при этом ось вращения (R2) находится в плоскости, перпендикулярной или почти перпендикулярной мачте (10) или траектории движения манипулятора (20) в мачте (10) или на ней, при этом манипулятор (20) на свободном конце рычага (54) содержит подвижный инструмент (64) для захвата сегмента конца бурильной трубы (12).

039871
B1

039871
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Манипулятор для использования на мачте буровой установки и для перемещения бурильных труб или элементов буровых колонн, порядок работы такого манипулятора и буровой установки с таким манипулятором.

Изобретение относится к манипулятору, предназначенному для использования на мачте буровой установки, а также для перемещения бурильных труб или элементов буровых колонн. Изобретение также относится к буровой установке с таким манипулятором, порядку работы такого манипулятора и способу работы буровой установки с таким манипулятором. Наконец, изобретение также относится к буровой установке с таким манипулятором.

Уровень техники

В патенте US 7246983 В представлен типовой манипулятор для мачты буровой установки, в которой посредством подъемного механизма ножниц захват может поворачиваться между серединой бурового отверстия и положением выше для установки элементов буровых колонн, так называемой площадкой верхнего рабочего. Из-за поворота вокруг вертикальной оси имеются различные высоты свободного конца механизма подъема ножниц, так что захват может перемещаться в вертикальном направлении для компенсации этих различий по высоте с помощью предусмотренного устройства. Для достижения разных положений в пределах площадки верхнего рабочего необходимо дополнительное осевое позиционирование захвата, а именно в горизонтальном направлении. Для этого устройство US 7246983 В на свободном конце механизма подъема ножниц содержит устройство, перемещаемое вдоль свободного конца механизма подъема ножниц, в виде крановой тележки, которая осуществляет вертикальное перемещение блока захвата.

Такой вариант исполнения манипулятора, предназначенного для использования на мачте буровой установки, является сравнительно сложным, а также характеризуется ограничениями диапазона перемещения.

Соответственно, целью изобретения является создание иного варианта исполнения манипулятора, предназначенного для использования на мачте буровой установки и для перемещения элементов буровых колонн, в частности такого манипулятора, который позволит избежать, по меньшей мере, некоторых недостатков манипулятора, известных на данном уровне развития техники. Другой целью изобретения является создание простого и эффективного способа работы манипулятора предлагаемого здесь типа.

Эта цель достигается с помощью устройства с характеристиками из п.1, предусмотренного для использования в мачте буровой установки и предназначенного для перемещения бурильных труб или элементов буровых колонн, в дальнейшем называемого манипулятором. Для этой цели в таком манипуляторе предусмотрено следующее. Манипулятор перемещается вертикально в мачте или на ней и содержит подвижный рычаг, на свободном конце рычага установлен инструмент для фиксации части элемента бурильной трубы, например инструмент в форме так называемого элеватора или инструмент в виде захвата. Рычаг прикреплен к блоку манипулятора, далее обозначаемому как основа. По причине подвижности манипулятора, с одной стороны, вертикально в мачте или на ней, а с другой стороны, благодаря подвижности рычага манипулятор имеет как минимум три степени свободы. К первой степени свободы относится вертикальная подвижность всего манипулятора в мачте или на ней. Вторая степень свободы - вращательная подвижность рычага манипулятора относительно его основания. Третьей степенью свободы является свобода поворотного движения рычага относительно основания. Таким образом, манипулятор содержит основание, которое вертикально перемещается в мачте или на ней, и рычаг, который перемещается на основании вокруг оси вращения и может поворачиваться вокруг поворотной оси. Ось вращения находится в плоскости, параллельной или почти параллельной мачте или траектории манипулятора в мачте или на ней. Поворотная ось находится в плоскости, перпендикулярной или почти перпендикулярной мачте или траектории манипулятора в мачте или на ней.

Благодаря сравнительно простой кинематике манипулятор характеризуется чрезвычайно гибкими возможностями перемещения. Принимая в качестве оси z декартовой системы координат ось, направленную от центра отверстия к верхушке мачты, рычаг инструмента может перемещаться практически в любое положение x и y . За счет подвижности в вертикальном направлении манипулятор может также перемещаться в различные положения на оси z . Таким образом, с помощью простой кинематики, предлагаемой здесь, манипулятор также может достигать своего инструмента практически в любой пространственной точке декартовой системы координат, при этом ограничения в направлении оси z из-за степени вертикальной подвижности в мачте или на ней и ограничения в направлении x , y , по существу, обусловлены только эффективной длиной рычага.

С помощью манипулятора (благодаря вертикальной подвижности), с одной стороны, бурильная труба или элемент буровой колонны в горизонтальной или практически горизонтальной ориентации на уровне буровой площадки направлен в вертикальной ориентации и поднимается в вертикальной ориентации на уровень площадки верхнего рабочего. С другой стороны, с помощью аналогичного манипулятора (по причине подвижности инструмента в направлениях x и y) бурильная труба или элемент буровой колонны перемещается в вертикальной или практически вертикальной ориентации из положения площадки верхнего рабочего в положение в области ствола скважины, а именно в положение, называемое

центром ствола скважины, и наоборот. Кроме того, посредством аналогичного манипулятора бурильная труба или элемент буровой колонны вертикально перемещается в положение над так называемым шурфом для наращивания, от шурфа для наращивания в положение над буровой скважиной, а именно в положение середины ствола скважины, или от шурфа для наращивания в положение в области площадки верхового рабочего. Одна и та же машина, а именно машина, упомянутая здесь и далее в качестве манипулятора, таким образом выполняет ряд функций, для которых до сих пор были предусмотрены отдельные машины, а именно в отношении движения от площадки верхового рабочего или к ней либо к середине ствола скважины и от нее, также машина выполняет функцию закрепленного под площадкой верхового рабочего манипулятора для работы с трубами, функцию выравнивания буровой трубы или элемента буровой колонны в вертикальном направлении, функцию элеватора верхнего привода. Особенность конкретного манипулятора заключается в том, что описанные операции обработки могут выполняться параллельно с текущей операцией бурения и что прерывать операцию бурения для заполнения площадки верхового рабочего элементами буровых колонн не требуется. Кроме того, можно не прерывать операцию бурения для объединения нескольких бурильных труб с целью образования элемента буровой колонны, упомянутого в технической терминологии как двойной (двухтрубная буровая свеча) или тройной или стандартный (трехтрубная буровая свеча) элемент буровых колонн. Описанные операции манипуляции не только выполняются параллельно текущей операции бурения, но и пространственно параллельны диапазону перемещения верхнего привода или аналогичного устройства, предусмотренному в мачте для вращения буровой трубы в скважине, поскольку вертикальный диапазон перемещения такого верхнего привода или аналогичного устройства в мачте и вертикальный диапазон перемещения конкретного манипулятора в мачте или на ней находятся параллельно или почти параллельно, но в разнесенных друг от друга плоскостях. Вертикальный диапазон перемещения верхнего привода или аналогичного устройства находится выше середины ствола скважины и вдоль центральной линии ствола скважины, обозначаемой в специализированной терминологии как осевая линия ствола скважины. Вертикальный диапазон перемещения конкретного манипулятора находится вдоль воображаемой линии, параллельной или почти параллельной осевой линии ствола скважины, но на расстоянии от осевой линии ствола скважины.

Из US 2016312548 A известно устройство в виде крановой тележки, которое перемещается в мачте буровой установки в вертикальном направлении. На устройстве закреплен механизм верхнего привода, который может перемещаться обычным способом. Таким образом, устройство занимает место подъемной лебедки, предусмотренной вместо элеватора верхнего привода.

Из WO 2014179727 A1 известен манипулятор (Stand Builder), который перемещается в вертикальном направлении вдоль направляющей и имеет инструмент, который вращается в плоскости, перпендикулярной направляющей. Таким образом, с помощью манипулятора принимается бурильная труба, которая находится практически горизонтально буровой площадке, и устанавливается с помощью перемещения вверх вдоль направляющей. При монтаже изменяется наклон бурильной трубы, а исходя из начального горизонтального положения бурильная труба все больше переходит в вертикальное положение. Вращаемость инструмента позволяет ему контролировать наклон бурильной трубы и удерживать ее во время монтажа. Бурильную трубу, размещенную с помощью манипулятора, впоследствии можно установить в так называемый шурф для наращивания ("мышинная норма"). Затем манипулятор снова может свободно принимать и устанавливать другую бурильную трубу. В вертикальной конфигурации эту бурильную трубу можно соединить с бурильной трубой, расположенной в шурфе для наращивания. Такая комбинация двух бурильных труб представляет собой элемент буровой колонны, который в технической терминологии обозначается как двойной. Элемент буровой колонны (двойной) можно извлечь из шурфа для наращивания с помощью манипулятора и полностью соединить с бурильной трубой, предварительно установленной во втором шурфе для наращивания, с помощью манипулятора. Такая комбинация трех бурильных труб представляет собой элемент буровой колонны, который в технической терминологии обозначается как тройной или свеча. Таким образом, манипулятор WO 2014179727 A1 функционирует как устройство для объединения буровых труб в двойные или тройные свечи (Stand Builder).

Из US 7967540 также известен манипулятор для объединения бурильных труб. Его вертикальная подвижность в мачте обеспечивается посредством кабельной системы и включает в себя поворотную манжету, с помощью которой обеспечивается контакт резьбовой части бурильной трубы. Горизонтальная входящая бурильная труба захватывается манжетой и устанавливается за счет подъема в мачту с помощью манипулятора. В установленном положении бурильная труба может быть переведена в технической терминологии как талевый блок, так называемая подвижная обойма (зажим) некоторого блока полиспаста, предусмотренного для вертикального перемещения буровой трубы. Бурильная труба также удерживается там с помощью манжеты, как и на манипуляторе. После этого можно установить вторую бурильную трубу с помощью манипулятора и поднять ранее переданную на талевый блок бурильную трубу к верхнему концу бурильной трубы, которая была установлена с помощью манипулятора. Теперь первые две бурильные трубы могут быть соединены друг с другом (двойные), после чего их можно поднять в соединенном состоянии на мачту с помощью талевого блока. Впоследствии они соединяются с третьей бурильной трубой, поднятой манипулятором. Манипулятор выравнивает отдельные бурильные трубы. Чтобы объединить бурильные трубы для получения двойной или стандартной свечи, необходима лебедка

с движущимся по ней талевым блоком, предназначенная для подъема и опускания всей бурильной колонны. Поскольку при объединении сдвоенных бурильных труб или свечей бурильных труб лебедка недоступна для фактического бурения и удержания бурильной колонны в скважине, невозможно говорить об автономном свинчивании свечей.

Из US 6997265 известен способ и устройство для автономного свинчивания свечей (объединение бурильных труб в сдвоенные комбинации или в свечи, в то время как параллельно продолжается операция бурения). Здесь, помимо буровой мачты, требуется другая мачта, на которой вертикально перемещаются два манипулятора. С помощью каждого манипулятора может быть установлена бурильная труба. За счет вращения мачты с манипулятором можно выставить выровненную бурильную трубу в положение над шурфом для наращивания и установить в нем за счет опускания манипулятора. Далее бурильные трубы, установленные с помощью манипулятора, можно соединить с бурильной трубой в шурфе для наращивания для получения двухтрубной свечи или свечи бурильных труб. Элемент буровой колонны в виде свечи извлекают из шурфа для наращивания с помощью манипулятора и передают путем поворота мачты на трубоукладчик на буровой мачте, который либо устанавливает элемент буровой колонны на площадку верхнего рабочего, либо передает его в ствол скважины для объединения с буровой колонной.

Что касается описанного далее способа работы манипулятора, выше обозначенная задача решается с помощью способа, имеющего характеристики независимой формулы изобретения, относящейся к способу, приведенному в п.1. При таком способе работы предусмотрено, что манипулятор для перемещения бурильных труб или элементов буровых колонн в вертикальном направлении перемещается в мачте или на ней и/или рычаг манипулятора поворачивается вокруг оси вращения и/или поворачивается вокруг поворотной оси. Практичные усовершенствования этого метода являются предметом зависимых дополнительных пунктов формулы изобретения.

Раскрытие изобретения

В целях дальнейшего описания во избежание ненужных повторений характеристики и подробная информация, которые описаны в связи с упомянутым ниже способом и с дополнительными, иногда необязательными, деталями, освещают способ работы с манипулятором и любыми возможными вариантами оснащения; конечно, они также связаны с манипулятором, установленным для осуществления способа работы, и применяются в отношении к нему, и наоборот, так что этот способ работы также может быть разработан с помощью отдельных или нескольких признаков процесса, которые связаны с выполнением шагами способа работы самим манипулятором или с помощью этого манипулятора; соответственно, манипулятор может быть усовершенствован с помощью варианта исполнения в рамках шагов, выполняемых в пределах способа работы. Соответственно, характеристики и подробные сведения, описанные в связи с указанным способом для работы манипулятора и возможными вариантами оснащения, применимы, естественно, и в отношении манипулятора, утвержденного для выполнения способа работы (и наоборот), таким образом, что в отношении раскрытия отдельных аспектов изобретения они всегда связаны друг с другом или могут быть связаны друг с другом.

Преимущество изобретения заключается в первую очередь в простой, но мощной кинематике манипулятора. Манипулятор перемещается с тремя степенями свободы, а именно: поступательно вдоль мачты и вращательно с одной стороны вокруг оси вращения, а с другой - вокруг поворотной оси. Таким образом, инструмент, закрепленный на конце рычага манипулятора, может достигать любой точки в любом предполагаемом цилиндре, вертикальная ось которого параллельна вертикальной оси буровой установки, а радиус определяется эффективной длиной рычага манипулятора.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения указаны в дополнительных пунктах формулы изобретения. Применяемые при этом взаимосвязи дополнительных пунктов формулы изобретения указывают на дальнейшее развитие предмета заявленных пунктов по признакам соответствующего зависимого пункта. Они не должны толковаться как отказ от обеспечения независимой объективной защиты признаков или сочетаний признаков зависимого пункта. Кроме того, что касается интерпретации пунктов изобретения и описания при более подробной конкретизации признака в зависимой формуле изобретения, следует понимать, что подобное ограничение не существует в соответствующих предыдущих пунктах формулы изобретения и более общем варианте исполнения способа работы или объективного манипулятора. Поэтому любая ссылка в описании к аспектам зависимых пунктов формулы должна читаться даже без специального указания исключительно как описание дополнительных признаков. Наконец, следует отметить, что указанный здесь способ работы также может быть разработан в соответствии с зависимыми пунктами формулы изобретения на устройство и наоборот.

Исходя из этого, следует отметить, что пункты патентной формулы, поданные с заявкой, представляют собой предложения по формулировке с сохранением права дальнейшей охраны патента. Поскольку признаки зависимых пунктов формулы изобретения в отношении уровня развития техники после начала срока приоритета могут представлять собой отдельные независимые изобретения, заявитель оставляет за собой право на патентное заявление отдельной формулы изобретения или части формулы относительно данных и иных комбинаций признаков, раскрытых до сих пор только в описаниях и/или чертежах. В них также могут содержаться самостоятельные изобретения, содержащие объекты, исполнение которых не зависит от предыдущих пунктов формулы изобретения.

В одном варианте исполнения манипулятора его основание находится в мачте или на ней подвижно между положением, в котором инструмент может зацеплять бурильную трубу или буровую колонну, подаваемые в горизонтальной или почти горизонтальной плоскости, с рабочей площадки буровой установки, и положением, в котором комбинированные бурильные трубы можно устанавливать с помощью инструмента на площадку верхового рабочего буровой установки. Предлагаемый здесь манипулятор отличается от машины, которая в специализированной терминологии иногда называется как Iron Derrickman и устанавливается под площадкой верхового рабочего, за счет возможности перемещения в вертикальном направлении. Только благодаря особой возможности движения в вертикальном направлении, в частности возможности перемещения вниз к буровой площадке, с помощью одной и той же машины, а именно предлагаемым здесь манипулятором, возможен подъем подаваемых с буровой площадки бурильных труб и установка элементов буровых колонн, составленных из нескольких бурильных труб, на площадке верхового рабочего.

В особом варианте исполнения манипулятора он может перемещаться в вертикальном направлении вдоль мачты по оси, которая находится на расстоянии от осевой линии ствола скважины и проходит параллельно или почти параллельно центральной оси манипулятора. Подвижность вдоль центральной оси манипулятора, которая находится на расстоянии от осевой линии ствола скважины, позволяет выполнять эксплуатацию манипулятора независимо от бурения с точки зрения времени и пространства. За счет такой временной и пространственной независимости, например с помощью манипулятора, можно параллельно (временно и пространственно) текущему процессу бурения комбинировать бурильные трубы в элементы буровых колонн, состоящие из двух или трех бурильных труб, для использования в операциях бурения.

Вышеупомянутые задачи также достигаются посредством ПЛК управления манипулятором, как это описано здесь и далее, при этом ПЛК работает в соответствии с описанным далее способом и содержит все средства для обеспечения данного способа работы. Описанный ниже способ предпочтительно реализован в виде автоматического или полуавтоматического исполнения, а также в так называемом ручном режиме в виде компьютерной программы. С одной стороны, изобретение представляет собой также компьютерную программу с командами программного кода, исполняемыми компьютером, а с другой стороны - является носителем данных с такой компьютерной программой, то есть компьютерным программным продуктом с программным кодом, и, наконец, также ПЛК, в памяти которого загружена или может быть загружена такая компьютерная программа как средство выполнения способа работы и его вариантов осуществления.

Как будет описано ниже в шагах способа или последовательности шагов способа, это относится к действиям, которые происходят на основе компьютерной программы или под управлением компьютерной программы, если только не указано прямо, что отдельные действия инициируются оператором манипулятора. Как минимум любое использование термина "автоматический" означает, что данное действие происходит на основании компьютерной программы или под управлением компьютерной программы.

Вместо компьютерной программы с индивидуальными командами программного кода реализация описанного здесь и ниже способа может быть выполнена в виде встроенного ПО. Специалисту в данной области ясно, что вместо реализации способа в программном обеспечении всегда возможна реализация в виде встроенного ПО и программного обеспечения или в виде встроенного ПО и аппаратного обеспечения. Поэтому для представленного здесь описания термин "программное обеспечение" или термины "программа управления" и "компьютерная программа" также включают в себя другие варианты реализации, а именно: в виде встроенного ПО, в виде встроенного ПО и программного обеспечения или в виде встроенного ПО и аппаратного обеспечения.

Далее на основе чертежа подробнее объясняется пример исполнения изобретения. Соответствующие друг другу объекты или элементы представлены на всех фигурах с одинаковыми ссылочными номерами.

Пример исполнения не должен рассматриваться как ограничение изобретения.

Напротив, в рамках данного раскрытия непременно возможны дополнения и модификации, в особенности с помощью комбинирования или изменения отдельных характеристик или этапов процесса, описанных в сочетании с общей или специальной частью описания, а также содержащихся в формуле изобретения и/или чертеже, которые специалист может заимствовать и использовать для разработки новых объектов, этапов процесса или последовательности этапов процесса.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - манипулятор, предназначенный для использования в мачте буровой установки и для перемещения элементов буровых колонн;

фиг. 2 - мачта буровой установки с перемещаемым по ней манипулятором согласно фиг. 1;

фиг. 3 - показана мачта в разрезе, поперечном ее вертикальной оси, с видом перемещаемого по ней манипулятора в вертикальном направлении (вдоль вертикальной оси мачты) согласно фиг. 1;

фиг. 4 - манипулятор согласно фиг. 1 баз мачты;

фиг. 5 - манипулятор согласно фиг. 4, вид сбоку и с различными положениями поворота рычага ма-

нипулятора;

фиг. 6 - различные вертикальные положения манипулятора согласно фиг. 1 и 4 на мачте;

фиг. 7 и 8 - снимки при приеме буровой трубы с помощью манипулятора;

фиг. 9 - снимки при соединении буровой трубы с другой буровой трубой для получения элемента буровой колонны, операция временно и пространственно происходит параллельно процессу бурения и независимо от него;

фиг. 10 - манипулятор согласно фиг. 1 и 4 находится над смонтированной на мачте площадкой верхового рабочего;

фиг. 11-13 - снимки при извлечении элемента буровой колонны с площадки верхового рабочего на мачте;

фиг. 14 - ПЛК для автоматического или полуавтоматического режима работы манипулятора.

Осуществление изобретения

На фиг. 1 показан вариант исполнения манипулятора 20 предлагаемого здесь типа, предназначенный для использования в мачте 10 буровой установки и для перемещения буровых труб 12 (фиг. 6, 7 и 8) или элементов буровой колонны 14 (фиг. 9).

Манипулятор 20 в целом вертикально перемещается в мачте 10 или на ней. На фиг. 1 и на других чертежах показан вариант исполнения, в котором манипулятор 20 вертикально перемещается на мачте 10, а именно на передних угловых стойках 22, 24 мачты 10 (угловые стойки мачты 22, 24). Для этого манипулятор 20 направляется на угловые стойки мачты 22, 24, например, посредством соответствующего направляющего профиля 26, 28 (фиг. 3), закрепленного на угловых стойках мачты 22, 24. Направляющие профили 26, 28 с геометрическим замыканием контактируют с манипулятором 20 с помощью соответствующих направляющих контрпрофилей 30, 32.

В качестве альтернативы такой направляющей в мачте 10 или на ней, например, также рассматривается рама адаптера, соединенная с мачтой 10 (не показана на чертеже). Такая рама адаптера, например, в контексте дооснащения монтируется на мачте 10 и устанавливается для эксплуатации манипулятора 20 на мачте 10, но при этом, например, переходная рама приваривается к мачте 10 и/или прикручивается болтами и т.д. Рама адаптера смонтирована, например, опосредованно или непосредственно на мачте 10, в частности на передних угловых стойках 22, 24, например посредством множества распорок между мачтой 10 и рамой адаптера. Рама адаптера образует затем плоскость, параллельную одной стороне огибающей поверхности мачты 10. Такая рама адаптера размещается по ширине манипулятора 20 таким образом, что манипулятор 20 может двигаться в вертикальном направлении на мачте 10 вдоль рамы адаптера параллельно мачте 10. Такая рама адаптера в самом широком смысле представляет собой прямоугольный конструктивный элемент, ширина которого определяется шириной манипулятора 20 и который совмещен с его наибольшей продольной осью параллельно или почти параллельно вертикальной оси мачты 10. Для вертикального перемещения манипулятора 20 на раме адаптера вдоль вертикальных секций в собранном состоянии используется направляющий профиль 26, 28 описанного выше типа или хотя бы одна зубчатая рейка или подобное устройство либо хотя бы один вертикальный участок рамы адаптера действует как такой направляющий профиль 26, 28.

На изображении на фиг. 2 показана верхняя часть мачты 10 буровой установки с дополнительными деталями. В мачте 10 талевый блок 34 может перемещаться известным способом с помощью подъемного механизма, который не показан. На нем закреплен верхний привод 36, при этом буровая труба вращается в буровой скважине обычным образом. В нижней части участка изображенной мачты 10 показана площадка верхового рабочего 38. Здесь известным способом останавливаются элементы буровых колонн 14, например при наращивании буровой трубы или в процессе соединения с буровой трубой при бурении скважины. Над площадкой верхового рабочего 38 расположен манипулятор 20. В показанном варианте исполнения манипулятор 20 вертикально перемещается на мачте 10 с помощью, например, лебедки 40, установленной на верхушке мачты. Лебедка 40 приводит в действие механизм протягивания троса, на котором закреплен манипулятор 20 с помощью отклоняющего ролика 42. На фиг. 2 показан только снимок, представленное вертикальное положение следует понимать только как справочное. Манипулятор 20 может принимать различные вертикальные положения вдоль мачты 10. Вместо вертикальной подвижности манипулятор 20 с помощью лебедки 40 рассматривается в качестве альтернативы как вариант осуществления, в котором сам манипулятор 20 содержит привод для вертикального перемещения в мачте 10 или на ней. С этой целью, например, считается, что на мачте 10 или в ней, в частности на одной из передних угловых стоек мачты 22, 24 или на передних угловых стойках мачты 22, 24, установлена зубчатая рейка (или тому подобное), с которой входит в зацепление шестерня с помощью двигателя на манипуляторе 20, в частности гидравлического двигателя или электродвигателя, чтобы перемещать манипулятор 20 в мачте 10 или на ней вверх или вниз. Привод при вертикальном перемещении манипулятора 20 с помощью лебедки 40 также можно закрепить на основании мачты, на расстоянии от мачты 10 (например, в месте расположения буровой лебедки) или на самом манипуляторе 20.

На фиг. 3 схематически показано упрощенное сечение мачты 10 поперек ее вертикальной оси. На иллюстрации показан специальный вариант исполнения, в котором манипулятор 20 направлен на передние угловые стойки мачты 22, 24, при этом на каждой передней угловой стойке мачты 22, 24 установлен

направляющий профиль 26, 28, в котором зацеплен манипулятор 20 посредством соответствующих направляющих контрпрофилей 30, 32. Вместо показанного варианта исполнения, в котором манипулятор 20 U-образным способом охватывает направляющий профиль 26, 28 посредством своих направляющих контрпрофилей 30, 32, естественно, нельзя не рассмотреть и такой вариант исполнения, в котором направляющий профиль 26, 28 в поперечном сечении является U-образным и манипулятор 20 в качестве направляющего контрпрофиля 30, 32 имеет контактный башмак (или тому подобное), который входит в такой направляющий профиль 26, 28. Что касается направления манипулятора 20 в мачте 10 или на ней, то, как правило, важно, чтобы вдоль диапазона перемещения, предусмотренного для манипулятора 20, хотя бы один профиль функционировал в качестве первого направляющего профиля 26, 28, а на манипуляторе 20 в качестве направляющего контрпрофиля 30, 32 функционировал соответствующий второй профиль или уже там находился соответствующий второй профиль и чтобы первый профиль входил в зацепление с соответствующим вторым профилем.

На фиг. 3 в центре мачты 10 показано положение отверстия скважины 50. Положение отверстия скважины 50 определяет центральную ось ствола скважины (см. также фиг. 6: A1), а именно воображаемую вертикальную линию в центре ствола скважины. Для дальнейшего описания следующим образом определены оси воображаемой декартовой системы координат. Ось z параллельна центральной оси ствола скважины и направлена от основания мачты к мачте. Соответствующие направления оси x и оси y показаны на фиг. 3. Вся система координат показана на фиг. 1 и 2. Вертикальная подвижность манипулятора 20 означает подвижность вдоль оси z и параллельна центральной оси ствола скважины. Вертикальное перемещение манипулятора 20 происходит при этом на постоянном расстоянии d1 от центральной оси ствола скважины, и вертикальное перемещение манипулятора 20 определяет дополнительную линию, параллельную центральной оси ствола скважины и отстоящую от нее.

На фиг. 4 показан изометрический вид манипулятора 20 без мачты 10. По бокам показаны два боковых направляющих профиля 30, 32, и выше изображен отклоняющий ролик 42, к которому подвешен манипулятор 20 в показанном варианте исполнения вместе с проведенным через верхушку мачты механизмом протягивания троса. Манипулятор 20 может рассматриваться как комбинация верхней части и основания 52 или нижней части 54. Основание 52 несет нижнюю часть 54. Нижняя часть 54 представляет собой шарнирный рычаг, и нижняя часть 54 в дальнейшем упоминается как шарнирный рычаг 54 или коротко как рычаг 54. Основание 52 может также служить платформой или опорой для других устройств или агрегатов. В варианте исполнения, приведенном на фигурах, показана закрепленная на основании 52 лебедка 56, посредством которой, например, можно перемещать и поднимать грузы за пределами мачты 10. Кроме того, на фиг. 4 показан гидравлический блок 58, установленный на основании 52, посредством которого образуется усилие для шарнирной подвижности рычага 54, описанное ниже.

На изображении на фиг. 5 показан манипулятор 20 согласно фиг. 4 в виде сбоку и с различными положениями поворота рычага 54. Рычаг 54 содержит вращающийся сегмент плеча 60, сегмент рычага 62, поворачивающийся на сегменте плеча 60, и инструмент 64 на свободном конце сегмента рычага 62. В показанном варианте исполнения сегмент рычага 62 содержит два кронштейна, расположенные параллельно, в виде так называемых штроп-серег, как известно для верхнего привода 36. На свободном конце кронштейна инструмент 64 установлен с возможностью поворота, в частности таким образом, что инструмент 64 автоматически выравнивается в горизонтальной или почти горизонтальной плоскости под действием силы тяжести. Для компенсации допуска при приеме конца бурильной трубы сегмент рычага 62 направлен ниже точки действия исполнительного механизма 66 в каждом кронштейне на шарнирном соединении поперечно поворотной оси R2. Инструмент 64 при приеме конца бурильной трубы закрывается вручную оператором, автоматически или удаленно оператором, а также открывается вручную, автоматически или дистанционно, чтобы освободить конец бурильной трубы.

Для поворота сегмента рычага 62 известным образом выполнен приводной механизм 66, который шарнирно соединен с сегментом плеча 60 с одной стороны и с сегментом рычага 62 с другой стороны на расстоянии от поворотной оси R2 (фиг. 4). В качестве исполнительного механизма 66 может служить, например, гидравлический цилиндр. На изображении на фиг. 5 показаны различные положения поворота сегмента рычага 62 и со ссылкой на уже упомянутую систему координат (см. фиг. 1-3), можно увидеть, что поворотная подвижность сегмента рычага 62 позволяет позиционировать инструмент 64 поперечно оси z. В показанной ориентации поворотной оси R2 сегмента рычага 62 (поперечно плоскости листа) возможно позиционирование инструмента 64 вдоль оси y посредством поворота сегмента рычага 62. Тем не менее, ориентация поворотной оси сегмента рычага 62 регулируется на основании вращения сегмента плеча 60 вокруг поворотной оси R1 (фиг. 4), так что при повороте сегмента плеча 60 на +90° или -90° по сравнению с показанной на фиг. 5 ситуацией (с диапазоном поворота, например, от +120° до около -120°) возможно позиционирование инструмента 64 вдоль оси x. Вращение сегмента плеча 60 реализуется, например, с помощью приводного вращающегося соединения зубчатой шестерни, в частности с помощью гидравлического двигателя или электродвигателя.

Поворотная ось R1 проходит параллельно или почти параллельно мачте 10 (относительно вертикальной оси через мачту 10) или траектории движения (см. фиг. 6: центральная ось манипулятора A2)

манипулятора 20 на мачте 10. Поворотная ось R2 лежит в плоскости перпендикулярно или почти перпендикулярно мачте 10 (относительно вертикальной оси сквозь мачту 10) или траектории манипулятора 20 в мачте 10 или на ней.

В зависимости от соответствующего поворота сегмента плеча 60 и положения поворота сегмента рычага 62 инструмент 64 может достигнуть любого положения на оси x и y, ограничиваясь только длиной сегмента рычага 62 и максимальным прогибом сегмента рычага 62. За счет подвижности манипулятора 20 вдоль оси z и с помощью инструмента 64 на воображаемом цилиндре можно достичь вдоль оси z любой точки в пространстве внутри цилиндра и на его боковой поверхности. Указанный воображаемый цилиндр имеет вертикальную ось, параллельную или почти параллельную вертикальной оси мачты 10, радиус, определяемый длиной сегмента рычага 62 и максимальным прогибом сегмента рычага 62, и высоту, определяемую диапазоном перемещения манипулятора 20 в мачте 10 или на ней. Подвижность манипулятора 20 снова отдельно показана в нижней области иллюстрации на фиг. 5 с помощью трех двойных стрелок. Таким образом, манипулятор 20 является машиной со степенью трансляционной свободы (вертикальное перемещение в мачте или на ней) и двумя вращательными степенями свободы (вращение сегмента плеча 60 вокруг оси вращения R1, поворотная подвижность сегмента рычага 62 вокруг поворотной оси R2). Ось вращения R1 и поворотная ось R2 показаны на иллюстрации на фиг. 4. Поворотная ось R2 здесь упоминается прежде всего как поворотная ось обеспечения дифференциации от оси вращения R1. Фактически поворотную ось R2 можно понимать как ось вращения, а именно как ось вращения с ограниченным диапазоном вращения.

В качестве инструмента 64 функционирует, например, общеизвестный элеватор, в любом случае это устройство, посредством которого можно захватить и переместить один конец буровой трубы 12, то есть устройство в форме или по типу зажима или захвата. Инструмент 64 предпочтительно входит в область на буровой трубе 12, в которой его диаметр изменяется с диаметра трубы на больший диаметр муфты соединительного замка (конец буровой трубы, имеющий внутреннюю резьбу, обозначается как муфта). За счет полученного в результате большего диаметра муфты плеча на внешней поверхности буровой трубы 12 ее можно повесить на инструменте 64 и зафиксировать в осевом направлении.

На изображении на фиг. 3 в области манипулятора 20 также показан инструмент 64 под манипулятором 20. При вертикальном перемещении манипулятора 20 в мачте 10 рычаг 54 провисает вертикально под манипулятором 20, в частности, из-за отключенного исполнительного механизма 66 и исключительно под действием силы тяжести или из-за соответствующего управления исполнительным механизмом 66. Если с помощью манипулятора 20 поднимать или опускать буровую трубу 12 или элемент буровой колонны 14 в мачту 10 или на нее, то она провисает (по меньшей мере, после монтажа с помощью манипулятора 20) также отвесно вертикально под манипулятором 20. В этом случае можно увидеть показанное на фиг. 3 положение инструмента 64, а также положение подвешенной под манипулятором 20 буровой трубы 12 или элемента буровой колонны 14. Вертикальная ось (параллельная центральной оси ствола скважины) в дальнейшем будет обозначаться как центральная ось манипулятора (см. также фиг. 6: A2), а расстояние от центральной оси манипулятора до центральной оси ствола скважины обозначено d2 на изображении на фиг. 3.

До сих пор приоритет отдавался подвижности манипулятора 20. В дальнейшем описание будет посвящено использованию манипулятора 20 в процессе работы буровой установки. Манипулятор 20 может использоваться для выполнения различных функций во время операции бурения. Это включает в себя подъем буровых труб 12 или элементов буровых колонн 14 из горизонтального или почти горизонтального положения в вертикальное положение, необходимое для операции бурения или установки на площадке верхового рабочего 38. Кроме того, это включает в себя подачу элементов буровой колонны 14 в центр ствола скважины во время бурения скважины или приема элемента буровой колонны 14 в центр ствола скважины и временного складирования принятых элементов буровой колонны 14, например на площадке верхового рабочего 38. Наконец, функции манипулятора 20 также включают в себя объединение буровых труб 12 для получения так называемых двухтрубных свечей или свечей (свинчивание свечей).

На иллюстрации, изображенной на фиг. 6, показан манипулятор 20, который установлен известным способом на основании поднимающейся мачты 10 в виде сбоку и с различными положениями и является подвижным в показанном варианте исполнения мачты 10, а также в других вариантах исполнения мачты 10. Вдоль мачты 10 показан манипулятор 20 для наглядного примера своей подвижности в вертикальном направлении снизу вверх (также видно от основания мачты в направлении верхушки) в различных положениях, а именно: в нижнем положении (U), среднем положении (M), в положении на уровне площадки верхового рабочего 38 (F) и верхнем положении (O). Ниже основания и над вершиной мачты в виде параллельных друг другу и чередующихся стрелок показаны центральная ось ствола скважины A1 и центральная ось манипулятора A2.

В нижнем положении U инструмент 64 расположен на так называемом уровне буровой площадки (буровая площадка 70) или, в сущности, на буровой площадке. Здесь буровая труба 12 подается и принимается манипулятором 20 с помощью инструмента 64. Вкратце, что касается этой позиции, также упоминается, что манипулятор 20 расположен на уровне буровой площадки, даже если это относится больше к инструменту 64 манипулятора 20. Манипулятор 20 перемещается вдоль мачты 10 между ниж-

ним положением U и верхним положением O и между каждым положением выше нижнего положения U и ниже верхнего положения O и, возможно, также проходит площадку верхового рабочего 38. Площадка верхового рабочего 38 закреплена на мачте 10 и находится от нее на достаточном расстоянии, и в конкретном варианте исполнения предусмотрено, что площадка верхового рабочего 38 имеет выемку 74 (фиг. 11), которая позволяет манипулятору 20 при вертикальном перемещении вдоль мачты 10 проходить площадку верхового рабочего 38.

На иллюстрации, изображенной на фиг. 6, показана бурильная труба 12, подаваемая сбоку к манипулятору 20 в нижнем положении и захватываемая инструментом 64 (продольная ось бурильной трубы 12 поперечно плоскости листа). Для манипулятора 20 в среднем положении M на фиг. 6 показана бурильная труба 12, подвешенная под манипулятором 20 (на инструменте 64). Для манипулятора 20 в положении площадки верхового рабочего F показан рычаг 54, отклоненный в направлении площадки верхового рабочего 38 (от мачты 10), чтобы проиллюстрировать, что с помощью манипулятора 20 можно разместить элементы буровой колонны 14 на площадке верхового рабочего 38 или снять их с площадки верхового рабочего 38. Исходя из этого, практически в любом вертикальном положении манипулятора 20 (в зависимости от вертикального положения верхнего привода 36 или сопоставимого устройства) инструмент 64 может поворачиваться в направлении центральной оси ствола скважины A1 или отклоняться к центральной оси ствола скважины A1.

Диапазон перемещения манипулятора 20 в вертикальном направлении вдоль мачты 10 содержит, по меньшей мере, нижнее положение U и положение в области площадки верхового рабочего 38, то есть, например, положение площадки верхового рабочего F, показанное на фиг. 6. По меньшей мере, в этой области на мачте 10 находится хотя бы один направляющий профиль 26, 28 или, как показано на иллюстрации, два направляющих профиля 26, 28, соответственно прикрепленных на передних угловых стойках мачты 22, 24.

На иллюстрациях на фиг. 7 и 8 показан прием бурильной трубы 12, подаваемой снаружи на буровую площадку 70 с помощью манипулятора 20. Бурильная труба 12 необязательно подается сбоку, поскольку впереди и/или позади буровой установки могут быть дополнительные буровые скважины ("сбоку от буровой установки" обозначает при этом направление, поперечное плоскости через центральную ось ствола скважины A1 и центральную ось манипулятора A2; "впереди и/или позади буровой установки" обозначает направление, параллельное плоскости через центральную ось ствола скважины A1 и центральную ось манипулятора A2). Допустимы и другие направления подачи. Подача бурильной трубы 12 выполняется, например, с помощью предусмотренной машины, в частности машины PULD (машины для подтягивания и укладки). Однако способ подачи не имеет значения, также возможны другие способы подачи, которые должны рассматриваться в рамках приведенного описания. Важным является то, что бурильная труба 12 достигает буровой площадки 70 в горизонтальной или почти горизонтальной ориентации и принимается там с помощью манипулятора 20 в такой ориентации. На фиг. 8 показан прием бурильной трубы 12 в виде увеличенного сегмента иллюстрации на фиг. 7. Для приема бурильной трубы 12 манипулятор 20 перемещается на направляющих профилях 26, 28 в нижнее положение U (см. фиг. 6). Далее в нижнем положении U сегмент плеча 60 поворачивается вокруг оси вращения R1 в направлении принимаемой бурильной трубы 12 (вращение сегмента плеча 60, в принципе, может начинаться до достижения нижнего положения U). Затем в нижнем положении U для приема бурильной трубы 12 сегмент рычага 62 поворачивается вокруг поворотной оси R2 в направлении принимаемой бурильной трубы 12 (поворот сегмента рычага 62 может, в принципе, уже начаться до достижения нижнего положения U). Как только инструмент 64 за счет подходящего позиционирования рычага 54 (вращение вокруг R1, поворот вокруг R2) сможет захватить конец бурильной трубы 12 и так называемую муфту соединительного замка, инструмент 64 закрывается (автоматически и/или вручную), а бурильная труба 12 закрепляется в манипуляторе 20. Затем манипулятор 20 перемещается вдоль мачты 10 в направлении верхушки мачты. При этом бурильная труба 12 выравнивается (бурильная труба 12 входит в вертикальную ориентацию) до тех пор, пока бурильная труба 12 наконечник не повиснет на инструменте 64 вертикально под манипулятором 20. При перемещении манипулятора 20 вверх исполнительный механизм 66 можно отключить (например, действующий в качестве исполнительного механизма 66 гидравлический цилиндр "свободно колеблется"), так что рычаг 54 свободно перемещается и в конечном итоге также висит вертикально под основанием 52 манипулятора 20. Аналогичным образом можно обеспечить активный поворот рычага 54 в вертикальном положении с помощью исполнительного механизма 66 при движении вверх. После выравнивания бурильной трубы 12 ее можно установить с помощью манипулятора 20 в шурф для наращивания 72. Иллюстрация на 8 показывает установленную в шурф для наращивания 72 бурильную трубу 12, от которой можно распознать только верхний конец с локальной муфтой соединительного замка. Если шурф для наращивания 72 находится в удлинителе центральной оси манипулятора A2, то установку бурильной трубы 12 в шурф для наращивания 72 можно выполнить, просто перемещая манипулятор 20 вниз. При этом не требуется, чтобы шурф для наращивания 72 находился в удлинителе центральной оси манипулятора A2, и если он расположен на расстоянии от центральной оси манипулятора A2 (например, при нескольких шурфах для наращивания 72), то бурильная труба 12 будет перемещаться посредством соответствующего позиционирования рычага 54 (вращаться на оси R1 и/или поворачиваться вокруг оси

R2; когда упоминается поворот и/или вращение вокруг осей R1 и R2, здесь и далее подразумевается возможное одновременное, предшествующее или последующее перемещение манипулятора 20 вдоль оси z для регулировки высоты) в положение над шурфом для наращивания 72 и, наконец, будет установлена в шурфе для наращивания 72. Когда установлена первая принятая бурильная труба 12 (первая бурильная труба 12) в шурфе для наращивания 72, с помощью манипулятора 20 будут приняты и установлены следующие бурильные трубы 12 (вторая бурильная труба 12). Это происходит точно так, как описано выше.

На изображении на фиг. 9 показано соединение второй бурильной трубы 12 с первой бурильной трубой 12, расположенной в шурфе для наращивания 72, для получения элемента буровой колонны 14; вся операция во времени и в пространстве происходит параллельно процессу бурения и независимо от него. Для этого манипулятор 20 перемещается со второй бурильной трубой 12 вдоль мачты 10 и в направлении вершины мачты, пока вторая бурильная труба 12 не будет свободно свисать под манипулятором 20. В зависимости от положения шурфа для наращивания 72 или соответствующего шурфа для наращивания 72, то есть от шурфа для наращивания 72, в котором установлена первая бурильная труба 12, манипулятор 20 для соединения второй бурильной трубы 12 с первой бурильной трубой 12 перемещается с вертикально свисающей под манипулятором 20 второй бурильной трубой 12 вниз и в направлении к концу первой бурильной трубы 12, выступающей из шурфа для наращивания 72, или требуется предварительное позиционирование рычага 54 (вращение вокруг оси R1 и/или поворот вокруг оси R2), чтобы переместить вторую бурильную трубу 12 в положение над первой бурильной трубой 12.

Соединение второй бурильной трубы 12 с первой бурильной трубой 12 (резьбовое соединение штифта и муфты соединительного замка) осуществляется с помощью типовой машины, которая не показана на чертежах, например устройства для механизированной подвески и развинчивания труб. Висящая в инструменте 64 бурильная труба 12 может вращаться относительно инструмента 64, поскольку отсутствует соединение с силовым замыканием между инструментом 64 и буровой колонной 12 или такое соединение с силовым замыканием будет разомкнуто в процессе соединения. В результате соединения второй бурильной трубы 12 с первой бурильной трубой 12 образуется элемент буровой колонны 14, который в специализированной технической терминологии упоминается как двухтрубная свеча.

Комбинирование таких элементов буровой колонны 14 может выполняться независимо от текущей операции бурения, поскольку манипулятор 20 при этом перемещается вдоль центральной оси манипулятора A2, в то время как верхний привод 36 или аналог перемещается вдоль центральной оси ствола скважины A1, так что они оба могут перемещаться без столкновения и независимо друг от друга. На изображении на фиг. 9 верхний привод 36 можно увидеть над отверстием 50 скважины в буровой площадке 70. Верхний привод 36 перемещается вдоль центральной оси скважины A1, определяемой стволом 50 скважины и буровой колонной (фиг. 6). Манипулятор 20 перемещается вдоль центральной оси манипулятора A2, которая находится на расстоянии и при этом параллельна или почти параллельна центральной оси ствола скважины A1. На изображении на фиг. 9 центральная ось манипулятора A2 совпадает с продольной осью элемента буровой колонны 14. Ввиду расстояния между центральной осью ствола скважины A1 и центральной осью манипулятора A2 составление элементов буровых колонн 14 может происходить временно, пространственно параллельно и независимо от операции бурения.

Для дополнительного составления элемента буровой колонны 14, содержащего три бурильные трубы 12 (тройная свечка или свечка), элемент буровой колонны 14, ранее содержащий две бурильные трубы 12, извлекают из шурфа для наращивания 72 с помощью манипулятора 20 и перемещают с помощью манипулятора 20 и за счет соответствующего позиционирования рычага 54 (вращение вокруг R1 и R2 или поворот вокруг R2) в мачту 10 или рядом с ней. Для такой установки предусмотрено известное установочное положение (не показано), в котором элемент буровой колонны 14 удерживается по меньшей мере выше, дополнительно сверху и внизу, с помощью когтя или аналогичного приспособления. После того как в результате получения элемента буровой колонны 14 после сращивания двух бурильных труб 12 освобождается шурф для наращивания 72, следующую бурильную трубу 12 (третья бурильная труба 12), как описано выше, можно выровнять и установить в шурф для наращивания 72 с помощью манипулятора 20. В конце с помощью манипулятора 20 элемент буровой колонны 14, который был ранее установлен в установочном положении, поднимается сюда и помещается над концом третьей бурильной трубы 12, выступающей из шурфа для наращивания 72, как описано выше. Соединение элемента буровой колонны 14, который ранее содержал две бурильные трубы 12, с третьей бурильной трубой 12 снова происходит с помощью вышеупомянутой, предусмотренной для изготовления такого резьбового соединения машины. За счет соединения третьей бурильной трубы 12 с элементом буровой колонны 14, который ранее содержал две бурильные трубы 12 (первая бурильная труба 12, вторая бурильная труба 12), был составлен элемент буровой колонны 14, который называется тройной свечкой или свечкой.

В качестве альтернативы также возможно составить элемент буровой колонны 14 (тройная свечка или свечка), содержащий три бурильные трубы 12, с помощью дополнительного шурфа для наращивания 72. Чтобы различать шурф для наращивания 72, в котором после соединения второй бурильной трубы 12 с первой бурильной трубой 12 находится элемент буровой колонны 14, содержащий две бурильные трубы 12, он будет упоминаться как первый шурф для наращивания 72, а дополнительный шурф для нара-

щивания (не показан) будет упоминаться в качестве второго шурфа для наращивания. Затем с помощью манипулятора 20, как описано выше, удерживается и выравнивается третья бурильная труба 12 и в конечном итоге устанавливается во второй шурф для наращивания. Затем элемент буровой колонны 14, который находится в первом шурфе для наращивания 72, с помощью манипулятора поднимается хотя бы на высоту конца третьей бурильной трубы 12, выступающего из второго шурфа для наращивания 72, а затем устанавливается с помощью манипулятора 20 над вторым шурфом для наращивания. Там теперь выполняется, как описано выше, резьбовое соединение вертикально свисающего из манипулятора 20 элемента буровой колонны 14 (комбинация первой бурильной трубы 12 и второй бурильной трубы 12) и расположенной во втором шурфе для наращивания третьей бурильной трубы 12. Результатом является элемент буровой колонны 14, состоящий из трех бурильных труб 12 (свеча).

Комбинирование таких свечей может выполняться абсолютно независимо от текущей операции бурения, поскольку манипулятор 20 при этом также перемещается вдоль центральной оси манипулятора A2, в то время как верхний привод 36 или аналог перемещается вдоль центральной оси ствола скважины A1, так что они оба могут перемещаться без столкновения и независимо друг от друга. Такое комбинирование элементов буровых колонн 14 в виде свечей, которое выполняется независимо от текущего процесса бурения, также упоминается как автономное свинчивание свечей, и, соответственно, присутствующий манипулятор 20 действует как автономный конструктор свечей.

С помощью манипулятора 20 можно разобрать элемент буровой колонны 14, состоящий из нескольких бурильных труб 12, придерживаясь порядка, обратного описанному выше. Во избежание ненужных повторений следует в соответствии с вышеприведенным описанием отметить, что описанные стадии способа при разборке элемента буровой колонны 14, содержащего несколько бурильных труб 12, протекают в обратном порядке.

Элемент буровой колонны 14, собранный с помощью манипулятора 20, а именно элемент буровой колонны 14, содержащий две бурильные трубы 12 (двухтрубная свеча) или три бурильные трубы 12 (трехтрубная свеча, свеча), можно подавать с помощью манипулятора 20 непосредственно в процессе бурения. Для этого верхний привод 36 размыкается на головке бурильной трубы на уровне буровой площадки и перемещается в мачте 10 к вершине мачты. Затем с помощью манипулятора 20 путем соответствующего позиционирования рычага 54 (вращение вокруг оси R1, поворот вокруг R2) элемент буровой колонны 14 переносится в центр ствола скважины и там соединяется известным способом с одной стороны с верхним приводом 36, а с другой - с головкой буровой колонны. В этом случае рычаг 54 манипулятора 20 контролирует в диапазоне перемещения (центральная ось ствола скважины A1) верхнего привода 36 или аналогичного устройства оснащение, предусмотренное для приведения в действие бурильной трубы. Это возможно без столкновения при условии предварительного перемещения на достаточную высоту на мачте 10. На изображении на фиг. 1 показан манипулятор 20 с наклонным в направлении центра ствола скважины рычагом 54, однако (в интересах ясности иллюстрации) без элемента буровой колонны 14, подвешенного на инструменте 64.

Элемент буровой колонны 14, собранный с помощью манипулятора 20, а именно элемент буровой колонны 14, содержащий две бурильные трубы 12 (двухтрубная свеча) или три бурильные трубы 12 (трехтрубная свеча, свеча), можно устанавливать с помощью манипулятора 20 на площадке верхового рабочего 38 или в сопоставимом оборудовании. Тот факт, что на площадке верхового рабочего 38 может быть установлена двух- или трехтрубная свеча, зависит от длины отдельной бурильной трубы 12, а также от высоты площадки верхового рабочего 38 на мачте 10. Часто площадка верхового рабочего 38 расположена на мачте 10 на высоте, которая позволяет установить элементы буровой колонны 14 (свечи), содержащие три бурильные трубы 12. Это также принимается в будущем для последующего описания, прежде всего без отказа от общепринятой универсальности, иногда говорят вкратце только "установка свечей в площадку верхового рабочего 38" (или наоборот, "извлечение свечей из площадки верхового рабочего" 38).

На фиг. 10 показан реальный манипулятор 20 в положении над платформой верхового рабочего 38 (см. фиг. 6: положение F). Манипулятор 20 показан с рычагом 54, повернутым в направлении центра ствола скважины. Аналогичным образом рычаг 54 может поворачиваться над площадкой верхового рабочего 38 (вращаясь вокруг R1 и/или поворачиваясь вокруг R2), чтобы можно было устанавливать элементы буровой колонны 14 и забирать элементы буровой колонны 14, проводя их известным способом между пальцами площадки верхового рабочего 38.

На фиг. 11 показан снимок момента, когда элемент буровой колонны 14 установлен с помощью манипулятора 20 на площадке верхового рабочего 38 (или извлечение элемента буровой колонны 14 из площадки верхового рабочего 38). Можно увидеть, что сегмент плеча 60 (фиг. 5) вращается, а сегмент рычага 62 поворачивается для удерживания элемента буровой колонны 14, захваченного инструментом 64, в текущем положении.

Две вращательные степени свободы манипулятора 20 (рычага 54 манипулятора 20) позволяют выполнять линейные перемещения в плоскости ху при одновременном активировании обеих степеней свободы. Эффективная высота рычага 54, возникающая в результате увеличения отклонения рычага 54 (поворот вокруг оси R2), может быть компенсирована вертикальным перемещением (перемещение вдоль

оси z) таким образом, что инструмент 64 манипулятора 20 может следовать заданным или задаваемым линейным траекториям по оси xy . Таким образом, манипулятор 20 может автоматически устанавливать элемент буровой колонны 14 между двумя заданными или задаваемыми пальцами площадки верхового рабочего 38 (начальное линейное перемещение поперечно пальцам площадки верхового рабочего и в площадку верхового рабочего 38 путем поворота вокруг оси R_2 , а затем линейное перемещение параллельно пальцам площадки верхового рабочего 38 и в пространство между двумя пальцами за счет вращения вокруг оси R_1 и поворота вокруг оси R_2) или забирать оттуда элемент буровой колонны 14. Такая установка элемента буровой колонны 14 на площадке верхового рабочего 38 или извлечение элемента буровой колонны 14 из площадки верхового рабочего 38 может выполняться параллельно (временно и пространственно) текущей операции бурения и независимо от нее, поскольку манипулятор 20 перемещается в вертикальном направлении только вдоль центральной оси манипулятора A_2 и не попадает в диапазон перемещения верхнего привода или аналогичного устройства, поэтому оба механизма могут перемещаться независимо друг от друга и без столкновения.

В частности, таким образом с помощью манипулятора 20 за счет непрерывного приема новых буровых труб 12, как описано выше, и объединения отдельных буровых труб 12 в элементы буровой колонны 14, что также описано выше, возможно последовательное заполнение площадки верхового рабочего 38 свечами, которое абсолютно не зависит от текущей операции бурения. Во время заполнения площадки верхового рабочего 38 можно с помощью манипулятора 20 при необходимости извлечь элемент буровой колонны 14 из площадки верхового рабочего 38 и подать в операцию бурения, как описано выше, или сразу после объединения отдельных буровых труб 12 подать полученный элемент буровой колонны 14 в процесс бурения с помощью манипулятора 20, как уже описано выше.

На фиг. 12 показан снимок момента, в котором элемент буровой колонны 14 был извлечен из площадки верхового рабочего 38 с помощью манипулятора 20 и висит вертикально под манипулятором 20 в инструменте 64. Принятый элемент буровой колонны 14 должен быть подан в операцию бурения. Манипулятор 20 находится в положении ожидания и будет в нем пребывать, пока верхний привод не переместится в мачте 10 на достаточное расстояние вверх в направлении к верхушке мачты 10, пока принятый элемент буровой колонны 14 не будет перемещен вниз в центр ствола скважины под верхний привод 36 с помощью манипулятора 20, как это показано на фиг. 13 на снимке. Таким образом, размещенный элемент буровой колонны 14 известным способом на нижнем конце (на уровне буровой площадки) объединяется с верхним концом буровой трубы с помощью специальной машины, а именно машины по форме или типу известной как устройство для механизированной подвески и развинчивания труб. Верхний конец элемента буровой колонны 14 ранее или впоследствии соединяется с верхним приводом 36 известным образом. Затем можно разомкнуть инструмент 64 (вручную, автоматически или дистанционно под управлением оператора) и освободить элемент буровой колонны 14 из манипулятора 20.

На иллюстрациях на фиг. 11-13 изображена выемка 74 на площадке верхового рабочего 38, которая прилегает к мачте 10. Данная выемка 74 обеспечивает вертикальное перемещение манипулятора 20 из положения над площадкой верхового рабочего 38 в положение под площадкой верхового рабочего 38, т.е. так называемое прохождение сквозь площадку верхового рабочего 38.

Определение траектории движения для инструмента 64 происходит известным способом, например с помощью преобразования координат из декартовой системы координат в цилиндрическую систему координат. В декартовой системе координат даны начальная и конечная точки планируемой траектории и, возможно, отдельные опорные точки на такой траектории или множество таких опорных точек. Для каждой такой точки и ее декартовых координат (x, y, z) получается эквивалент в цилиндрической системе координат с помощью преобразования координат. Из полученных координат (r, φ, h) в цилиндрической системе координат возникают соответствующие положения отдельных степеней свободы манипулятора 20, а именно вертикальное положение h вдоль оси z ($h = z$), поворот сегмента рычага 62 на угол α вокруг поворотной оси R_2 ($\alpha = \arcsin(r/l)$, l = длина сегмента рычага 62, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$) и вращение сегмента плеча 60 на угол φ вокруг оси вращения R_1 ($\varphi = \arcsin(y/r)$). Вычисление соответствующих необходимых положений отдельных степеней свободы манипулятора 20 и генерирование соответствующих управляющих сигналов 80 для управления агрегатом, предусмотренным для перемещения манипулятора (например, лебедка 40 для изменения вертикального положения; исполнительный механизм 66 для изменения поворота сегмента рычага 62; электрический или гидравлический двигатель для привода поворотного соединения для вращения сегмента плеча 60) посредством автоматической или полуавтоматической работы предусмотренного для манипулятора 20 ПЛК 76 (фиг. 14), например ПЛК 76 в виде программируемого логического контроллера или аналога.

Наконец, на фиг. 14 в значительно упрощенной форме показан вышеупомянутый ПЛК 76, который, как известно, сам по себе содержит блок обработки в виде микропроцессора или в виде микропроцессора и запоминающего устройства, в которые загружена компьютерная программа 78, выполняемая для работы манипулятора 20 и в процессе его работы и действующая в качестве управляющей программы манипулятора 20. Под управлением ПЛК 76 или посредством компьютерной программы 78, выполняемой ПЛК 76, генерируются сигналы 80 для управления агрегатами, предназначенными для перемещения ма-

нипулятора 20, и на управление известным образом воздействует соответствующий управляющий сигнал 80 или соответствующие управляющие сигналы 80. При этом речь идет, например, о следующих агрегатах: лебедке 40, гидравлическом агрегате 58 и двигателе 82. Лебедка 40 или аналогичный блок предусмотрены для вертикального перемещения манипулятора 20 в мачте 10 или на ней. Гидравлический блок 58 предназначен для создания давления для перемещения исполнительного механизма 66 и для поворота сегмента рычага 62 вокруг поворотной оси R2. Двигатель 82, например двигатель 82 в виде гидравлического или электродвигателя, связан с поворотным приводом для вращения сегмента плеча 60 вокруг оси вращения R1. Перемещение манипулятора 20 может происходить в автоматическом, полуавтоматическом или так называемом ручном режиме. В ручном режиме оператор перемещает манипулятор 20 в определенной степени на виду и для этого использует один или несколько элементов управления на ПЛК, например панель управления или тому подобное. Приведение в действие элемента управления определяется и оценивается с помощью ПЛК 76, и посредством ПЛК 76 автоматически генерируются управляющие сигналы, которые активируют тот или иной агрегат, необходимый для соответствующего перемещения манипулятора 20. В полуавтоматическом режиме, например, за счет приведения в действие элемента управления можно запустить перемещение манипулятора 20 в определенное положение, например в нижнее положение U или положение площадки верхового рабочего. В рамках полуавтоматического режима, например, рычаг 54 переводится в вертикальное положение, например до вертикального перемещения или в связи с ним, или вертикальное движение остается заблокированным до тех пор, пока рычаг 54 не будет свисать вертикально. В автоматическом режиме могут автоматически выполняться различные последовательности перемещения и, в принципе, без необходимости вмешательства оператора, например установка бурильной трубы 12 в шурфе для наращивания 72, прием подаваемой снаружи бурильной трубы 12, а затем установка ее в шурфе для наращивания 72, объединение нескольких подаваемых снаружи бурильных труб 12 в элемент бурильной колонны 14, соединение нескольких подаваемых снаружи бурильных труб 12 в элемент бурильной колонны 14, а затем последующее размещение на площадке верхового рабочего 38 и так далее.

Хотя изобретение было дополнительно проиллюстрировано и подробно описано в наглядном примере исполнения, изобретение не ограничено разглашенными примерами, и специалисты в данной области могут получить другие варианты данной области без отступления от правовой защиты изобретения.

Отдельные аспекты, стоящие на переднем плане представленного здесь описания, можно обобщить следующим образом. Манипулятор 20 предназначен для использования на мачте 10 буровой установки и для перемещения бурильных труб 12 или элементов буровых колонн 14, а также представлен способ его работы. Манипулятор 20 включает основание 52, которое подвижно в вертикальном направлении в мачте 10 или на ней, а также рычаг 54, который находится на основании 52 и вращается вокруг оси вращения R1. Ось вращения R1 проходит параллельно или почти параллельно мачте 10 или траектории движения (центральная ось манипулятора A2) манипулятора 20 в мачте 10 или на ней. На оси вращения R1 вращающийся рычаг 54 дополнительно перемещается на шарнире, а именно может поворачиваться хотя бы вокруг одной поворотной оси R2. Поворотная ось R2 лежит в плоскости, перпендикулярной или почти перпендикулярной мачте 10 или траектории движения (центральная ось манипулятора A2) манипулятора 20 в мачте 10 или на ней. На свободном конце рычага 54 манипулятор 20 содержит особо подвижный инструмент 64 для захвата сегмента одного конца бурильной трубы 12 или одного конца элемента буровой колонны 14.

Перечисление условных обозначений

- 10 - Мачта;
- 12 - бурильная труба;
- 14 - элемент бурильной колонны;
- 16, 18 - свободный;
- 20 - манипулятор;
- 22, 24 - (мачта-) угловая опора;
- 26, 28 - направляющий профиль;
- 30, 32 - направляющий контрпрофиль;
- 34 - талевый блок;
- 36 - верхний привод;
- 38 - балкон верхового рабочего;
- 40 - лебедка;
- 42 - отклоняющий ролик;
- 44, 46, 48 - (свободный);
- 50 - устье буровой скважины;
- 52 - верхняя часть/основание;
- 54 - нижняя часть, шарнирный рычаг, рычаг;
- 56 - лебедка;
- 58 - гидравлический агрегат;

60 - сегмент плеча;
 62 - сегмент рычага;
 64 - инструмент;
 66 - исполнительный механизм;
 68 - (свободный);
 70 - буровая площадка;
 72 - шурф для наращивания;
 74 - выемка;
 76 - ПЛК;
 78 - компьютерная программа;
 80 - управляющий сигнал;
 82 - двигатель.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ перемещения бурильных труб или элементов буровых колонн буровой установки с использованием автоматизированного манипулятора (20), причем автоматизированный манипулятор (20) содержит основание (52), выполненное с возможностью вертикального перемещения в или на мачте (10), причем на основании (52) автоматизированного манипулятора (20) расположен подвижный рычаг (54) с возможностью поворота вокруг оси вращения (R1),

причем ось вращения (R1) параллельна или, по меньшей мере, в основном, параллельна мачте (10) или траектории движения автоматизированного манипулятора (20) в или на мачте (10),

причем рычаг (54) выполнен с возможностью поворота вокруг, по меньшей мере, одной поворотной оси (R2),

причем поворотная ось (R2) находится в плоскости, перпендикулярной или, по меньшей мере, в основном, перпендикулярной мачте (10) или траектории движения автоматизированного манипулятора (20) в или на мачте (10),

причем автоматизированный манипулятор (20) содержит на свободном конце рычага (54) подвижный инструмент (64) для зацепления части конца бурильной трубы (12),

причем автоматизированный манипулятор (20) выполнен с возможностью перемещения для смещения бурильных труб (12) или элементов буровой колонны (14) в вертикальном направлении в или на мачте (10) и/или рычаг (54) манипулятора (20) выполнен с возможностью поворота вокруг оси вращения (R1) и/или вокруг поворотной оси (R2),

причем способ включает в себя следующие этапы:

в горизонтальной или почти горизонтальной плоскости первую бурильную трубу (12) захватывают с помощью автоматизированного манипулятора (20) в области основания мачты и устанавливают посредством вертикального перемещения вдоль мачты (10) с вертикальной ориентацией,

первую бурильную трубу (12) устанавливают с вертикальной ориентацией в области мачты (10) с помощью автоматизированного манипулятора (20), в горизонтальной или почти горизонтальной плоскости вторую бурильную трубу (12) захватывают с помощью автоматизированного манипулятора (20) в области основания мачты и устанавливают посредством вертикального перемещения вдоль мачты (10) с вертикальной ориентацией,

вторую бурильную трубу (12) протягивают с помощью автоматизированного манипулятора (20) посредством вертикального перемещения вдоль мачты (10) на высоту верхнего конца первой бурильной трубы (12),

вторую бурильную трубу (12) размещают над первой бурильной трубой (12) с помощью автоматизированного манипулятора (20) для получения элемента буровой колонны (14) в виде комбинации первой бурильной трубы (12) и второй бурильной трубы (12).

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что элемент буровой колонны (14), содержащий первую бурильную трубу (12) и вторую бурильную трубу (12), устанавливают в области мачты (10) с помощью автоматизированного манипулятора (20), при этом в горизонтальной или почти горизонтальной плоскости принимают третью бурильную трубу (12) с помощью автоматизированного манипулятора (20) в области основания мачты и устанавливают посредством вертикального перемещения вдоль мачты (10) с вертикальной ориентацией, причем третью бурильную трубу (12) устанавливают автоматизированным манипулятором с вертикальной ориентацией в области мачты (10), при этом элемент буровой колонны (14), содержащий первую бурильную трубу (12) и вторую бурильную трубу (12), подтягивают с помощью автоматизированного манипулятора (20) и посредством вертикального перемещения вдоль мачты (10) на высоту в области верхнего конца третьей бурильной трубы (12), а элемент буровой колонны (14) позиционируют над третьей бурильной трубой (12) с помощью автоматизированного манипулятора (20) для получения элемента буровой колонны (14) в виде комбинации первой бурильной трубы (12) и второй бурильной трубы (12) с третьей бурильной трубой (12).

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что первую бурильную трубу (12) и третью бурильную

трубу (12) устанавливают с помощью автоматизированного манипулятора (20) в вертикальной ориентации в приемное устройство, обозначенное как шурф для наращивания (72).

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что автоматизированный манипулятор (20) перемещают в вертикальном направлении вдоль мачты (10) по центральной оси манипулятора (A2), которая расположена на расстоянии от центральной оси ствола скважины (A1) и параллельно или почти параллельно центральной оси ствола скважины (A1).

5. Цифровой носитель данных с электронными считываемыми управляющими сигналами, который предназначен для взаимодействия с ПЛК (76) для автоматизированного манипулятора (20), так что выполняется порядок действий по любому из пп.1-4, при этом автоматизированный манипулятор (20) предназначен для использования на мачте (10) буровой установки и для перемещения буровых труб (12) или элементов буровых колонн (14), при этом автоматизированный манипулятор (20) содержит основание (52), выполненное с возможностью вертикального перемещения в мачте (10) или на ней, причем автоматизированный манипулятор (20) содержит на основании (52) подвижный рычаг (54), выполненный с возможностью поворачивания вокруг оси вращения (R1), которая находится в плоскости, перпендикулярной или почти перпендикулярной мачте (10) или траектории движения автоматизированного манипулятора (20) в мачте (10) или на ней, при этом рычаг (54) выполнен с возможностью поворота вокруг по меньшей мере одной поворотной оси (R2), которая находится в плоскости, перпендикулярной или почти перпендикулярной мачте (10) или траектории автоматизированного манипулятора (20), проходящего в мачте (10) или на ней, и при этом автоматизированный манипулятор (20) содержит на свободном конце рычага (54) подвижный инструмент (64) для зацепления части одного конца буровой трубы (12).

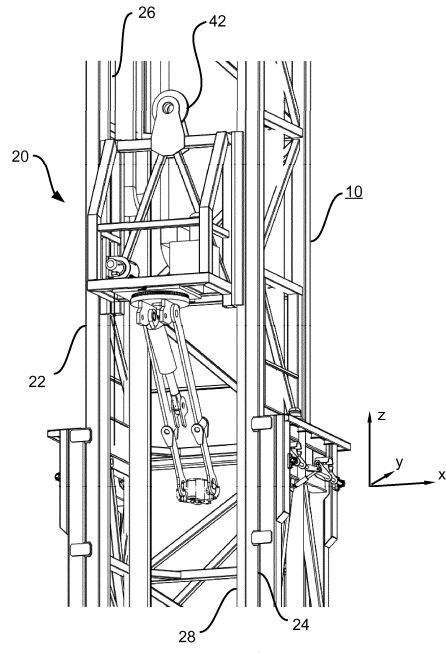
6. Автоматизированный манипулятор (20) для использования в буровой установке и для перемещения буровых труб (12) или элементов буровых колонн (14), содержащий основание (52), выполненное с возможностью вертикального перемещения в мачте (10) или на ней, при этом автоматизированный манипулятор (20) предусматривает на основании (52) подвижный рычаг (54), выполненный с возможностью поворота вокруг оси вращения (R1), при этом поворотная ось (R1) расположена в плоскости, перпендикулярной или почти перпендикулярной мачте (10) или траектории движения манипулятора (20) в мачте (10) или на ней, причем рычаг (54) выполнен с возможностью поворота вокруг хотя бы одной поворотной оси (R2), которая находится в плоскости, перпендикулярной или почти перпендикулярной мачте (10) или траектории автоматизированного манипулятора (20), проходящего в мачте (10) или на ней, и при этом автоматизированный манипулятор (20) содержит на свободном конце рычага (54) подвижный инструмент (64) для зацепления части одного конца буровой трубы (12), с ПЛК (76) для указанного автоматизированного манипулятора (20), который при своей эксплуатации осуществляет способ по любому из пп.1-4.

7. Буровая установка, отличающаяся тем, что содержит автоматизированный манипулятор (20) для использования в буровой установке и для перемещения буровых труб (12) или элементов буровых колонн (14), по меньшей мере один направляющий профиль (26, 28), прикрепленный к мачте (10) буровой установки, который определяет вертикальный диапазон перемещения автоматизированного манипулятора (20), и ПЛК (76) для указанного манипулятора (20), который при своей эксплуатации осуществляет способ по любому из пп.1-4, при этом автоматизированный манипулятор (20) содержит основание (52), выполненное с возможностью вертикального перемещения в мачте (10) или на ней, а также содержит на основании (52) подвижный рычаг (54), поворачивающийся вокруг оси вращения (R1), которая находится в плоскости, перпендикулярной или почти перпендикулярной мачте (10) или траектории движения автоматизированного манипулятора (20) в мачте (10) или на ней, при этом рычаг (54) выполнен с возможностью поворота вокруг хотя бы одной поворотной оси (R2), причем поворотная ось (R2) находится в плоскости, перпендикулярной или почти перпендикулярной мачте (10) или траектории автоматизированного манипулятора (20), проходящего в мачте (10) или на ней, и автоматизированный манипулятор (20) содержит на свободном конце рычага (54) подвижный инструмент (64) для зацепления части одного конца буровой трубы (12), а также имеет хотя бы один направляющий контрпрофиль (30, 32), соответствующий направляющему профилю (26, 28), при этом направляющий профиль (26, 28) и направляющий контрпрофиль (30, 32) при вертикальном перемещении автоматизированного манипулятора (20) входят в зацепление.

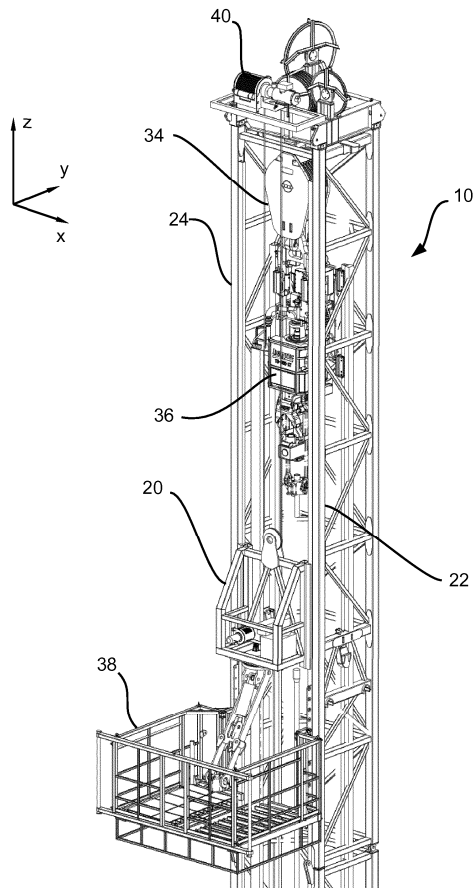
8. Буровая установка по п.7, отличающаяся тем, что установлен направляющий профиль (26, 28) на передней угловой стойке мачты (22, 24) мачты (10) буровой установки или соответствующий направляющий профиль (26, 28) на двух передних угловых стойках мачты (22, 24).

9. Буровая установка по п.8, отличающаяся тем, что один или каждый направляющий профиль (26, 28) на мачте (10), в частности на ее передних стойках (22, 24), установлен на смонтированной раме адаптера.

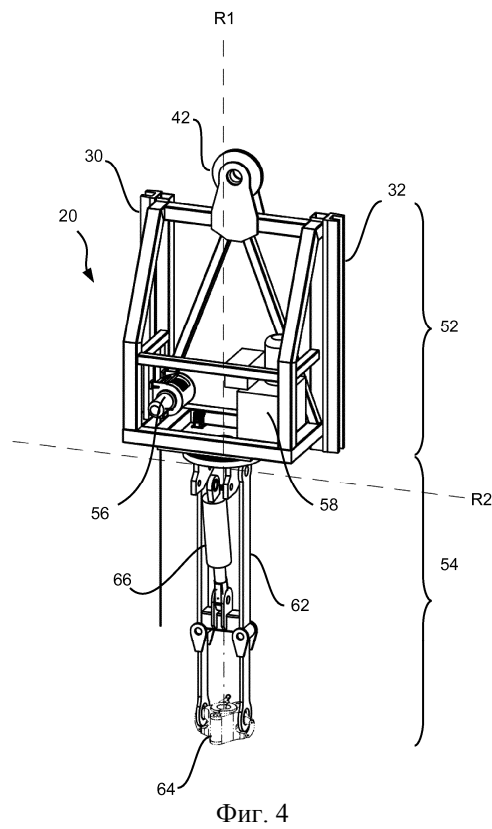
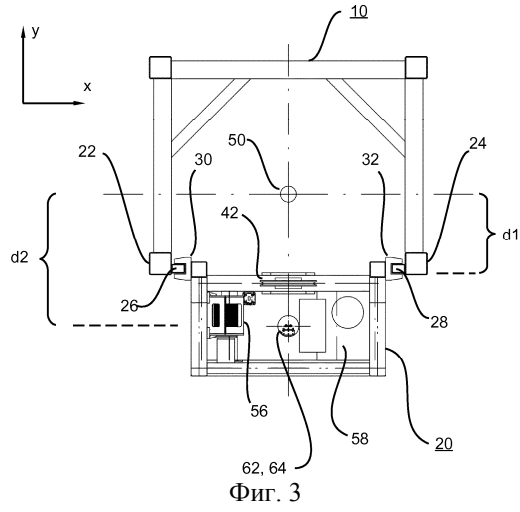
10. Буровая установка по любому из пп.7-9, в которой площадка верхового рабочего (38), установленная на мачте (10) буровой установки, имеет выемку (74), которая позволяет выполнять вертикальное перемещение автоматизированного манипулятора (20) из положения над площадкой верхового рабочего (38) до положения под площадкой верхового рабочего (38) и наоборот.

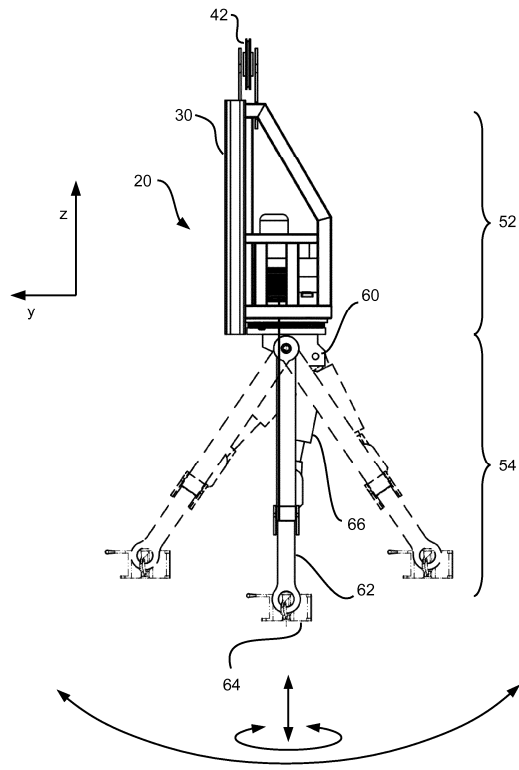


Фиг. 1

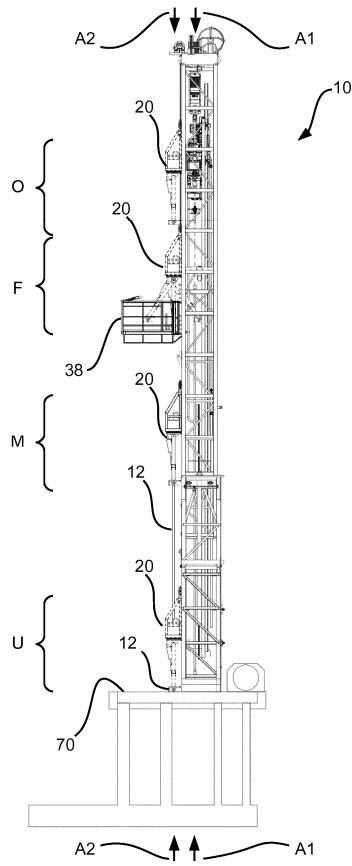


Фиг. 2

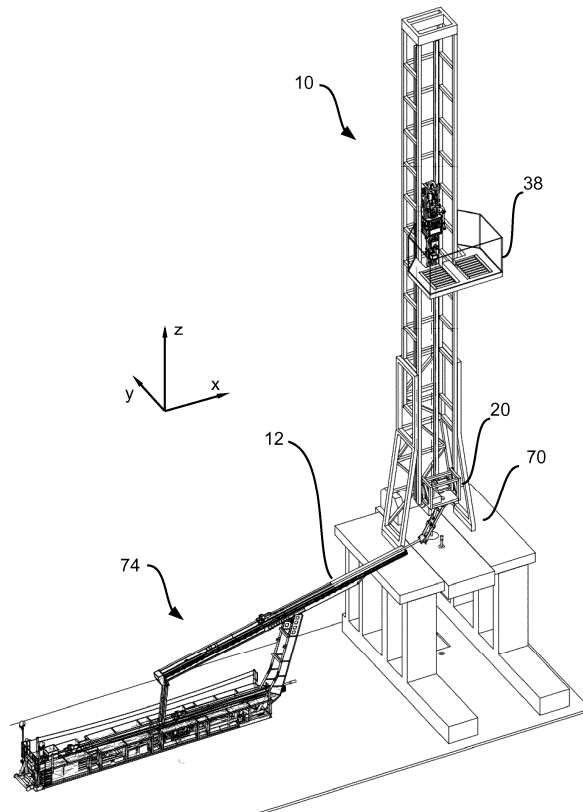




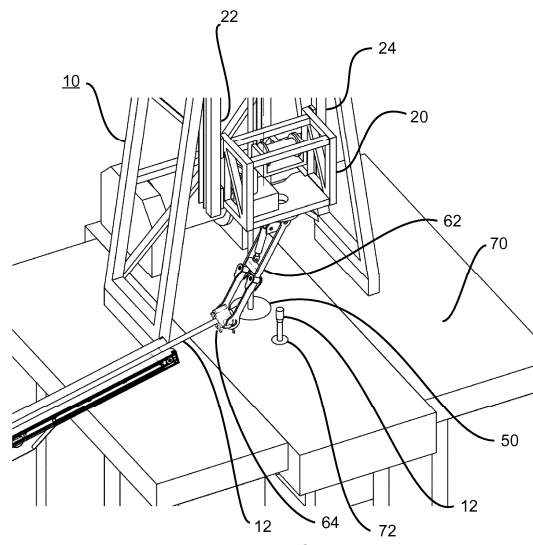
Фиг. 5



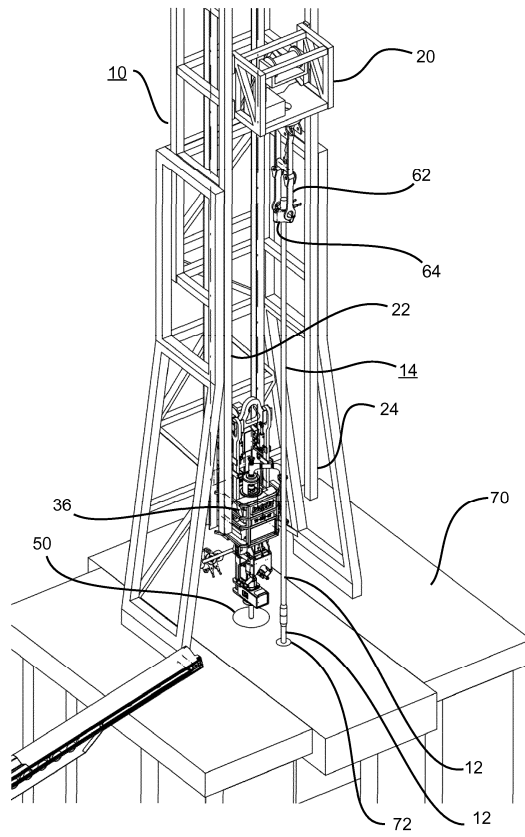
Фиг. 6



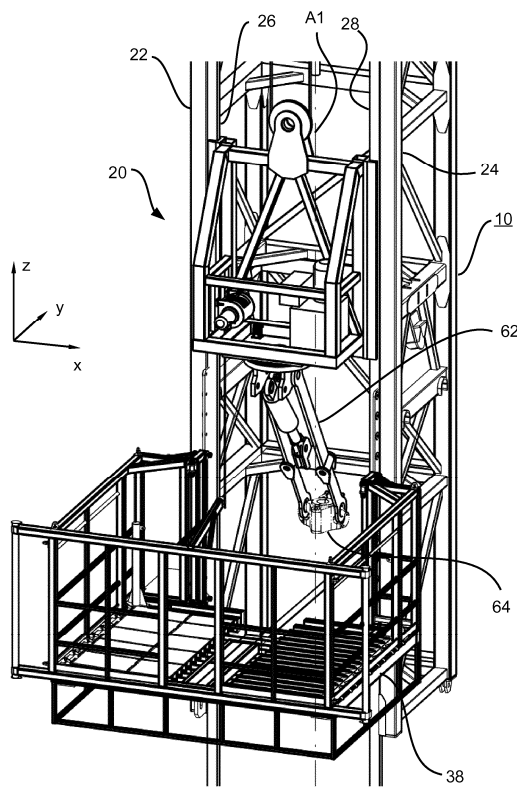
Фиг. 7



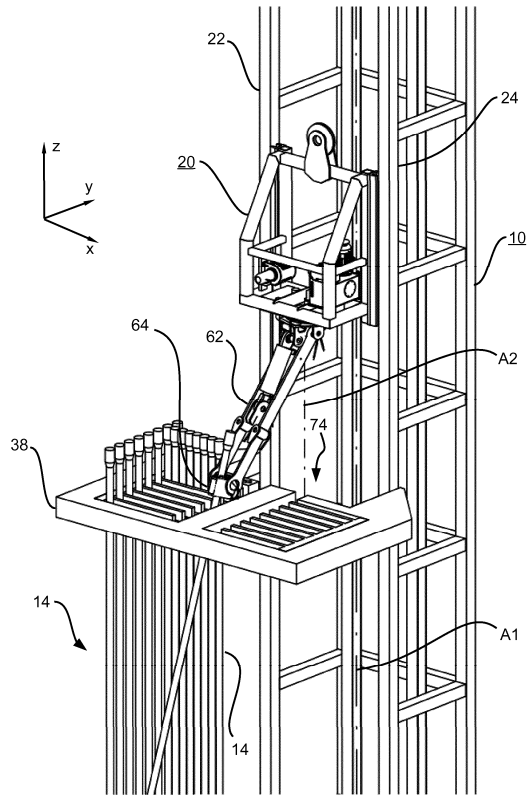
Фиг. 8



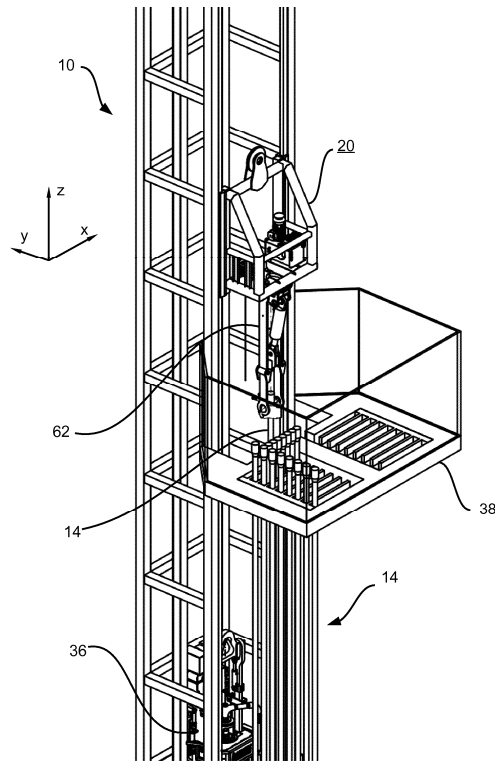
Фиг. 9



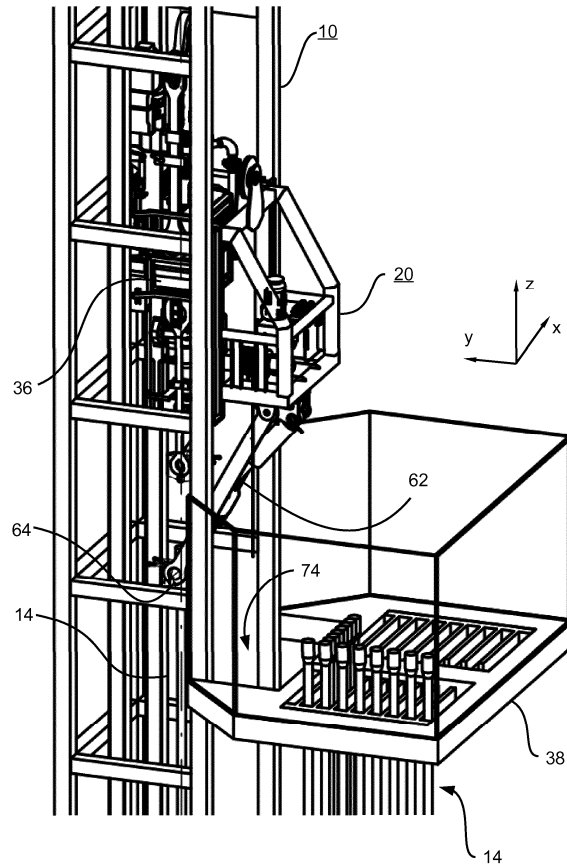
Фиг. 10



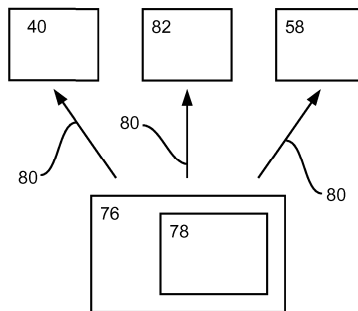
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14

