

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034444**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.02.07

(21) Номер заявки
201891517

(22) Дата подачи заявки
2017.01.11

(51) Int. Cl. **F04B 1/14** (2006.01)
F04B 9/02 (2006.01)
F04B 15/02 (2006.01)
F16H 23/08 (2006.01)
F04B 11/00 (2006.01)
F04B 23/06 (2006.01)

(54) НАСОСНЫЕ АГРЕГАТЫ С ПРЯМЫМ ПРИВОДОМ

(31) **62/277,363; 62/423,008; 62/429,446**

(32) **2016.01.11; 2016.11.16; 2016.12.02**

(33) **US**

(43) **2019.01.31**

(86) **PCT/US2017/013048**

(87) **WO 2017/123656 2017.07.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НЭШНЛ ОЙЛВЭЛ ВАРКО, Л.П. (US)

(72) Изобретатель:
Марика Адриан (US)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(56) **FR-A-911137**
US-A1-2014348677
EP-A1-0220527
FR-A1-2262753
US-A-5492457
DE-A1-19726702
DE-C-721098
US-A-5846056
DE-A1-102014212021
DE-A1-3727174
WO-A1-2011050585
US-A1-2015354329

(57) Раскрыты варианты реализации насосной системы с подсоединяемыми и отсоединяемыми насосными агрегатами. Насосные агрегаты могут содержать трансмиссию между приводной стороной и нагнетательной стороной, причем трансмиссия может содержать блок кулачка или блок рычагов или коромысла. Трансмиссия может содержать входной вал и муфту смещения, содержащую сквозное отверстие, проходящие под отличным от нуля углом к оси входного вала. Кроме того, трансмиссия может содержать соединительную деталь, содержащую сферическую деталь, первый вал и второй вал. Первый вал входит в сквозное отверстие муфты смещения, а сферическая деталь входит с возможностью скольжения в седло. Кроме того, трансмиссия содержит блок каретки, содержащий выступ. Второй вал проходит через выступ.

B1**034444****034444****B1**

Область и уровень техники

Изобретение в целом относится к системам нагнетания рабочей текучей среды. В частности, настоящее изобретение относится к насосным системам, содержащим один или более насосных агрегатов с прямым приводом для нагнетания рабочей текучей среды для последующей инъекции в подземный ствол скважины.

Для формирования нефтяной или газовой скважины оборудование низа бурильной колонны (ВНА), включая буровое долото, связано с длиной бурильной трубы для образования бурильной колонны. Бурильную колонну затем вводят в скважину, где бурение начинается. Во время бурения текучая среда, или "буровой глинистый раствор", циркулирует вниз через бурильную колонну для смазки и охлаждения бурового долота, а также для обеспечения транспортного средства для удаления бурового шлама из буровой скважины. После извлечения долота происходит возврат промывочной текучей среды к поверхности через кольцевое пространство, образованное между бурильной колонной и окружающей стенкой ствола буровой скважины (или обсадной трубой, представляющей собой облицовку стенки ствола буровой скважины). Насосы для бурового раствора обычно используют для подачи промывочной текучей среды к бурильной колонне во время буровых операций. Многие известные насосы для бурового раствора имеют строченную конфигурацию, содержащую три пневмоцилиндра, ведомые с несовпадением по фазе общим коленчатым валом и размещенные с возможностью гидравлической связи между всасывающим коллектором и выпускным коллектором. Во время работы насоса для бурового раствора каждый поршень выполняет возвратно-поступательное перемещение внутри соответствующего ему цилиндра. Во время перемещения поршня с изменением объема внутри цилиндра происходит вытягивание промывочной текучей среды из всасывающего коллектора в цилиндр. После изменения направления перемещения поршня на обратное происходит уменьшение объема внутри цилиндра и увеличение давления промывочной текучей среды, содержащейся внутри цилиндра. При достижении поршнем конца своего такта имеющая повышенное давление промывочная текучая среда вытекает из цилиндра в выпускной коллектор. Во время работы насоса для бурового раствора происходит повторение этого цикла, часто с высокой частотой повторения, и происходит непрерывная подача имеющей повышенное давление промывочной текучей среды к бурильной колонне с по существу постоянной скоростью.

Сущность изобретения

Некоторые раскрытые в описании варианты реализации настоящего изобретения относятся к насосному агрегату для нагнетания рабочей текучей среды. В одном варианте реализации настоящего изобретения насосный агрегат содержит основание, нагнетательную сторону, связанную с основанием, приводное устройство, связанное с основанием и блок трансмиссии, размещенный с возможностью связи между приводным устройством и нагнетательной стороной. Блок трансмиссии содержит входной вал, имеющий ось входного вала, муфту смещения, связанную с входным валом и содержащую сквозное отверстие, проходящее под отличным от нуля углом относительно оси входного вала, и соединительную деталь, содержащую сферическую деталь, первый вал, проходящий вдоль оси первого вала, и второй вал, проходящий вдоль оси второго вала. Первый вал получен через сквозное отверстие муфты смещения, а сферическая деталь с возможностью скольжения получена в седле, связанном с основанием. Кроме того, блок трансмиссии содержит блок каретки, содержащий выступ. Второй вал проходит через выступ. Кроме того, насосный агрегат содержит поршень, связанный с блоком каретки. Поворот входного вала вокруг оси входного вала обеспечивает возможность вызвать поворот первого вала соединительной детали вокруг оси входного вала; проворачивание сферического элемента соединительной детали в седле и возвратно-поступательное перемещение блока каретки относительно основания.

Указанные в настоящем описании варианты реализации настоящего изобретения включают комбинацию особенностей и характеристик, нацеленных на устранение различных недостатков, связанных с определенными предшествующими устройствами, системами и способами. Ранее были достаточно подробно указаны особенности и технические характеристики раскрытых вариантов реализации для лучшего понимания последующего подробного описания. Указанные выше различные характеристики и особенности, а также другие характеристики и особенности, будут совершенно очевидны для специалистов в данной области техники после прочтения последующего подробного описания со ссылками на сопровождающие чертежи. Следует принимать во внимание, что концепция и конкретные раскрытые варианты реализации настоящего изобретения могут быть легко использованы как база для модификации или разработки других структур, реализующих те же самые цели, что и раскрытые варианты реализации. Следует также понимать, что такие эквивалентные конструкции не отступают от духа и области действия принципов, раскрытых в настоящем описании.

Краткое описание чертежей

Для подробного описания различных взятых в качестве примера вариантов реализации изобретения будут сделаны ссылки на сопровождающие чертежи, на которых

на фиг. 1 схематически показан вид насосной системы для нагнетания рабочей текучей среды в соответствии с, по меньшей мере, с некоторыми вариантами реализации;

на фиг. 2 - вид сбоку одного из модульных насосных агрегатов насосной системы по фиг. 1;

на фиг. 3 - перспективный вид модульного насосного агрегата по фиг. 2;

на фиг. 4 и 5 - последовательный детальный вид в разрезе модульного насосного агрегата по фиг. 2;

на фиг. 6 - перспективный вид блока трансмиссии для использования внутри модульного насосного агрегата по фиг. 2;

на фиг. 7 - перспективный вид блока кулачков из блока трансмиссии по фиг. 6;

на фиг. 8 и 9 - перспективный вид и вид сбоку, соответственно, одного из кулачков блока кулачков по фиг. 7;

на фиг. 10 - вид сбоку неподвижного блока следящего устройства из блока трансмиссии по фиг. 6;

на фиг. 11 - вид сбоку подвижного блока следящего устройства из блока трансмиссии по фиг. 6;

на фиг. 12 схематически показан вид в разрезе подвижного блока следящего устройства по фиг. 11, размещенного внутри полости внешнего корпуса секции приводной стороны модульного насосного агрегата по фиг. 2;

на фиг. 13 - вид спереди блока передачи крутящего момента из блока трансмиссии по фиг. 6;

на фиг. 14 схематически показан вид в поперечном сечении связи между одним из блоков роликов и корпусом блока передачи крутящего момента по фиг. 13;

на фиг. 15 - покомпонентный перспективный вид плунжера модульного насосного агрегата по фиг. 2;

на фиг. 16 - боковой вид в разрезе плунжера по фиг. 15;

на фиг. 17 - увеличенный вид в разрезе, показывающий связь между плунжером по фиг. 15 и центральным валом подвижного блока следящего устройства по фиг. 11;

на фиг. 18 - боковой вид в разрезе секции нагнетательной стороны модульного насосного агрегата по фиг. 2;

на фиг. 19 - покомпонентный перспективный вид, показывающий секцию нагнетательной стороны по фиг. 18 и пару зажимных деталей для связи секции нагнетательной стороны с переходной пластиной;

на фиг. 20 - перспективный вид альтернативного варианта реализации блока трансмиссии для использования внутри модульного насосного агрегата по фиг. 2;

на фиг. 21 - перспективный вид еще одного модульного насосного агрегата для использования внутри насосной системы по фиг. 1 в соответствии, по меньшей мере, с некоторыми вариантами реализации настоящего изобретения;

на фиг. 22 - покомпонентный перспективный вид блока кулачков насосного агрегата по фиг. 21;

на фиг. 23 - увеличенный перспективный вид соединения между парой блоков роликов и соединительными тягами блока передачи крутящего момента из блока кулачков по фиг. 22;

на фиг. 24 - перспективный вид, показывающий установку блока кулачков по фиг. 22 на ведущем валу, связанном с двигателем насосного агрегата по фиг. 21;

на фиг. 25 - вид сбоку подвижного блока следящего устройства блока трансмиссии насосного агрегата по фиг. 21;

на фиг. 26 - вид спереди подвижного блока следящего устройства по фиг. 25;

на фиг. 27 - увеличенный перспективный вид опорного блока для поддержания осевого поступательного перемещения подвижного блока следящего устройства внутри насосного агрегата по фиг. 21;

на фиг. 28 - вид сверху опорного блока по фиг. 27;

на фиг. 29 - другой увеличенный перспективный вид опорного блока по фиг. 27;

на фиг. 30 схематически показан вид, показывающий взаимодействие опорного блока по фиг. 27 и подвижного блока следящего устройства по фиг. 25;

на фиг. 31 схематически показана насосная система для нагнетания рабочей текучей среды в соответствии, по меньшей мере, с некоторыми дополнительными вариантами реализации, раскрытыми в настоящем описании;

на фиг. 32 - перспективный вид пары насосных агрегатов для использования внутри насосной системы по фиг. 31;

на фиг. 33 - вид сбоку одной из насосных агрегатов по фиг. 32;

на фиг. 34 - увеличенный перспективный вид блока трансмиссии насосного агрегата по фиг. 33;

на фиг. 35 - увеличенный перспективный вид блока трансмиссии и нагнетательной стороны насосного агрегата по фиг. 33;

на фиг. 36 и 37 показаны последовательные виды сбоку в разрезе блока трансмиссии насосного агрегата по фиг. 33;

на фиг. 38 - вид сбоку в разрезе нагнетательной стороны и поршня насосного агрегата по фиг. 33;

на фиг. 39 - вид сбоку в разрезе нагнетательной стороны насосного агрегата по фиг. 33;

На фиг. 40А и 40В - перспективные виды другой нагнетательной стороны для использования внутри насосного агрегата по фиг. 33;

на фиг. 41 - покомпонентный перспективный вид нагнетательной стороны и опорной пластины опорной рамы насосного агрегата по фиг. 3;

на фиг. 42 - перспективный вид еще одного насосного агрегата для использования внутри насосной системы фиг. 31 в соответствии, по меньшей мере, с некоторыми вариантами реализации, раскрытыми в настоящем описании;

на фиг. 43 - вид сбоку насосного агрегата по фиг. 42;

на фиг. 44 - вид сбоку в разрезе блока трансмиссии насосного агрегата по фиг. 42;
 на фиг. 45 - вид в разрезе вдоль сечения 45-45 на фиг. 44;
 на фиг. 46 - перспективный вид другого варианта реализации блока трансмиссии для использования внутри насосных агрегатов, раскрытых в настоящем описании;
 на фиг. 47 - вид сбоку блока трансмиссии по фиг. 46;
 на фиг. 48 и 49 - перспективные виды блока трансмиссии по фиг. 46 во время работы;
 на фиг. 50 - перспективный вид другого варианта реализации блока трансмиссии для использования внутри насосных агрегатов, раскрытых в настоящем описании;
 на фиг. 51 схематически показан вариант реализации блока ослабления пульсаций давления для использования внутри насосной системы по фиг. 31 в соответствии, по меньшей мере, с некоторыми вариантами реализации, раскрытыми в настоящем описании;
 на фиг. 52 - перспективный вид блока ослабления пульсаций давления по фиг. 51;
 на фиг. 53 - перспективный вид варианта реализации блока ослабления пульсаций давления для использования внутри насосной системы по фиг. 31 в соответствии, по меньшей мере, с некоторыми вариантами реализации, раскрытыми в настоящем описании;
 на фиг. 54 - другой перспективный вид блока ослабления пульсаций давления по фиг. 53 с удаленным внешним корпусом;
 на фиг. 55 - вид сбоку в разрезе узла соединений и камеры нагнетания из блока ослабления пульсаций давления по фиг. 53;
 на фиг. 56 - перспективный вид блока трансмиссии из блока ослабления пульсаций давления по фиг. 53;
 на фиг. 57 - вид сверху блока приводного устройства из блока ослабления пульсаций давления по фиг. 53;
 на фиг. 58 - перспективный, покомпонентный вид блока крутильного отклонения из блока ослабления пульсаций давления по фиг. 53;
 на фиг. 59 - вид с торца блока крутильного отклонения по фиг. 68;
 на фиг. 60 - перспективный вид другого варианта реализации блока трансмиссии для использования внутри насосных агрегатов, раскрытых в настоящем описании; и
 на фиг. 61 - вид сбоку блока трансмиссии по фиг. 60.

Осуществление изобретения

Последующее раскрытие нацелено на различные взятые в качестве примера варианты реализации изобретения. Однако специалисту в данной области техники понятно, что раскрытые в настоящем описании примеры имеют широкую область применения и что обсуждение любого варианта реализации предназначено только для использования этого варианта реализации в качестве примера и не предназначено для предположения, что область раскрытия, включая пункты формулы изобретения, ограничена этим вариантом реализации.

Фигуры на чертежах не обязательно вычерчены в масштабе. В описании определенные особенности и компоненты могут быть показаны в преувеличенном масштабе или в несколько схематической форме, а некоторые подробности известных элементов могут быть опущены для ясности и краткости.

В последующем обсуждении и в пунктах формулы изобретения термины "содержащий" и "включающий" использованы неисчерпывающим образом и поэтому должны быть интерпретированы, как означающие "включающий, но не ограниченный этим ...". Кроме того, термин "связь" или "связи" использован для обозначения косвенной или непосредственной связи. Таким образом, при связи первого устройства со вторым устройством это соединение может быть выполнено посредством непосредственного соединения этих двух устройств или посредством косвенного соединения, установленного через другие устройства, компоненты, узлы и соединения. Кроме того, при использовании в настоящем описании термины "осевой" и "в осевом направлении" в целом означают направление вдоль или параллельно данной оси (например, центральной оси корпуса или порта), тогда как термины "радиальный" и "в радиальном направлении" в целом означают направление перпендикулярно к данной оси. Например, осевое расстояние относится к расстоянию, измеренному вдоль или параллельно оси, а радиальное расстояние означает расстояние, измеренное перпендикулярно к оси.

Как было описано выше, насосы для бурового раствора, содержащие множество блоков пневмоцилиндров, ведомые с несовпадением по фазе общим коленчатым валом, как правило использованы для подачи промывочной текучей среды к бурильной колонне во время буровых операций. Эти насосы имеют площадь основания для установки и конфигурацию. Таким образом, при необходимости увеличения расхода промывочной текучей среды выше того, что могут подать пневмоцилиндры, должен быть установлен дополнительный насос для бурового раствора или должен быть разработан и изготовлен, другой насос для бурового раствора, содержащий соответствующее количество пневмоцилиндров для обеспечения нужного расхода промывочной текучей среды. В результате эти известные насосы для бурового раствора сложно приспособить к изменяющимся техническим характеристикам и потребностям многих буровых приложений. Кроме того, соответствующее пространство должно быть обеспечено на буровой площадке для учета не только размера этих насосов для бурового раствора, но также и площади основа-

ния для их установки.

Соответственно, раскрытые в настоящем описании варианты реализации настоящего изобретения включают насосные системы для нагнетания рабочей текучей среды (например, промывочной текучей среды) для инъекции в подземную скважину, которые содержат множество модульных насосных агрегатов. В результате количество и конкретное устройство модульных насосных агрегатов могут быть изменены при желании обеспечить конкретные значения расхода и давления и требования к размерам при буровых операциях.

Обратимся теперь к фиг. 1, на которой показана насосная система 10 для нагнетания рабочей текучей среды (например, бурового раствора). Система 10 в целом содержит всасывающий коллектор 12, пару выпускных коллекторов 14 и множество модульных насосных агрегатов 100. Всасывающий коллектор 12 соединен по текучей среде с источником рабочей текучей среды (например, с цистерной для хранения бурового раствора), а выпускные коллекторы 14 соединены по текучей среде с центральным сквозным отверстием буровой колонны. Хотя это специально не показано, в этом варианте реализации изобретения выпускные коллекторы 14 объединены в один выпускной трубопровод или коллектор далее по потоку от насосных агрегатов 100 или связаны с ним. Каждый насосный агрегат 100 связан со всасывающим коллектором 12 посредством соответствующего всасывающего трубопровода 40 и связан с выпускным коллектором 14 посредством соответствующего выпускного трубопровода 60, так что каждый насосный агрегат 100 выполнен с возможностью получения текучей среды от всасывающего коллектора 12 через соответствующий всасывающий трубопровод 40 и выпуска текучей среды под повышенным давлением к одному из выпускных коллекторов 14 через соответствующий выпускной трубопровод 60.

Кроме того, как показано на фиг. 1, насосная система 10 содержит множество всасывающих клапанов 32 и выпускных клапанов 34. Каждый из всасывающих клапанов 32 размещен вдоль одного из всасывающих трубопроводов 40, а каждый из выпускных клапанов 34 размещен вдоль одного из выпускных трубопроводов 60. Каждый из клапанов 32, 34 связан с центральным контроллером 20 через соответствующее соединение 35 (которое может быть выполнено в виде любого соответствующего проводного или беспроводного соединения для обмена сигналами). Контроллер 20 может содержать процессор и запоминающее устройство, причем запоминающее устройство содержит программное обеспечение для выполнения его процессором для обеспечения всех функциональных возможностей контроллера 20, раскрытых в настоящем описании. Каждый из клапанов 32, 34 также содержит пару датчиков 36, 38, которые выполнены с возможностью определения открыт или закрыт соответствующий клапан (например, клапан 32, 34), т.е. находятся ли клапаны 32, 34 в открытом положении или в закрытом положении, соответственно). В частности, один датчик 36 выполнен с возможностью определения, что соответствующий клапан находится в открытом положении (для обеспечения, таким образом, возможности свободного течения текучей среды вдоль соответствующего трубопровода 40, 60), а другой датчик 38 выполнен с возможностью определения, что соответствующий клапан находится в закрытом положении (для предотвращения или ограничения, таким образом, потока текучей среды вдоль соответствующего трубопровода 40, 60). Каждый из датчиков 36, 38 выполнен с возможностью связи с контроллером 20 через соединения 35, так что контроллер 20 способен знать, находится ли каждый клапан 32, 34 в открытом положении или в закрытом положении. В этом варианте реализации настоящего изобретения контроллер 20 связан с внешним устройством 22, таким как, например, дисплей (например, компьютерный монитор), который выполнен с дополнительной возможностью отображения информации (например, графика), показывающей, какой из клапанов 32, 34 находится в открытом положении и какой из клапанов 32, 34 находится в закрытом положении. Кроме того, в некоторых вариантах реализации контроллер 20 может быть выполнен с возможностью активировать переход каждого из клапанов 32, 34 между открытыми и закрытыми положениями.

Обратимся теперь к фиг. 2-4, на которых показан один из насосных агрегатов 100, причем следует понимать, что каждый из насосных агрегатов 100 выполнен аналогичным образом. Насосный агрегат 100 содержит центральную или продольную ось 105, секцию 110 приводной стороны и секцию 250 нагнетательной стороны, соседствующую в осевом направлении с секцией 110 приводной стороны. Секция 110 приводной стороны вынуждает плунжер 220 выполнять возвратно-поступательное перемещение внутри секции 250 нагнетательной стороны для нагнетания рабочей текучей среды (например, бурового раствора) во время работы. Например, как показано на фиг. 1, возвратно-поступательное перемещение плунжера 220 внутри секции 250 нагнетательной стороны каждого насосного агрегата 100 приводит к потоку рабочей текучей среды от всасывающего коллектора 12 через соответствующий всасывающий трубопровод 40, через насосный агрегат 100 и в один из выпускных коллекторов 14 через соответствующий выпускной трубопровод 60.

Возвратившись теперь к фиг. 2-4, а конкретнее к фиг. 4, можно видеть, что секция 110 приводной стороны содержит внешнюю оболочку 112, содержащую первый или внутренний конец 112а и второй или внешний конец 112b, противоположный внутреннему концу 112а. Внешняя оболочка 112 образует внутреннюю полость 113, проходящую в осевом направлении от внутреннего конца 112а к внешнему концу 112b. Кроме того, переходная пластина 114 связана с внутренним концом 112а для способствования связи секции 110 приводной стороны с секцией 250 нагнетательной стороны. Лучшее всего показан-

ная на фиг. 3 и 4, переходная пластина 114 содержит первую сторону 114а, вторую сторону 114b, противоположную первой стороне 114а, и центральное отверстие 116, проходящее между сторонами 114а, 114b. Вторая сторона 114b переходной пластины 114 скреплена с внутренней стороной 112а внешней оболочкой 112 таким образом, что отверстие 116 на переходной пластине 114 обеспечивает отверстие в полость 113.

Как лучше всего показано на фиг. 4, внутренняя полость 113 поддерживает и содержит двигатель 120 и блок 130 трансмиссии. В этом варианте реализации настоящего изобретения двигатель 120 выполнен в виде электродвигателя, содержащего статор 122 и ротор 124, концентрически размещенный внутри статора 122 вокруг оси 105. Деталь 126 теплопереноса (или охлаждающая рубашка) размещена радиально между статором 122 и ротором 124 для удаления тепловой энергии (например, теплоты) от ротора 124. Во время работы электрический ток направлен через проводящие обмотки (не показаны), проходящие через статор 122 для индуцирования выполняющего поворот магнитного поля, что вызывает поворот ротора 124 относительно центральной оси 105 способом, известным специалисту в данной области техники. В некоторых вариантах реализации двигатель 120 представляет собой электродвигатель модели MST 53-L компании REXROTH® из Спрингдейла, Арканзас. Однако следует принимать во внимание, что в других вариантах реализации двигатель 120 может не быть электродвигателем и может, вместо этого, быть выполненным в виде любого другого соответствующего типа двигателя (например, двигателя внутреннего сгорания, гидравлического двигателя, пневматического двигателя и т.д.), подходящего для выполнения поворота другим компонентом.

Обратившись теперь к фиг. 4 и 6-9, можно видеть, что блок 130 трансмиссии содержит блок 140 кулачков, пару блоков 160, 180 следящего устройства и блок 200 передачи крутящего момента. Как лучше всего показано на фиг. 6 и 7, блок 140 кулачков содержит центральную или продольную ось 145, соосную с осью 105 во время работы, пару спиральных кулачков 142, и соединительную деталь 150, связанную с кулачками 142 и вытянутую в осевом направлении между ними.

Как лучше всего показано на фиг. 7-9, каждый кулачок 142 содержит первую сторону 142а, вторую сторону 142b, противоположную в осевом направлении первой стороне 142b, радиально наружную цилиндрическую поверхность 142с, проходящую в осевом направлении между сторонами 142а, 142b, и сквозное отверстие 144, также проходящие в осевом направлении между сторонами 142а, 142b. Как лучше всего показано на фиг. 6 и 7, первая сторона 142а каждого кулачка 142 обращена в осевом направлении от соединительной детали 150, а вторая сторона 142b обращена в осевом направлении к соединительной детали 150. Таким образом, первая сторона 142а может быть указана в настоящем описании как "внешняя сторона" 142а, и вторая сторона 142b может быть указана в настоящем описании как "внутренняя сторона" 142b.

Обратившись, в частности, теперь к фиг. 8 и 9, можно видеть, что внутренняя сторона 142 содержит кольцевую плоскую поверхность 143, проходящую в радиальном направлении между радиально наружной поверхностью 142с и сквозным отверстием 144. Кроме того, внешняя сторона 142а каждого кулачка 142 содержит пару спиральных поверхностей, в частности первую спиральную поверхность 146, проходящую в первом спиральном направлении вокруг оси 145, и вторую спиральную поверхность 148, проходящую во втором спиральном направлении вокруг оси 145, которое противоположно первому спиральному направлению первой спиральной поверхности 146. Каждая спиральная поверхность 146, 148 имеет первый конец 146а, 148а, соответственно, и второй конец 146b, 148b, соответственно, противоположный первому концу 146а, 148а соответственно. Первые концы 146а, 148а спиральных поверхностей 146, 148, соответственно, сближены под углом друг с другом, а вторые концы 146b, 148b спиральных поверхностей 146, 148 сближены под углом друг к другу вдоль внешней стороны 142а. Каждая из спиральных поверхностей 146, 148 выполнена в форме геликоидов, проходящих между их соответствующими концами 146а, 148а, 146b, 148b в противоположных спиральных направлениях. При использовании в настоящем описании термин "геликоид" относится к поверхности, образованной посредством одновременного поворота линии или кривой вокруг оси и поступательного перемещения линии или кривой вдоль оси (например, спиральная поверхность) (т.е. термин "геликоид" относится к поверхности, которая образована посредством спирального поступательного перемещения линии или кривой вокруг оси). В этом варианте реализации настоящего изобретения каждая поверхность 146, 148 геометрически образована линейным сегментом, проходящим в радиальном направлении между сквозным отверстием 144 и радиально наружной поверхностью 142с вокруг оси 145, который одновременно повернут вокруг оси 145 и поступательно перемещен вдоль оси 145. В результате любая плоскость, проходящая перпендикулярно оси 145, которая также проходит через одну из поверхностей 146, 148 между соответствующими концами 146а, 146b, 148а, 148b, будет включать радиальный линейный сегмент от пересеченной поверхности 146, 148. Для образования противоположных спиральных направлений поверхностей 146, 148, поворота для поверхности 146 противоположно направлению поворота для поверхности 148. Таким образом, поверхности 146, 148 проходят по спирали вокруг оси 145 между их соответствующими концами 146а, 146b, 148а, 148b, причем поверхность 146 проходит по спирали в первом направлении, а поверхность 148 проходит по спирали во втором направлении, противоположном первому направлению.

Первая переходная поверхность 147 проходит под углом между концами 146а, 148а, а вторая пере-

ходная поверхность 149 проходит под углом между концами 146b, 148b. Переходные поверхности 147, 149 искривлены для обеспечения гладкого перехода между примыкающими спиральными поверхностями 146, 148. Вследствие противоположности спиральных направлений поверхностей 146, 148 переходная поверхность 147 вогнута в осевом направлении, а переходная поверхность 149 выпукла в осевом направлении. Другими словами, первая переходная поверхность 147 искривлена в осевом направлении к внутренней стороне 142b, а вторая переходная поверхность 149 искривлена в осевом направлении от внутренней стороны 142b. Кроме того, противоположные спиральные направления поверхностей 146, 148 также приводят к увеличению осевой длины L_{142} каждого кулачка 142, проходящего в осевом направлении между сторонами 142a, 142b, при перемещении в радиальном направлении от первой переходной секции 147 ко второй переходной секции 149, и ее уменьшению при перемещении в радиальном направлении от второй переходной секции 149 к первой переходной секции 147. Таким образом, значение осевой длины L_{142} имеет относительный минимум в первой переходной секции 147 (например, в средней точке переходной секции 147 на полпути по окружности между концами 146a, 148a спиральных поверхностей 146, 148, соответственно) и относительный максимум во второй переходной секции 149 (например, в средней точке переходной секции переходной секции 149 на полпути по окружности между концами 146b, 148b спиральных поверхностей 146, 148, соответственно). Каждая переходная поверхность 147, 149 может иметь зазор примерно в 15° от внешней стороны 142a кулачка 142 при рассмотрении в осевом направлении; однако возможны другие размеры поверхностей 147, 149.

Обратимся теперь к фиг. 4 и 7, на которых соединительная деталь 150 имеет первый конец 150a, второй конец 150b, противоположный первому концу 150a, радиально наружную поверхность 150c, проходящую в осевом направлении между концами 150a, 150b, и сквозное отверстие 152, также проходящие в осевом направлении между концами 150a, 150b. Как лучше всего показано на фиг. 7, радиально наружная поверхность 150c выполнена многоугольной в радиальном поперечном сечении, так что радиально наружная поверхность 150c содержит множество плоских поверхностей 154, проходящих в осевом направлении между концами 150a, 150b. В этом варианте реализации настоящего изобретения радиально наружная поверхность 150c выполнена шестиугольной в радиальном поперечном сечении, так что радиально наружная поверхность 150c содержит в общей сложности шесть (6) плоских поверхностей 154, проходящих в осевом направлении между концами 150a, 150b. В этом варианте реализации сквозное отверстие 152 выполнено в целом в форме цилиндра; однако возможны и другие формы.

Обратимся теперь к фиг. 4, 6 и 7, на которых соединительная деталь 150 размещена в осевом направлении между кулачками 142 вдоль оси 145. В частности, первый конец 150a соединительной детали 150 входит во взаимодействие и соединен встык с внутренней стороной 142b одного из кулачков 142, а второй конец 150b соединительной детали 150 входит во взаимодействие и соединен встык с внутренней стороной 142b другого из кулачков 142. Кроме того, кулачки 142 прикреплены к соединительной детали 150 таким образом, что первые переходные секции 147 обоих кулачков 142 выровнены по периферии или под углом вокруг оси 145, а вторые переходные секции 149 обоих кулачков 142 выровнены по периферии или под углом вокруг оси 145. Далее, как лучше всего показано на фиг. 4 и 7, при вхождении во взаимодействие в осевом направлении соединительной детали 150 между кулачками 142 сквозные отверстия 142d кулачков 142 и сквозное отверстие 152 соединительной детали 150 выровнены в осевом направлении вдоль оси 145.

Обратимся теперь к фиг. 4, 6 и 10, на которых следящие устройства 160, 180 содержат неподвижный блок 160 следящего устройства и подвижный блок 180 следящего устройства. Неподвижный блок 160 следящего устройства содержит центральный вал 162, опорный держатель 168 и деталь 170 подшипника.

Обратимся теперь, в частности, к фиг. 10, на которой центральный вал 162 представляет собой вытянутую деталь, содержащую центральную или продольную ось 165, первый или внутренний конец 162a, второй или внешний конец 162b, противоположный внутреннему концу 162a и радиально наружную поверхность 162c, проходящую в осевом направлении между концами 162a, 162b. Внутренний конец 162a содержит вытянутую в осевом направлении выемку 164, содержащую вогнутую цилиндрическую монтажную поверхность 166, проходящую в форме цилиндра вокруг радиуса оси 135 (т.е. трубопровод, проходящий ортогонально к оси 135). Кроме того, вал 162 содержит монтажную выемку 161, проходящую в радиальном направлении внутрь от радиально наружной поверхности 162c, которая образует проходящую в осевом направлении плоскую монтажную поверхность 163, проходящую в осевом направлении от внутреннего конца 162a центрального вала 162 вокруг оси 165.

Опорный держатель 168 содержит первый или верхний конец 168a и второй или нижний конец 168b, противоположный верхнему концу 168a. Нижний конец 168b входит во взаимодействие с плоской монтажной поверхностью 163 на центральном валу 162 и прикреплен к ней таким образом, что верхний конец 168a выполнен дальним относительно центрального вала 162. В некоторых вариантах реализации нижний конец 168b входит во взаимодействие с плоской монтажной поверхностью 163 посредством связующей детали (например, болта, заклепки, винта, гвоздя и т.д.); однако в других вариантах реализации нижний конец 168b может быть введен во взаимодействие с поверхностью 163 некоторым другим способом (например, посредством сварки, клея и т.д.). Верхний конец 168a содержит выемку 169, которая образует вогнутую цилиндрическую монтажную поверхность 167. Нижний конец 168b прикреплен к пло-

ской монтажной поверхности 163 центрального вала 162 таким образом, что вогнутая цилиндрическая монтажная поверхность 167 проходит в форме цилиндра с некоторым радиусом вокруг оси 165. В частности, в этом варианте реализации настоящего изобретения обе вогнутые цилиндрические монтажные поверхности 166, 167 проходят в форме цилиндра с некоторым радиусом вокруг оси 165.

Деталь 170 подшипника содержит вытянутый вал 172 и множество элементов 174 подшипника с возможностью поворота прикрепленных к валу 172. Вал 172 содержит центральную или продольную ось 175, первый или верхний конец 172a, второй или нижний конец 172b, противоположный верхнему концу 172a, и радиально наружную поверхность 172с, проходящую в осевом направлении между концами 172a, 172b. Радиально наружная поверхность 172с содержит первую или верхнюю цилиндрическую монтажную секцию 176, проходящую в осевом направлении от верхнего конца 172a, и вторую или нижнюю цилиндрическую монтажную секцию 178, проходящую в осевом направлении от нижнего конца 172b. Верхняя монтажная секция 176 выполнена с возможностью размещения внутри выемки 169 и входит во взаимодействие с вогнутой цилиндрической монтажной поверхностью 167 и прикреплена к ней, а нижняя монтажная секция 178 выполнена с возможностью размещения внутри выемки 164 и входит во взаимодействие с вогнутой цилиндрической монтажной поверхностью 166 и прикреплена к ней. Таким образом, ось 165 выровнена с осью кривизны каждой из вогнутых цилиндрических монтажных поверхностей 166, 167. Элементы 174 подшипника представляют собой цилиндрические детали, размещенные вокруг вала 172 и размещенные в осевом направлении между верхними и нижними цилиндрическими монтажными секциями 176, 178 соответственно. Во время работы элементы 174 подшипника способны выполнять поворот вокруг оси 175 относительно вала 172. Как будет описано более подробно ниже, элементы 174 подшипника входят во взаимодействие со спиральными поверхностями 146, 148 на одном из кулачков 142 для способствования осевому перемещению плунжера 220 во время работы насосного агрегата 100. По меньшей мере, в некоторых вариантах реализации элементы 174 подшипника могут содержать самоустанавливающиеся подшипники (например, сферические самоустанавливающиеся подшипники) для поддержания соответствующего контакта несмотря на допуски при обработке и расхождения во время работы.

Обратимся теперь к фиг. 11, на которой блок 180 следящего устройства содержит центральный вал 182, опорный держатель 188 и деталь 190 подшипника. Центральный вал 182 представляет собой вытянутую деталь, содержащую центральную или продольную ось 185, первый или внутренний конец 182a, второй или внешний конец 182b, противоположный внутреннему концу 182a, и радиально наружную поверхность 182с, проходящую в осевом направлении между концами 182a, 182b. Внутренний конец 182a содержит проходящую в осевом направлении выемку 184, содержащую вогнутую цилиндрическую монтажную поверхность 186, проходящую в форме цилиндра с некоторым радиусом вокруг оси 185 (т.е. трубопровод, проходящий ортогонально к оси 185). Кроме того, вал 182 содержит монтажную выемку 181, проходящую в радиальном направлении внутрь от радиально наружной поверхности 182с, которая образует проходящую в осевом направлении плоскую монтажную поверхность 186, проходящую в осевом направлении от внутреннего конца 182a центрального вала 182. Далее, внешний конец 182b содержит соединитель 194, который, как будет описано более подробно ниже, выполнен с возможностью введения во взаимодействие и сопряжения с соответствующим соединителем на плунжере 220. В этом варианте реализации настоящего изобретения соединитель 194 содержит резьбовую монтажную выемку 191, проходящую в осевом направлении от внешнего конца 182b вала 182.

Обратившись еще раз к фиг. 11, можно видеть, что опорный держатель 188 содержит первый или верхний конец 188a и второй или нижний конец 188b, противоположный верхнему концу 188a. Нижний конец 188b входит во взаимодействие с плоской монтажной поверхностью 183 на центральном валу 182 и прикреплен к ней таким образом, что верхний конец 188a является дальним к центральному валу 182. В некоторых вариантах реализации нижний конец 188b входит во взаимодействие с плоской монтажной поверхностью 183 посредством связующей детали (например, болта, заклепки, винта, гвоздя и т.д.); однако в других вариантах реализации нижний конец 188b может быть введен во взаимодействие с поверхностью 183 некоторым другим способом (например, посредством сварки, клея и т.д.). Верхний конец 188a содержит выемку 189, образующую вогнутую цилиндрическую монтажную поверхность 187. Нижний конец 188b прикреплен к плоской монтажной поверхности 183 центрального вала 182 таким образом, что вогнутая цилиндрическая монтажная поверхность 187 проходит в форме цилиндра с некоторым радиусом вокруг оси 185. В частности, в этом варианте реализации обе вогнутые цилиндрические монтажные поверхности 186, 187 выполнены в форме цилиндра с одинаковым радиусом вокруг оси 185.

Деталь 190 подшипника содержит вытянутый вал 192 и множество элементов 174 подшипника с возможностью поворота прикрепленных к валу 192. Вал 192 содержит центральную или продольную ось 195, первый или верхний конец 192a, второй или нижний конец 192b, противоположный верхнему концу 192a и радиально наружную поверхность 192с, проходящую в осевом направлении между концами 192a, 192b. Радиально наружная поверхность 192с содержит первую или нижнюю цилиндрическую монтажную секцию 196, проходящую в осевом направлении от нижнего конца 192b, и вторую или верхнюю цилиндрическую монтажную секцию 198, проходящую в осевом направлении от нижней цилиндрической монтажной секции 196. Верхняя монтажная секция 198 выполнена с возможностью размещения внутри

выемки 189 и входит во взаимодействие с вогнутой цилиндрической монтажной поверхностью 187 и прикреплена к ней, а нижняя монтажная секция 196 выполнена с возможностью размещения внутри выемки 184 и входит во взаимодействие с вогнутой цилиндрической монтажной поверхностью 186 и прикреплена к ней. Таким образом, ось 195 выровнена с осью кривизны каждой из вогнутых цилиндрических монтажных поверхностей 186, 187. Элементы 174 подшипника выполнены теми же самыми, как и описанные выше для неподвижного блока 160 следящего устройства. Кроме того, как показано на фиг. 11, элементы 174 подшипника подвижного блока 180 следящего устройства с возможностью поворота размещены вокруг вала 192, и размещены в осевом направлении выше каждой из верхней и нижней цилиндрических монтажных секций 198, 196 соответственно. Во время работы элементы 174 подшипника способны выполнять поворот вокруг оси 195 относительно вала 192. Как будет описано более подробно ниже, элементы 174 подшипника входят во взаимодействие с спиральными поверхностями 146, 148 на одном из кулачков 142 для способствования осевому перемещению плунжера 220 во время работы насосного агрегата 100.

Обратившись снова к фиг. 4, можно видеть, что во время работы блоки 160, 180 следящего устройства и блок 140 кулачков размещены внутри полости 113 таким образом, что оси 145, 165, 185 блоков 140, 160, 180, соответственно, выровнены с осью 105 насосного агрегата 100. Кроме того, внешний конец 162b центрального вала 162 неподвижного блока 160 следящего устройства проходит через внешний конец 112b внешней оболочки 112 и введения во взаимодействие с ним, так что позиция блока 160 фиксирована внутри полости 113. Далее, при кратком обращении к фиг. 12, при введении подвижного блока 180 следящего устройства внутрь полости 113 опорный держатель 188 с возможностью скольжения получен между двумя проходящими в осевом направлении направляющими 111, закрепленными внутри полости 113 (например, направляющие 111 могут быть прикреплены к внутреннему концу 112a и/или к переходной пластине 114). Во время работы подвижный блок 180 следящего устройства выполнен с возможностью перемещения в осевом направлении внутри полости 113 вокруг оси 105 (и, таким образом, также вокруг осей 145, 165, 185) посредством скользящего взаимодействия между держателем 188 и направляющими 111 (замечание: только блок 180 следящего устройства и направляющие 111 показаны внутри полости 113 для удобства и вследствие нежелания излишнего усложнения чертежа).

Обратимся теперь к фиг. 4 и 6, на которых блоки 160, 180 следящего устройства и блок 140 кулачков введены внутрь полости 113, как описано выше, элементы 174 подшипника на вале 172 подвижного блока 160 следящего устройства введены во взаимодействие с спиральными поверхностями 146, 148 на внешней стороне 142a одного из кулачков 142 и элементы 174 подшипника на вале 192 неподвижного блока 180 следящего устройства введены во взаимодействие с спиральными поверхностями 146, 148 на внешней стороне 142a другого из кулачков 142. Таким образом, поворот блока 140 кулачков вокруг оси 105 приводит к взаимодействию с возможностью качения между элементами 174 подшипника и спиральными поверхностями 146, 148. Во время работы по мере перемещения элементов 174 подшипника блоков 160, 180 вдоль спиральной поверхности 146, 148 от переходных секций 147 по направлению к переходным секциям 149 кулачков 142 происходит увеличение осевого расстояния между элементами 174 подшипника на подвижном блоке 180 следящего устройства и элементами 174 подшипника на неподвижном блоке 160 следящего устройства, что, таким образом, вынуждает подвижный блок 180 следящего устройства к перемещению в осевом направлении с удалением от блока 160 следящего устройства вдоль оси 105 (см. например, переход от фиг. 4 к фиг. 5). В противоположность этому по мере перемещения элементов 174 подшипника блоков 160, 180 вдоль спиральных поверхностей 146, 148 от переходной секции 149 к переходной секции 147 происходит уменьшение осевого расстояния между элементами 174 подшипника на подвижном блоке 180 следящего устройства и элементами 174 подшипника на неподвижном блоке 160 следящего устройства, что, таким образом, вынуждает блок 180 следящего устройства к перемещению в осевом направлении к неподвижному блоку 160 следящего устройства вдоль оси 105 (см. например, переход к фиг. 5 к фиг. 4). В частности, поскольку переходные секции 147, 149 в блоке 140 кулачков выровнены по периферии, как было описано выше, перемещение элементов 174 подшипника блоков 160, 180 вдоль поверхности 146, 148 кулачков 142 от переходной секции 147 к переходной секции 149 приводит в результате к общему увеличению осевого расстояния между элементами 174 подшипника на блоке и элементами 174 подшипника на блоке 180, которое в два раза больше ($2\times$) максимального значения осевой длины L_{142} кулачков 142. Таким образом, непрерывный поворот блока 140 кулачков вокруг оси 105 приводит к осевому возвратно-поступательному перемещению подвижного блока 180 следящего устройства вдоль оси 105 насосного агрегата 100.

Кроме того, следует также понимать, что поскольку осевое положение подвижного блока 160 следящего устройства постоянно внутри полости 113, непрерывный поворот блока 140 кулачков вокруг оси 105 также приводит к осевому возвратно-поступательному перемещению соединительной детали 150 вдоль оси 105. В частности, при перемещении элементов 174 подшипника блоков 160, 180 вдоль спиральных поверхностей 146, 148 кулачков 142 от переходной секции 147 к переходной секции 149, соединительная деталь 150 выполняет поступательное перемещение в осевом направлении к внутреннему концу 112a внешней оболочки 112 (см. например, переход от фиг. 4 к фиг. 5). Наоборот, при перемещении элементов 174 подшипника блоков 160, 180 вдоль спиральных поверхностей 146, 148 кулачков 142

от переходной секции 149 к переходной секции 147, соединительная деталь 105 выполняет поступательное перемещение в осевом направлении к внешнему концу 112b внешней оболочкой 112 (см. например, переход от фиг. 5 к фиг. 4).

Обратимся теперь к фиг. 6 и 13, на которых блок 200 передачи крутящего момента связывает ротор 124 двигателя 120 с блоком 140 кулачков, так что двигатель 120 и блок 200 передачи крутящего момента способны вынудить блок 140 кулачков выполнять поворот вокруг оси 105 во время работы. Блок 200 передачи крутящего момента в целом выполнен в виде корпуса 202, и множество блоков 210 роликов связано с корпусом 202.

Корпус 202 содержит центральную ось 205, которая выровнена с осями 105, 145, 165, 185 во время работы, первую сторону 202a, вторую сторону 202b, противоположную первой стороне 202a, радиально наружную поверхность 202с, проходящую в осевом направлении между сторонами 202a, 202b, и центральное отверстие 204, также проходящее в осевом направлении между сторонами 202a, 202b. В этом варианте реализации корпус 202 представляет собой дискообразную деталь и, таким образом, радиально наружная поверхность 202с выполнена цилиндрической вокруг оси 205. Как лучше всего показано на фиг. 13, отверстие 204 выполнено многоугольным по форме и, таким образом, содержит множество плоских поверхностей 206, размещенных по кругу вокруг оси 205 и проходящих в осевом направлении между сторонами 202a, 202b. В этом варианте реализации отверстие 204 выполнено шестиугольным по форме и поэтому содержит в общей сложности шесть (6) плоских поверхностей 206. В других вариантах реализации отверстие 204 может быть выполнено во множестве других форм, таких как, например, цилиндр, овал, квадрат, пятиугольник, восьмиугольник и т.д. В этом варианте реализации отверстие 204 выполнено шестиугольным по форме для согласования, по существу, с формой соединительной детали 150 блока 140 кулачков; однако такое соответствие не обязательно.

Как показано на фиг. 13, каждая поверхность из подмножества плоских поверхностей 206 содержит прямоугольную выемку 208, проходящую в радиальном направлении наружу от оси 205 и в соответствующую поверхность 206. В частности, в этом варианте реализации настоящего изобретения в общей сложности четыре (4) поверхности 206 содержат прямоугольную выемку 208, так что эти четыре выемки 208 размещены в форме двух пар, которые размещены в радиальном направлении противоположно друг другу через ось 205 (т.е. каждая выемка 208 размещена на угловом расстоянии в 180° вокруг оси 205 относительно другой выемки 208). В других вариантах реализации все поверхности 206 могут содержать прямоугольную выемку 208.

Обратимся, в частности, теперь к фиг. 13, на которой блоки 210 роликов размещены внутри отверстия 204 и связаны с поверхностями 206, содержащими выемки 208. Каждый блок 210 роликов содержит центральный вал 212 и множество элементов 174 подшипника, с возможностью поворота прикрепленных к валу 212. Элементы 174 подшипника, по существу, те же самые, что элементы, описанные выше для блоков 160, 180 следящего устройства, и, таким образом, подробное описание элементов 174 подшипника в блоках 210 роликов опущено для краткости.

Центральный вал 212 каждого блока 210 выполнен в форме вытянутой детали, содержащей центральную ось 215, первый конец 212a, второй конец 212b, противоположный первому концу 212a, первую секцию 214 взаимодействия, проходящую в осевом направлении от первого конца 212a, и вторую секцию 216 взаимодействия, проходящую в осевом направлении от второго конца 212b. Элементы 174 подшипника с возможностью поворота размещены вокруг вала 212 в осевом направлении между секциями 214, 216 взаимодействия вдоль оси 215 таким образом, что каждый из элементов 174 подшипника способен выполнять поворот вокруг оси 215 относительно вала 212 во время работы. Каждый блок 210 роликов прикреплен внутри отверстия 204 таким образом, что элементы 174 подшипника размещены внутри одной из прямоугольных выемок 208, а первые и вторые секции 214, 216 взаимодействия введены во взаимодействие с плоской поверхностью 206, несущей выемку 208, или иначе связаны с ней.

В некоторых вариантах реализации секции 214, 216 взаимодействия могут быть связаны с плоской поверхностью 206 посредством отклоняющей детали (например, спиральной пружины, пластинчатой пружины, поршня и т.д.) таким образом, что вал 212 и элементы 174 подшипника отклонены в радиальном направлении внутрь к оси 205. Например, обратившись ненадолго к фиг. 14, можно видеть, что отклоняющая деталь 213 схематично показана как связывающая поверхность 206 с первой секцией 214 взаимодействия вала 212. В этом варианте реализации аналогичная отклоняющая деталь 213 также выполняет вхождение во взаимодействие между поверхностью 206 и второй секцией 216 взаимодействия тем же самым образом, как показан для секции 214 взаимодействия. Таким образом, для краткости только взаимодействие между отклоняющей деталью 213 и первой секцией 214 взаимодействия описано здесь (следует понимать, что взаимодействие между аналогичной отклоняющей деталью 213 и второй секцией 216 взаимодействия, по существу, аналогично). Как показано на фиг. 14, в некоторых вариантах реализации поверхность 206 может содержать монтажную выемку 207 рядом с прямоугольной выемкой 208, а секция 214 взаимодействия может содержать плоскую поверхность взаимодействия 217, проходящую в осевом направлении вокруг оси 215. В этом варианте реализации отклоняющая деталь 213 может быть выполнена в форме спиральной пружины, содержащей первый конец 213a, второй конец 213b, противоположный первому концу 213a, и корпус 213с, проходящий спиральным образом между концами

213a, 213b. Первый конец 213a размещен внутри выточки 207 и прикреплен к ней, а второй конец 213b прикреплен к поверхности 217 взаимодействия секции 214 взаимодействия (следует принимать во внимание, что в этом варианте реализации вторая секция 216 взаимодействия вала 212 также содержит подобную плоскую поверхность 217 взаимодействия для вхождения во взаимодействие с подобной отклоняющей деталью). Таким образом, во время работы отклоняющая деталь 213 вырабатывает отклоняющую силу F_{213} , которая вызывает расхождение концов 213a, 213b друг от друга, и поэтому также отклоняет вал 212 блока 210 роликов в радиальном направлении по направлению к оси 205 (см. фиг. 13).

Обратившись снова к фиг. 4 и 6, можно видеть, что во время работы блок 200 передачи крутящего момента введен внутрь полости 113 и связан и с ротором 124 и с блоком 140 кулачков для передачи выработанного двигателем 120 крутящего момента вокруг оси 105 к блоку 140 кулачков для принуждения, таким образом, кулачков 142 выполнять поворот вокруг оси 105 во время насосных операций. В частности, корпус 202 размещен внутри полости 113 таким образом, что ось 205 выровнена с осью 105 (и, таким образом, также с осями 145, 165, 185). Кроме того, первая сторона 202a корпуса 202 связана с ротором 124 (например, посредством множества болтов, винтов, заклепок или других связующих деталей, проходящих в осевом направлении через корпус 202 и осевой конец ротора 124), а соединительная деталь 150 получена в осевом направлении через отверстие 204 таким образом, что элементы 174 подшипника на блоках 210 роликов входят во взаимодействие с плоскими поверхностями 154 на радиально наружной поверхности 150с соединительной детали 150. В некоторых вариантах реализации взаимодействие между элементами 174 подшипника и плоскими поверхностями 154 увеличено посредством отклоняющих деталей, размещенных между валами 212 блоков 210 роликов и плоскими поверхностями 206 отверстия 204 (например, посредством силы F_{213} отклонения, выработанной отклоняющей деталью 213 по фиг. 14).

Обратимся теперь к фиг. 4 и 5, на которых во время работы ротор 124 выполняет поворот вокруг оси 105 относительно статора 122 таким образом, как описано выше. Этот поворот также вызывает поворот корпуса 202 блока 200 передачи крутящего момента вокруг оси 105. Взаимодействие между элементами 174 подшипника и плоскими поверхностями 154, проходящими в осевом направлении вдоль соединительной детали 150, обеспечивает передачу крутящего момента от корпуса 205 через блоки 210 роликов и в соединительную деталь 150, что, таким образом, приводит к соответствующему повороту блока 140 кулачков вокруг оси 105. Как ранее описано, поворот блока 140 кулачков вокруг оси 105 дополнительно вызывает возвратно-поступательное перемещение подвижного блока 180 следящего устройства вдоль оси 105 вследствие взаимодействия между элементами 174 подшипника блоков 160, 180 следящего устройства и спиральными поверхностями 146, 148 на кулачках 142. Кроме того, как ранее описано, поворот блока 140 кулачков также приводит к осевому возвратно-поступательному перемещению соединительной детали 150 внутри полости 113. Таким образом, при повороте корпуса 202 вокруг оси 105 соединительная деталь 150 выполняет поступательное перемещение в осевом направлении через отверстие 204. Это относительное осевое поступательное перемещение обеспечено посредством поворота элементов 174 подшипника блоков 210 роликов вокруг соответствующих осей 215 и взаимодействия с возможностью качения элементов 174 подшипника и плоских поверхностей 154 на соединительной детали 150.

Кроме того, при перемещении элементов 174 подшипника на блоках 160, 180 следящего устройства вдоль спиральных поверхностей 146, 148 кулачков 142, как описано выше, криволинейная форма переходных секций 147, 149 (например, в частности, вогнутая криволинейная форма первой переходной секции 147 и выпуклая криволинейная форма переходной секции 149) сглаживает переход между противоположными спирально направленными поверхностями 146, 148. При отсутствии искривленной переходной секции 147, 149 пересечение между спиральными поверхностями 146, 148 будет резким, что, таким образом, потенциально вызывает потерю контакта (по меньшей мере на мгновение) элементов 174 подшипника с кулачками 142 во время их поворота.

Обратимся теперь к фиг. 15 и 16, на которых плунжер 220 представляет собой вытянутую деталь, содержащую центральную или продольную ось 225, которая выровнена с осью 105 насосного агрегата 100 во время работы, первую или нагнетательную сторону 220a и вторую или приводную сторону 220b, противоположную нагнетательной стороне 220a. Кроме того, плунжер 220 содержит корпус 221, содержащий первый конец 221a или нагнетательную сторону 221a, вторую или приводную сторону 221b, противоположную нагнетательной стороне 221a, и наружную в радиальном направлении поверхность 221c, проходящую между концами 221a, 221b. Нагнетательная сторона 221b корпуса 221 совпадает с нагнетательной стороной 220a плунжера 220, а приводная сторона 221b корпуса 221 совпадает с приводной стороной 221b корпуса 221. Вытянутое в осевом направлении монтажное отверстие 222 проходит от нагнетательной стороны 221a, а соединитель 228 для соединения плунжера 220 с центральным валом 182 подвижного блока 180 следящего устройства размещен с приводной стороны 221b. Кроме того, радиально наружная поверхность 221c содержит вытянутый в радиальном направлении кольцевой заплечик 226, размещенный в осевом направлении между нагнетательной стороной 221a и соединителем 228. В этом варианте реализации заплечик 226 расположен ближе к соединителю 228, чем к нагнетательной стороне 221a. Корпус 221 дополнительно содержит уплотнительную канавку 224, проходящую в радиальном направлении внутрь от радиально наружной поверхности 221c и спиральным образом вокруг оси 225. Ка-

навка 224 размещена в осевом направлении между заплечиком 226 и нагнетательной стороной 221а.

Внешний рукав 230 размещен вокруг корпуса 221 для взаимодействия с уплотнением с уплотнительными кольцами (например, грязесъемными кольцами), размещенными на входе в секцию 250 нагнетательной стороны (замечание: в качестве альтернативы уплотнительные кольца могут быть прикреплены к рукаву 230, введенному во взаимодействие с уплотнением со входом в секцию 250 нагнетательной стороны). 230b, противоположный первому концу 230а, радиально наружную поверхность 230с, проходящую в осевом направлении между концами 230а, 230b, и сквозное отверстие 232, также проходящие в осевом направлении между концами 230а, 230b. Уплотняющая поверхность 234 проходит кольцеобразно вокруг оси 225 на первом конце 230а в области, размещенной в радиальном направлении между сквозным отверстием 232 и радиально наружной поверхностью 230с. В этом варианте реализации настоящего изобретения рукав 230 выполнен из композитного материала.

Как показано на фиг. 16, рукав 230 вводят в осевом направлении над корпусом 221 до тех пор, пока второй конец 230b рукава 230 не будет соединен впритык или введен во взаимодействие с заплечиком 226, а первый конец 230а не будет в целом соосен с нагнетательной стороной 221а корпуса 221 или по меньшей мере будет расположен вблизи нее. Уплотнительный колпачок 240 затем устанавливают на соосных или ближайших концах 221а, 230а корпуса 221 и рукава 230, соответственно, для прикрепления рукава 230 к корпусу 221. В частности, уплотнительный колпачок 240 содержит первую сторону 240а, вторую сторону 240b, противоположную первой стороне 240а, и монтажное отверстие 242, проходящее в осевом направлении между сторонами 240а, 240b. Уплотнительная канавка 244 проходит в осевом направлении во вторую сторону 240b и кольцеобразно вокруг оси 225 и принимает уплотняющую деталь 246 (например, кольцевой уплотнитель, прокладку и т.д.). Уплотнительный колпачок 240 установлен на плунжере 220 и рукаве 230 таким образом, что вторая сторона 240b соединена встык с концами 221а, 230а или введена во взаимодействие с ними, и, в частности, таким образом, что уплотняющая деталь 246 внутри канавки 244 входит во взаимодействие с уплотняющей поверхностью 234 на конце 230а рукава 230. Кроме того, при установке уплотнительного колпачка 204 на корпусе 221 и рукаве 230 монтажное отверстие 242 соосно выровнено с монтажным отверстием 222, а связующая деталь (например, винт, гвоздь, болт, заклепка и т.д.) вставлена внутрь отверстия 242, 222 для прижатия уплотняющей детали 246 к поверхности 234 и прижатия второго конца 230b рукава 230 к заплечику 226. Таким образом, во время работы при возвратно-поступательном перемещении плунжера 220 внутри секции 250 нагнетательной стороны, как описано более подробно ниже, поток текучей среды в осевом направлении между концами 221а, 221b корпуса 221 между радиально наружной поверхностью 221с и сквозным отверстием 232 рукава 230 предотвращен или, по меньшей мере, ограничен посредством взаимодействия с уплотнением между уплотняющей деталью 246 и уплотняющей поверхностью 234. Кроме того, при необходимости протекания текучей среды мимо уплотняющей детали 246 и поверхности 234 и между сквозным отверстием 232 и радиально наружной поверхностью 221с, она направлена в вытянутую спиральным образом уплотнительную канавку 224 и, таким образом, ее осевое перемещение замедлено (если вовсе не прекращено) вследствие созданного таким образом извилистого пути потока. В результате канавка 224 образует уплотнение в форме лабиринта для препятствования потоку текучей среды между сквозным отверстием 232 рукава 230 и радиально наружной поверхностью 221с корпуса 221.

Обратившись снова к фиг. 4, можно видеть, что плунжер 220 прикреплен к блоку 130 трансмиссии посредством взаимодействия соединителя 228 на приводной стороне 220b плунжера 220 с соединителем 194 на внешнем конце 182b центрального вала 182 подвижного блока 160 следящего устройства. В частности, обратившись ненадолго к фиг. 17, можно видеть, что соединитель 228 содержит резьбовую монтажную выемку 229, вытянутую в осевом направлении от приводной стороны 221b корпуса 221. Резьбовая связующая деталь 227 (например, резьбовой вал) резьбовым образом введена во взаимодействие внутри выемки 229 таким образом, что один конец 227а размещен внутри выемки 229, а противоположный конец 227b связующей детали 227 проходит в осевом направлении от приводной стороны 221b корпуса 221. После этого конец 227b связующей детали 227 размещен внутри выемки 191 соединителя 194 и зацеплен с ней резьбой до тех пор, пока конец 221b корпуса 221 не войдет во взаимодействие или не будет соединен встык с концом 182b центрального вала 182 подвижного блока 180 следящего устройства.

Обратимся теперь к фиг. 18, на которой секция 250 нагнетательной стороны принимает нагнетательную сторону 221а корпуса 221 плунжера 220 во время насосных операций для нагнетания рабочей текучей среды (например, бурового раствора). Секция 250 нагнетательной стороны содержит корпус 252, содержащий впускное отверстие 254 для рабочей текучей среды, выпускное отверстие 256 для рабочей текучей среды, впускное отверстие 251 плунжера, первый порт 253 доступа и второй порт 257 доступа. Кроме того, корпус 252 образует первый внутренний проход 258, проходящий между впускным отверстием 251 плунжера, и второй порт 257 доступа вдоль оси 255, и второй внутренний проход 264, проходящий между впускным отверстием 254 для текучей среды и первым портом 253 доступа вдоль оси 259, ортогональной к оси 255 первого внутреннего прохода 258. В результате первый и второй внутренние проходы 258, 264 пересекают друг друга внутри корпуса 252 таким образом, что порты 253, 257 доступа, впускное отверстие 254 для текучей среды, выпускное отверстие 256 для текучей среды и впускное отверстие 251 плунжера соединены по текучей среде друг с другом.

Хотя это и не показано специально, каждое отверстие из впускного отверстия 254 для текучей среды и выпускного отверстия 256 для текучей среды содержит клапаны, выполненные с возможностью разрешать поток только в одном направлении. Например, впускное отверстие 254 для текучей среды может содержать клапан, выполненный с возможностью обеспечения потока текучей среды во второй внутренний проход 264 через впускное отверстие 254 при величине давления внутри внутреннего прохода 264 ниже первого заданного значения. В противоположность этому клапан внутри впускного отверстия 254 для текучей среды выполнен с возможностью предотвращения потока из второго внутреннего прохода 264 из корпуса через впускное отверстие 254. В качестве другого примера выпускное отверстие 256 для текучей среды может содержать клапан, выполненный с возможностью потока текучей среды из первого внутреннего прохода 258 из корпуса 252 через выпускное отверстие 256, при величине давления внутри второго внутреннего прохода 258 выше второго заданного значения. В противоположность этому клапан внутри выпускного отверстия 256 для текучей среды выполнен с возможностью предотвращения потока в первый проход 258 через выпускное отверстие 256. Например, впускное отверстие 254 для текучей среды и выпускное отверстие 256 для текучей среды могут быть связаны со всасывающим и выпускным клапанами, соответственно, которые аналогичны клапанам, раскрытым в патенте США № 8220496, все содержание которого включено в настоящее описание посредством ссылки для всех целей. Кроме того, во время обычной работы порты 253 и 257 доступа могут быть уплотнены пробками или покрытиями (не показаны), которые прикреплены к корпусу посредством связующих деталей (например, болтов, винтов, заклепок, гвоздей и т.д.), введенных внутрь сопряженных отверстий 271, проходящих в корпус 252 рядом с портами 253, 257 доступа.

Обратившись еще раз к фиг. 18, можно видеть, что в этом варианте реализации выпрямитель 270 потока связан с корпусом 252 вокруг впускного отверстия 254 для существенного выпрямления потока текучих сред, текущих в корпус 252 через впускное отверстие 254 во время работы. Выпрямитель 270 потока в целом содержит сегмент 276 патрубка, который поддерживает множество лопастей 274 (для удобства и ввиду нежелания излишнего усложнения чертежа на фиг. 17 показана только одна лопасть 274). Кроме того, выпрямитель 270 потока содержит гибкий соединитель 278, который связан с каждым элементом из сегмента 276 патрубка и корпуса 252 и проходит между ними вокруг впускного отверстия 254. Выпрямитель 270 потока может быть таким, как раскрыт в патенте США № 8220496, все содержание которого было ранее включено в настоящее описание посредством ссылки. Сегмент 276 патрубка содержит множество монтажных отверстий 272 для способствования связи между сегментом 276 патрубка и патрубком для текучей среды (например, в форме трубы, шланга и т.д.) или коллектором для получения рабочей текучей среды от источника рабочей текучей среды.

Как показано на фиг. 18, корпус 252 содержит крепежный фланец 260, размещенный вокруг впускного отверстия 251 плунжера для крепления корпуса 252 к насосной установке 100. Фланец 260 содержит множество монтажных отверстий 262, проходящих через него. Аналогичным образом соединительный фланец 266, содержащий множество монтажных отверстий 268, связан с корпусом 252 вокруг выпускного отверстия 256 для текучей среды и выполнен с возможностью связи выпускного отверстия 256 для текучей среды с патрубком для потока текучей среды (например, трубой, шлангом и т.д.) или коллектором для получения выпущенной рабочей текучей среды под повышенным давлением (например, бурового раствора).

Обратимся теперь к фиг. 19, на которой корпус 252 секции 250 нагнетательной стороны прикреплен к переходной пластине 280 посредством пары зажимных деталей 290. Переходная пластина 280 представляет собой прямоугольную пластину, содержащую первую сторону 280a, вторую сторону 280b, противоположную первой стороне 280a, центральное отверстие 282, проходящее через пластину 280 между сторонами 280a, 280b, и множество монтажных отверстий 284, круговым образом размещенных вокруг центрального отверстия 282. Каждая зажимная деталь 290 в целом представляет собой С-образную деталь, содержащую первую сторону 290a и вторую сторону 290b, противоположную первой стороне 290a. Кроме того, каждая зажимная деталь 290 содержит центральную выемку 294, проходящую между сторонами 290a, 290b, первое множество монтажных отверстий 292 и второе множество монтажных отверстий 296.

Для крепления корпуса 252 к переходной пластине 280 крепежный фланец 260 на корпусе 252 размещается внутри центрального отверстия 282 на пластине 280. Таким образом, диаметр центрального отверстия 280 равен диаметру крепежного фланца 260 или превышает его. После этого зажимные детали 290 установлены вокруг корпуса 252 таким образом, что вторые стороны 290b соединены встык или введены во взаимодействие с первой стороной 280a переходной пластины 280, а корпус 252 размещается внутри выемки 294. Кроме того, при установке зажимных деталей 290 на корпусе 252 и пластине 280 монтажные отверстия 292 на зажимных деталях 290 выровнены по оси с монтажными отверстиями 284 на пластине 280, а монтажные отверстия 296 на зажимных деталях 290 выровнены по оси с монтажными отверстиями 262 на фланце 260. Первое множество связующих деталей (не показаны) может затем быть вставлено через выровненные по оси отверстия 296, 262 для прикрепления фланца 260 и корпуса 252 к зажимным деталям 290, а второе множество связующих деталей (не показано) может быть вставлено через выровненные по оси отверстия 292, 284 для прикрепления зажимных деталей 290 к переходной пластине 280.

Обратившись снова к фиг. 2-5, можно видеть, что для связи секции 250 нагнетательной стороны с секцией 110 приводной стороны плунжер 220 введен через центральное отверстие 116 в переходной пластине 114 и прикреплен к центральному валу 182 подвижного блока 180 следящего устройства посредством соединителей 228, 194 описанным выше образом. Нагнетательная сторона 220а плунжера 220 затем введена через впускное отверстие 251 плунжера во внутренний проход потока 258 вдоль оси 255, а переходная пластина 280 связана с переходной пластиной 114 посредством множества соединительных тяг 286. Таким образом, ось 255 внутреннего прохода 258 для потока выровнена с осью 105 насосного агрегата 100. В частности, в этом варианте реализации в общей сложности четыре (4) соединительных тяги 286 проходят от второй стороны 280b переходной пластины 280 секции 250 нагнетательной стороны к первой стороне 114а переходной пластины 114 секции 110 приводной стороны. Хотя это не показано, соответствующие монтажные блоки размещены на второй стороне 280b переходной пластины 280 и первой стороне 114а переходной пластины 114 для приема соединительных тяг 286. Например, в этом варианте реализации концы соединительных тяг 286 приняты посредством резьбы внутри соответствующих резьбовых монтажных отверстий в переходных пластинах 280, 114. В других вариантах реализации концы соединительных тяг 286 могут быть прикреплены к сторонам 280b, 114а пластины 280, 114, соответственно, некоторым другим способом (например, посредством сварки, клея и т.д.).

Кроме того, как лучше всего показано на фиг. 5, кожух 300 грязесъемника связан с корпусом 52 нагнетательной стороны 250 таким образом, что кожух 300 размещен внутри отверстий 282 переходной пластины 280. Кожух 300 содержит центральное сквозное отверстие 302, соосно центрированное с осью 105. Сквозное отверстие 302 содержит множество (две в этом варианте реализации) круговых выемок 304, которые отделены друг от друга в осевом направлении вдоль оси 105. Каждая выемка 304 принимает уплотнительное кольцо 306 (например, уплотнение грязесъемника), которое с уплотнением входит во взаимодействие с плунжером 220 (особенно с радиально наружной поверхностью 230с рукава 230) для предотвращения, таким образом, потока текучих сред из нагнетательной стороны 250 или на нее вдоль плунжера 220 (т.е. в корпус 252 через впускное отверстие 251 плунжера). В результате уплотнительные кольца 306 образуют динамическое уплотнение с плунжером 220 (особенно с радиально наружной поверхностью 230с рукава 230) во время насосных операций.

Обратимся теперь к фиг. 4 и 5, на которых после сборки насосного агрегата 100 так, как обсуждено выше, двигатель 120 в полости 113 секции 110 приводной стороны активизирован для поворота ротора 124 вокруг оси 105, как описано выше. Поворот ротора 124 вокруг оси 105 также приводит к повороту блока 200 передачи крутящего момента и блока 140 кулачков вокруг оси 105, что, таким образом, приводит к возвратно-поступательному перемещению центрального вала 182 подвижного блока 180 следящего устройства, как описано выше. Поскольку центральный вал 182 подвижного блока 180 следящего устройства прикреплен к приводной стороне 220b плунжера 220 описанным выше образом, возвратно-поступательное перемещение центрального вала 182 также приводит к аналогичному осевому возвратно-поступательному перемещению плунжера 220 вдоль оси 105, что приводит к осевому возвратно-поступательному перемещению нагнетательной стороны 220а плунжера 220 вдоль внутреннего прохода потока 258 корпуса 252. В ходе этой операции при поступательном перемещении нагнетательной стороны 220а в осевом направлении с удалением от порта 257 доступа вдоль прохода 258 (см. переход от фиг. 5 до фиг. 4), происходит уменьшение давления внутри внутренних проходов 258, 264, вызывая, таким образом, закрытие выпускного клапана (не показан), связанного с выпускным отверстием 256 для текучей среды, и открытие всасывающего клапана (не показан), связанного с впускным отверстием 254 для текучей среды, и обеспечение возможности протекания рабочей текучей среды (например, бурового раствора) в корпус 252 через впускное отверстие 254 для текучей среды. В противоположность этому при поступательном перемещении нагнетательной стороны 220а плунжера в осевом направлении к входному отверстию 257 (см. переход от фиг. 4 до фиг. 5), происходит увеличение давления внутри внутренних проходов 258, 264, вызывая, таким образом, закрытие всасывающего клапана (не показан), связанного с впускным отверстием 254 и открытие выпускного клапана (не показан), и обеспечение возможности вытекания рабочей текучей среды (например, бурового раствора) из корпуса 252 через выпускное отверстие 256 для текучей среды. Таким образом, возвратно-поступательное перемещение плунжера 220 через двигатель 120 и блок 130 трансмиссии облегчает поддержку повышенного давления и откачивание рабочей текучей среды через корпус 252 секции 250 нагнетательной стороны. При возвратно-поступательном перемещении плунжера 220 внутри корпуса 252 секции 250 нагнетательной стороны, предотвращено или по меньшей мере ограничено протекание текучей среды (например, бурового раствора) из впускного отверстия 251 корпуса 252 или в него вдоль плунжера 220 вследствие динамического уплотнения между уплотнительными кольцами 306 и радиально наружной поверхностью 230с рукава 230.

Во время описанных выше операций насоса двигатель 120 может быть управляем таким образом, что происходит уменьшение частоты поворота ротора 124 и, таким образом, блока 140 кулачков при достижении элементами 174 подшипника на блоках 160, 180 следящего устройства переходных секций 147, 149 и проходе через них вдоль кулачков 142. Это уменьшение частоты поворота, вместе с искривленной формой переходных секций 147, 149 помогает гарантировать, что элементы 174 подшипника не потеряют контакт с внешними концами 142а кулачков 142 (например, вследствие изменения направления спи-

рали между поверхностями 146, 148).

Хотя раскрытые в настоящем описании варианты реализации насосного агрегата 100 выполняют возвратно-поступательное перемещение плунжера 220 посредством поворотного блока 140 кулачков, содержащего кулачки 142, содержащие противоположно направленные спиральные поверхности 146, 148, следует принимать во внимание, что множество различных блоков трансмиссии может быть использовано для достижения того же самого перемещения плунжера 220. Например, обращаясь теперь к фиг. 20, можно видеть, что в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения двойной резьбовой вал 400 способен заменить ранее описанный блок 130 трансмиссии.

Как показано на фиг. 20, вал 400 содержит центральную или продольную ось 405, первый конец 400a, второй конец 400b, противоположный первому концу 400a, и радиально наружную поверхность 400с, вытянутую в осевом направлении между концами 400a, 400b. Кроме того, вал 400 содержит пару спиральных канавок, проходящих между концами 400a, 400b. В частности, первая спиральная канавка 402 проходит в радиальном направлении внутрь от радиально наружной поверхности 400с и спиральным образом между концами 400a, 400b вдоль первого спирального направления. Вторая спиральная канавка 404 также проходит в радиальном направлении внутрь от радиально наружной поверхности 400с и спиральным образом между концами 400a, 400b вдоль второго спирального направления, которое противоположно первому спиральному направлению первой спиральной канавки 402. Таким образом, первая и вторая спиральные канавки 302, 304, соответственно, пересекают друг друга в нескольких точках вдоль вала 400. На втором конце 400b спиральные канавки 302, 304 встречаются друг друга в переходной секции 406.

Следящее устройство или закрепляющая деталь 410 введены внутрь одной из канавок 302, 304 и выполнены с возможностью скольжения вдоль них во время работы. Закрепляющая деталь 410 может быть связана с плунжером 220 (например, посредством опорного держателя или аналогичного устройства) таким образом что осевое перемещение закрепляющей детали 410 вдоль вала 400 также вызывает осевое перемещение плунжера 220 вдоль оси 105.

Во время работы закрепляющая деталь 410 сначала размещена внутри первой спиральной канавки 402, и вал 400 выполняет поворот вокруг оси 405 относительно закрепляющей детали 410 таким образом, что закрепляющая деталь 410 введена во взаимодействие с возможностью скольжения с канавкой и выполняет поступательное перемещение в осевом направлении вдоль вала 400. Например, в показанном варианте реализации при повороте вала 400 вокруг оси 405 в первом направлении 30 закрепляющая деталь 410 с возможностью скольжения введена во взаимодействие сначала со спиральной канавкой 402 и выполняет поступательное перемещение в осевом направлении от первого конца 400a по направлению к концу 400b секции. Последующий поворот вала 400 вокруг оси 405 в направлении 401 в конечном счете вынуждает закрепляющую деталь 410 пройти через переходную секцию 406 и войти во вторую спиральную канавку 404. После этого последующий поворот вала 400 вокруг оси 405 в направлении 401 теперь вынуждает закрепляющую деталь 410 войти во взаимодействие с возможностью скольжения со второй спиральной канавкой 404 таким образом, что деталь 410 выполняет поступательное перемещение в осевом направлении вдоль вала 400 от второго конца 400b к первому концу 400a. Таким образом, непрерывный поворот вала 400 в одном направлении (например, направлении 401) вокруг оси 405 приводит в результате к осевому возвратно-поступательному перемещению закрепляющей детали 410 вдоль оси 405 (и, таким образом, также к возвратно-поступательному перемещению плунжера 220).

В этом варианте реализации настоящего изобретения только одна переходная секция 406 показана между первой и второй спиральными канавками 302, 304 на втором конце 400b, так что поворот вала 400 вокруг оси 405 в направлении 401 обеспечивает возможность непрерывного возвратно-поступательного перемещения закрепляющей детали 410 до тех пор, пока закрепляющая деталь 410 не достигнет конца второй спиральной канавки 404 на первом конце 400a. После этого вал 400 может выполнять поворот во втором направлении 403, противоположном первому направлению 401, для скользящего взаимодействия между закрепляющей деталью 410 и второй спиральной канавкой 404 и последующего осевого поступательного перемещения закрепляющей детали 410 ко второму концу 400b, пока закрепляющая деталь 410 снова не войдет в переходную секцию 406. После этого последующий поворот вала 400 вокруг оси 405 во втором направлении 403 приводит к скольжению закрепляющей детали 410 вдоль первой спиральной канавки 402 и к ее поступательному перемещению в осевом направлении вдоль оси 405 по направлению к первому концу 400a.

В качестве альтернативы в других вариантах реализации настоящего изобретения вторая переходная секция между канавками 302, 304 может быть размещена на первом конце 400a в дополнение к переходной секции 406 на втором конце 400b. В этих вариантах реализации непрерывный поворот вала 400 вокруг любого из направлений 401, 403 будет приводить к непрерывному возвратно-поступательному перемещению закрепляющей детали 410 (и, таким образом, плунжера 220) вдоль оси 405 между концами 400a, 400b, с изменением осевого направления закрепляющей детали 410 после прохода через каждую переходную секцию 406 описанным выше образом.

Обратимся теперь к фиг. 21, на которой показана другая насосный агрегат 500 для использования вместо любой насосного агрегата 100 внутри насосной системы 10. Насосный агрегат 500 содержит много одинаковых с насосным агрегатом 100 компонентов и, таким образом, одинаковые для блоков насоса

100, 500 компоненты отмечены одинаковыми позиционными обозначениями и приведенное ниже описание сосредоточено на компонентах и особенностях насосного агрегата 500, отличных от насосного агрегата 100. В частности, в этом варианте реализации насосный агрегат 500 содержит центральную или продольную ось 505, секцию 510 приводной стороны и секцию 250 нагнетательной стороны (ранее описана), в осевом направлении соседствующую с секцией 510 приводной стороны. Кроме того, как показано на фиг. 21, каждая из секции 510 приводной стороны и секции 250 нагнетательной стороны поддерживаются основанием или платформой 512, содержащей первый конец 512a, второй конец 512b, противоположный первому концу 512a, пару осевых опорных деталей 513, проходящих между концами 512a, 512b, и множество поперечных опорных деталей 511, проходящих между осевыми опорными деталями 513.

Как и в случае насосного агрегата 100, секция 510 приводной стороны вызывает возвратно-поступательное перемещение плунжера 220 вдоль оси 505 внутри секции 250 нагнетательной стороны для нагнетания рабочей текучей среды (например, бурового раствора) во время работы. Например, возвратно-поступательное перемещение плунжера 220 внутри секции 250 нагнетательной стороны насосного агрегата 500 (или каждой из множества насосных агрегатов 500 внутри насосной системы 10) вызывает поток рабочей текучей среды от всасывающего коллектора (например, всасывающего коллектора 12 по фиг. 1) через насосный агрегат 500 и в выпускной коллектор (например, один из выпускных коллекторов 14 по фиг. 1).

Обратившись еще раз к фиг. 21, можно видеть, что секция 510 приводной стороны содержит двигатель 515, корпус 520 опоры подшипника и блок 530 трансмиссии. Двигатель 515 размещен на платформе 512 на конце 512b, блок 530 трансмиссии размещен вблизи секции 250 нагнетательной стороны, а корпус 520 опоры подшипника размещен на платформе 512 в осевом направлении между блоком 530 трансмиссии и двигателем 515.

Двигатель 515 содержит выходной вал 514, проходящий из него вдоль оси 505, и выполнен с возможностью приведения в действие поворота вала 514 вокруг оси 505 во время работы. Двигатель 515 может быть выполнен в виде любого соответствующего двигателя для поворота вала вокруг оси (например, вала 514 вокруг оси 505), такого как, например, электродвигатель, гидравлический двигатель, двигатель внутреннего сгорания и т.д. Выходной вал 514 связан с входным валом 517, который, как будет описано более подробно ниже, вызывает поворот блока 540 кулачков внутри блока 530 трансмиссии во время работы. В этом варианте реализации выходной вал 514 связан с входным валом 517 посредством пары связей 516a, 516b и коробки 518 передач, размещенной в осевом направлении между связями 516a, 516b. Таким образом, первая из связей 516a размещена в осевом направлении между коробкой 518 передач и выходным валом 514, а вторая из связей 516b размещена в осевом направлении между коробкой 518 передач и корпусом 520 опоры подшипника. Коробка 518 передач содержит одно или более зубчатых колес внутреннего взаимодействия (например, планетарных зубчатых механизмов - не показаны), которые преобразуют частоту поворота вала 514 двигателем 515 в нужную частоту поворота входного вала 517 для управления возвратно-поступательным перемещением плунжера 220 внутри секции 250 нагнетательной стороны. В результате валы 514, 517 способны выполнять поворот с различными скоростями во время работы.

Обратившись еще раз к фиг. 21, можно видеть, что корпус 520 опоры подшипника содержит центральную полость 526, проходящую через него в осевом направлении, которая вмещает и поддерживает один или более подшипников (например, радиальных подшипников - не показаны) для поддержания поворота входного вала 517 во время работы. Корпус 520 опоры подшипника прикреплен к платформе 512 и, в частности, к осевым опорным деталям 513 посредством монтажного держателя 524, так что корпус 520 опоры подшипника размещен между второй связью 516b и блоком 530 трансмиссии, и принимает входной вал 517 через центральную полость 526. Кроме того, корпус 520 опоры подшипника содержит расширенную в радиальном направлении кольцевую опорную поверхность 522, которая, как это будет описано более подробно ниже, поддерживает один из блоков следящего устройства (например, неподвижный блок 560 следящего устройства) блока 530 трансмиссии.

Блок 530 трансмиссии содержит блок 540 кулачков и пару блоков 560, 580 следящего устройства. Как будет описано более подробно ниже, во время работы блок 540 кулачков приводится во вращение входным валом 517 вокруг оси 505, чтобы таким образом вызвать возвратно-поступательное перемещение плунжера 220 вдоль оси 505 посредством блоков 560, 580 следящего устройства.

Обратимся теперь к фиг. 22, на которой блок 540 кулачков содержит пару вышеописанных кулачков 142, связанных с друг другом и отделенных в осевом направлении друг от друга блоком 542 передачи крутящего момента вдоль центральной оси 545, которая выровнена с осью 505 во время работы. Блок 542 передачи крутящего момента содержит пару концевых пластин 544, которые связаны друг с другом множеством соединительных тяг 546. Каждая концевая пластина 544 содержит первую или внутреннюю сторону 544a и вторую или внешнюю сторону 544b, противоположную внутренней стороне 544a. Внешняя сторона 544b содержит вытянутый в осевом направлении выступ 541 в форме цилиндра. Кроме того, каждая концевая пластина 544 содержит центральное отверстие 543, проходящее через выступ 541 и в осевом направлении между сторонами 544a, 544b. В этом варианте реализации отверстие 543 выполнено прямоугольным (например, квадратным) по форме; однако в других вариантах реализации настоящего

изобретения возможны другие формы.

Каждая из соединительных тяг 546 проходит в осевом направлении между внутренними сторонами 544а концевых пластин 544 таким образом, что пластины 544 отделены в осевом направлении друг от друга соединительными тягами 546. Кроме того, соединительные тяги 546 равномерно отделены друг от друга угловым диапазоном вокруг оси 545 таким образом, что каждая соединительная тяга 546 отделена одинаковым угловым (вокруг оси 545) диапазоном от каждой непосредственно соседствующей с ней по углам соединительной тяги 546. В этом варианте реализации имеют место в общей сложности четыре (4) соединительных тяги 546, проходящих в осевом направлении между внутренними сторонами 544а концевых пластин 544, так что каждая соединительная тяга 546 отстоит на примерно 90° вокруг оси 545 от каждой непосредственно соседствующей с ней по углам соединительной тяги 546. При связи концевых пластин 544 друг с другом посредством соединительных тяг 546, как показано на фиг. 22, центральные отверстия 543 каждой концевой пластины 544 выровнены друг с другом вдоль оси 545.

Обратившись еще раз к фиг. 22, можно видеть, что множество блоков 550 роликов связаны с соединительными тягами 546 для поддержания относительного осевого взаимодействия блока 540 кулачков с входным валом 517 во время работы. В частности, каждый блок 550 роликов содержит центральный вал 552 и один или более (в этом случае два) элементов 174 подшипника (ранее описаны), с возможностью поворота прикрепленных к центральному валу 552. Каждый вал 552 связан с двумя тягами из соединительных тяг 546 и перекрывает их таким образом, что каждый элемент 174 подшипника выполнен с возможностью поворота вокруг соответствующей оси (т.е. оси, проходящей вдоль соответствующего вала 552), которая размещена в плоскости, ортогональной или перпендикулярной к центральной оси 545 (и, таким образом, также к центральной оси 505 насосного агрегата 500). В этом варианте реализации блоки 550 роликов размещены в одном из двух соседствующих в осевом направлении рядов 554, 556. Поскольку в общей сложности имеют место четыре (4) соединительных тяги 546, каждый ряд 554, 556 содержит в общей сложности четыре (4) однородно распределенных по углам блока 550 роликов. Таким образом, внутри каждого ряда 554, 556 каждый блок 550 роликов размещен с угловыми (вокруг оси 545) промежутками, примерно равными 90°, от каждого непосредственно соседствующего с ним по углам блока 550 роликов.

Обратимся теперь к фиг. 22 и 23. В этом варианте реализации настоящего изобретения каждый из валов 552 блоков 550 роликов внутри каждого ряда 554, 556 взаимодействует друг с другом таким образом, что нагрузки существенно распределены по блокам 550 роликов внутри каждого ряда 554, 556 во время работы и восприняты коллективно. В частности, как показано на фиг. 23, валы 552 блоков 550 роликов введены внутрь цилиндрических выемок 547, вытянутых в соединительные тяги 546. Болты, винты или другие соответствующие связующие детали затем вставлены через валы 550 и в соединительные тяги 546 для дальнейшего закрепления валов 552 внутри выемок 547 во время работы. В частности, хотя это и не показано отдельно, в этом варианте реализации один или более винтов могут быть вставлены через плоские монтажные поверхности 553 на валах 552 и в выемки 547 соединительных тяг 546. Как также показано на фиг. 23, каждый вал 552 содержит цилиндрическую бороздку 557, проходящую в нем на одном из его концов. При введении каждого вала 552 внутрь пары цилиндрических выемок 547 в соединительных тягах 546, бороздки 557, по существу, выровнены по оси внутри одной из выемок 547, проходящей в одной из соединительных тяг 546 (выемка 547, которая выровнена с бороздкой 557, обозначена как выемка 547' на фиг. 23). В результате при введении вала 552' соседнего блока 550 роликов внутрь выемки 547' (например, вдоль направления А, как показано на фиг. 23) наружная поверхность вала 552' с возможностью скольжения взаимодействует с каждым элементом из цилиндрической выемки 547' и цилиндрической бороздки 557 на вале 552. Соответственно, по меньшей мере, в некоторых предпочтительных вариантах реализации настоящего изобретения кривизна бороздок 557, по существу, согласована с кривизной выемки 547. Хотя это не показано на фиг. 23, противоположный конец вала 552' содержит аналогичную бороздку 557, которая с возможностью скольжения принимает конец другого вала (например, вала 552) другого из блоков 550 роликов тем же самым образом, как показано на фиг. 23. В результате для каждого ряда 554, 556 валы 552 каждого блока 550 роликов соответственно соединены или соответственно заблокированы таким образом, что при воздействии силы или нагрузки на один из блоков роликов (например, через один или более элементов 174 подшипника) нагрузка распределена среди всех блоков 550 роликов (например, в валах 552) и воспринята каждым из них. Без ограничения этим или любым другим предположением эта взаимоблокировка валов 552 блоков 550 роликов внутри каждого ряда 554, 556 уменьшает нагрузки, воспринимаемые связующими деталями (не показаны), закрепляющими валы 552 внутри выемок 547 в соединительных тягах 546, так что существует возможность использования меньшего количества и/или меньших по размеру связующих деталей.

Обратимся теперь к фиг. 24, на которой блок 540 кулачков построен посредством прикрепления каждого кулачка 142 к одной из концевых пластин 544 блока 542 передачи крутящего момента, так что переходные секции 147, 149 кулачков 142 в блоке 140 выровнены по периферии с друг с другом вокруг оси 545 тем же самым образом, как описано выше для блока 140 кулачков. В частности, каждый кулачок 142 прикреплен к соответствующей концевой пластине 544 таким образом, что сквозное отверстие 144 каждого кулачка 142 получает выступ 541 соответствующей пластины 544, а кольцевая плоская поверх-

ность 143 каждого кулачка 142 соединена встык или входит во взаимодействие с внешней стороной 544b соответствующей пластины 544. Кулачки 142 могут быть прикреплены к пластинам 544 блока 542 передачи крутящего момента любым подходящим образом, например, посредством связующих деталей (например, болтов, винтов, заклепок и т.д.), сварки, клея и т.д.

После этого, как также показано на фиг. 24, собранный блок 540 кулачков устанавливается на входной вал 517 посредством введения прямоугольной концевой части 519 входного вала 517 через выровненные по оси отверстия 543 в концевые пластины 544 вдоль оси 505. Прямоугольная концевая часть 519 содержит множество вытянутых в осевом направлении плоских поверхностей 519а, которое в этом случае включает в общей сложности четыре (4) таких вытянутых в осевом направлении плоских поверхностей 519а. В результате, при введении прямоугольной части 519 входного вала 517 через выровненные по оси отверстия 543 в пластинах 544 элементы 174 подшипника блоков 550 роликов входят во взаимодействие с поверхностью 519а. Кроме того, в этом варианте реализации размер отверстий 543 в концевых пластинах 544 больше прямоугольной части 519 входного вала 517, так что существует зазор между прямоугольной частью 519 и отверстиями 543. В некоторых вариантах реализации настоящего изобретения зазор между прямоугольной частью 519 и отверстиями 543 составляет от 0,05 до 0,5 дюйма (1,27-12,7 мм), а, по меньшей мере, в некоторых вариантах реализации, по существу, равен 0,1 дюйма. Без ограничения этим или любым другим предположением зазор между прямоугольной частью 519 входного вала 517 и отверстием 543 способствует тому, что, по существу, весь контакт между прямоугольной частью 519 и блоком 542 передачи крутящего момента происходит между элементами 174 подшипника блоков 550 роликов и плоскими поверхностями 519а части 519.

Таким образом, во время работы поворот входного вала 517 вокруг оси 505 приводит к взаимодействию между плоскими поверхностями 519а на прямоугольной концевой части 519 и элементами 174 подшипника блоков 550 роликов, так что блок 540 кулачков также активизирован для выполнения поворота вокруг оси 505. Кроме того, поскольку элементы 174 подшипника с возможностью поворота размещены вдоль валов 552, как ранее описано, блок 540 кулачков также способен выполнять перемещение в осевом направлении вдоль оси 505 относительно входного вала 517 во время работы.

Обратившись снова к фиг. 21, можно видеть, что блоки 560, 580 следящего устройства содержат неподвижный блок 560 следящего устройства и подвижный блок 580 следящего устройства. Неподвижный блок 560 следящего устройства размещен в осевом направлении между блоком 540 кулачков и корпусом 520 опоры подшипника, а подвижный блок 580 следящего устройства размещен в осевом направлении между блоком 540 кулачков и секцией 250 нагнетательной стороны.

Обратимся теперь к фиг. 21 и 24, на которых неподвижный блок 560 следящего устройства содержит монтажный держатель 562, а деталь 564 подшипника прикреплена к монтажному держателю 562. Деталь 564 подшипника содержит центральный вал 566, содержащий центральную ось 565, которая прикреплена к монтажному держателю 562. Множество элементов 174 подшипника с возможностью поворота прикреплено к центральному валу 566 таким образом, что каждый элемент 174 подшипника выполнен с возможностью выполнения поворота вокруг оси 565 во время работы. Монтажный держатель 562 прикреплен к кольцевой плоской монтажной поверхности 522 корпуса 520 опоры подшипника таким образом, что центральная ось 565 вала 566 в целом перпендикулярна или ортогональна к оси 505 насосного агрегата 500. Таким образом, при установке блока 540 кулачков на входной вал 517 описанным выше образом один из кулачков 142 входит во взаимодействие с элементами 174 подшипника на неподвижном блоке 560 следящего устройства. В результате во время работы при повороте вала 517 и блока 540 кулачков вокруг оси 505 элементы 174 подшипника входят во взаимодействие с возможностью качения с поверхностями 146, 148 и переходными секциями 147, 149 на кулачке 142, по существу, тем же самым образом, как описано выше для блока 160 следящего устройства и блока 140 кулачков в насосной установке 100. Таким образом, поворот блока 540 кулачков вокруг оси 505 приводит к осевому поступательному перемещению блока 540 кулачков относительно вала 517 вдоль оси 505 посредством взаимодействия между элементами 174 подшипника на неподвижном блоке 560 следящего устройства и поверхностями 146, 148 на кулачке 142 во время работы.

Обратимся теперь к фиг. 25, на которой подвижный блок 580 следящего устройства содержит центральный вал 582, опорный держатель 588 и деталь 590 подшипника. Центральный вал 582 выполнен в форме вытянутой детали, содержащей центральную или продольную ось 585, которая, по существу, выровнена с осью 505 во время работы. Кроме того, центральный вал 582 содержит первый или внутренний конец 582а, второй или внешний конец 582b, противоположный внутреннему концу 582а, и радиально наружную поверхность 582с, проходящую в осевом направлении между концами 582а, 582b. Внутренний конец 582а содержит проходящую в осевом направлении выемку 584, содержащую вогнутую цилиндрическую монтажную поверхность 586, проходящую в форме цилиндра с некоторым радиусом вокруг оси 585 (т.е. трубопровод, проходящий ортогонально к оси 585). Кроме того, вал 582 содержит монтажную выемку 581, проходящую в радиальном направлении внутрь от радиально наружной поверхности 582с, которая образует проходящую в осевом направлении плоскую монтажную поверхность 583, проходящую в осевом направлении от внутреннего конца 582а центрального вала 582 относительно оси 585. Кроме того, внешний конец 582b содержит соединитель 194, который, как будет описано более подробно ниже,

выполнен с возможностью вхождения во взаимодействие и сопряжения с соответствующим соединителем на плунжере 220 тем же самым образом, как описано выше (например, см. фиг. 17).

Опорный держатель 588 содержит первый или верхний конец 588a и второй или нижний конец 588b, противоположный верхнему концу 588a. Нижний конец 588b входит во взаимодействие с плоской монтажной поверхностью 583 на центральном валу 582 таким образом, что верхний конец 588a удален от центрального вала 582. В некоторых вариантах реализации настоящего изобретения нижний конец 588b входит во взаимодействие с плоской монтажной поверхностью 583 связующей детали (например, болта, заклепки, винта, гвоздя и т.д.); однако в других вариантах реализации нижний конец 588b может быть введен во взаимодействие с поверхностью 583 посредством некоторого другого способа (например, сварки, клея и т.д.). Верхний конец 588a содержит выемку 589, образующую вогнутую цилиндрическую монтажную поверхность 587. Нижний конец 588b прикреплен к плоской монтажной поверхности 583 центрального вала 582 таким образом, что вогнутая цилиндрическая монтажная поверхность 587 проходит в форме цилиндра с некоторым радиусом вокруг оси 585. В частности, в этом варианте реализации настоящего изобретения обе вогнутые цилиндрические монтажные поверхности 586, 587 проходят в форме цилиндра с одинаковым радиусом вокруг оси 585.

Деталь 590 подшипника содержит вытянутый вал 592 и множество элементов 174 подшипника с возможностью поворота прикрепленных к валу 592. Вал 592 содержит центральную или продольную ось 595, первый или верхний конец 592a, второй или нижний конец 592b, противоположный верхнему концу 592a, и радиально наружную поверхность 592c, проходящую в осевом направлении между концами 592a, 592b. Радиально наружная поверхность 592c выполнена с возможностью размещения внутри выемки 589, входит во взаимодействие с вогнутой цилиндрической монтажной поверхностью 587 и прикреплена к ней. Кроме того, радиально наружная поверхность 592c также выполнена с возможностью размещения внутри выемки 584, входит во взаимодействие с вогнутой цилиндрической монтажной поверхностью 586 и прикреплена к ней. Таким образом, ось 595 выровнена с осью кривизны каждой из вогнутых цилиндрических монтажных поверхностей 586, 587, а элементы 174 подшипника размещены в осевом направлении между выемками 587, 589 вдоль оси 595. Во время работы элементы 174 подшипника способны выполнять поворот вокруг оси 595 относительно вала 592. Как будет описано более подробно ниже, элементы 174 подшипника входят во взаимодействие с поверхностями 146, 148 на одном из кулачков 142 для способствования осевому перемещению плунжера 220 во время работы насосного агрегата 500.

Обратимся теперь к фиг. 26, на которой опорный держатель 588 также содержит первую плоскую сторону 588c, проходящую между концами 588a, 588b, и вторую плоскую сторону 588d, противоположную первой плоской стороне 588c и также проходящую между концами 588a, 588b. Плоские стороны 588c, 588d проходят под отличным от нуля углом ϕ относительно радиуса оси 585 центрального вала 582. Кроме того, плоские стороны 588c, 588d также проходят под углом θ относительно друг друга, который в два раза ($2\times$) больше угла ϕ (т.е. $\theta=2\phi$). В некоторых вариантах реализации настоящего изобретения значение угла ϕ может составлять от 1 до 10° и в некоторых из этих вариантов может быть равно 2° . В результате, в этих вариантах реализации значение угла θ может составлять от 2 до 20° , и в некоторых из этих вариантов может быть равно 4° .

Обратимся снова к фиг. 21, на которой во время работы элементы 174 подшипника на подвижном блоке 560 следящего устройства входят во взаимодействие с поверхностями 146, 148 на одном из кулачков 142 блока 540 кулачков тем же самым образом, как это описано выше для подвижного блока 180 следящего устройства в насосной установке 100. Таким образом, при повороте блока 540 кулачков вокруг оси 505 посредством вала 517 и блока 542 передачи крутящего момента подвижный блок 580 следящего устройства выполняет возвратно-поступательное перемещение в осевом направлении вокруг оси 505. Для поддержания этого осевого поступательного перемещения подвижного блока 580 следящего устройства опорный блок 600 связан с переходной пластиной 114 (причем пластина 114 обычно выполнена той же самой, как описано выше), которая входит во взаимодействие с подвижным блоком 580 следящего устройства во время работы.

Обратимся теперь к фиг. 27-29, на которых опорный блок 600 содержит пару блоков 602 роликов, каждый из которых содержит центральный вал 604, который дополнительно связан с переходной пластиной 114 посредством пары выпуклостей 606. Пара элементов 174 подшипника с возможностью поворота размещена на каждом центральном валу 602 таким образом, что каждая деталь подшипника может с возможностью качения быть введена во взаимодействие с одной из плоских сторон 588c, 588d опорного держателя 588 на подвижном блоке 580 следящего устройства. Обратившись к фиг. 30 (на которой опорный блок 600 и подвижный блок 580 следящего устройства для удобства схематично показаны в пространстве не связанными с другими компонентами насосного агрегата 500), можно видеть, что каждый вал 604 содержит центральную ось 605, размещенную под отличным от нуля углом β относительно радиуса оси 585 (и, таким образом, также относительно радиуса оси 505). Кроме того, оси 605 валов 604 также вытянуты под углом α относительно друг друга, который в два раза ($2\times$) больше угла β (т.е. $\alpha=2\beta$). Углы (например, углы α и β) осей 605 валов 604 выбраны так, чтобы соответствовать углу плоских сторон 588c, 588d опорного держателя 588 на подвижном блоке 580 следящего устройства. Таким обра-

зом, в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения значение угла β составляет от 1 до 10° и в некоторых из этих вариантов реализации может быть равно 2°. В результате в этих вариантах реализации значение угла α составляет от 2 до 20° и в некоторых из этих вариантов реализации может быть равно 4°. Без ограничения этим или любым другим предположением углы ϕ , θ , плоских сторон 588a, 588d и углы β , α осей 605 валов 604 обеспечивают элементам 174 возможность противостояния поперечной деформации вала 582 в первом направлении X и во втором и третьем направлениях Y и -Y (это третье направление -Y противоположно второму направлению Y), соответственно, как показано на фиг. 30.

Обратимся теперь к фиг. 28 и 29, на которых опорный блок 600 также содержит деталь 608 в форме башмака, которая прикреплена внутри отверстия 116 переходной пластины 114 и с возможностью поворота поддерживает пару размещенных в осевом направлении элементов 174 подшипника (замечание: плунжер 220 и секция 250 нагнетательной стороны опущены на фиг. 29 для обеспечения лучшего рассмотрения переходной пластины 114, подвижного блока 580 следящего устройства и опорного блока 600). Как лучше всего показано на фиг. 29, башмак 608 размещен внутри отверстия 116 так, что элементы 174 подшипника, с возможностью поворота поддерживаемые башмаком 608, введены во взаимодействие с валом 582 на стороне, противоположной опорному держателю 588. Обратившись снова к фиг. 30, можно видеть, что без ограничения этим или любым другим предположением, во время работы элементы 174 подшипника башмака 608 противостоят поперечной деформации вала 582 в четвертом направлении -X, противоположном первому направлению X.

Обратившись снова к фиг. 28 и 29, можно видеть, что, по меньшей мере, в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения башмак 608 с возможностью проворачивания связан с отверстием 116 таким образом, что башмак 608 может выполнять небольшое проворачивание (например, поворот) вокруг первой оси 607 и второй оси 609, ортогональной к первой оси 607. Первая ось 607 лежит в плоскости (не показана), проходящей перпендикулярно или ортогонально к центральной оси 505, а вторая ось 609 лежит в плоскости (не показана), которая также содержит центральную ось 505. Однако в этом варианте реализации связь между башмаком 608 и отверстием 116, по существу, предотвращает проворачивание или перемещение башмака 608 с некоторым радиусом вокруг оси 505. Без ограничения этим или любым другим предположением, проворачивание башмака вокруг осей 607, 609 обеспечивает элементам 174 подшипника возможность поддержания достаточного контакта с радиально наружной поверхностью 582с вала 582, несмотря на допуски на обработку и другие расхождения.

Обратившись снова к фиг. 27-29, можно видеть, что во время работы при возвратно-поступательном перемещении подвижного блока 580 следящего устройства вдоль оси 505 вследствие поворота блока 540 кулачков и введения во взаимодействие поверхностей 146, 148 на кулачках 140 с элементами 174 подшипника на блоках 560, 580 следящего устройства, как описано выше, осевое перемещение подвижного блока 580 следящего устройства в радиальном направлении поддержано элементами 174 подшипника в опорном блоке 600. В частности, это осевое перемещение подвижного блока 580 следящего устройства поддержано посредством введения во взаимодействие элементов 174 подшипника на блоках 602 роликов с держателем опоры 588 и введения во взаимодействие элементов 174 подшипника на детали 608 в форме башмака с валом 582.

Обратимся теперь к фиг. 21, на которой после сборки насосного агрегата 500, как обсуждено выше, плунжер 220 связан с валом 582 подвижного блока 580 следящего устройства (через соединитель 194, см. фиг. 17), а двигатель 515 активизирован для поворота выходного вала 514 и входного вала 517 вокруг оси 505, как описано выше. Поворот валов 514, 517 вокруг оси 505 также приводит к повороту блока 542 передачи крутящего момента и блока 540 кулачков вокруг оси 505 посредством взаимодействия между прямоугольной оконечной частью 519 и блоками 550 роликов в блоке 542 передачи крутящего момента, как ранее описано. Кроме того, поворот блока 540 кулачков также приводит к возвратно-поступательному перемещению центрального вала 582 блока 580 следящего устройства вдоль оси 505 вследствие взаимодействия поверхностей 146, 148 на кулачках 142 и элементов 174 подшипника блоков 560, 580 следящего устройства, как описано выше. Поскольку центральный вал 582 подвижного блока 580 следящего устройства прикреплен к приводной стороне 220b плунжера 220 описанным выше образом, возвратно-поступательное перемещение центрального вала 582 также приводит к аналогичному осевому возвратно-поступательному перемещению плунжера 220 вдоль оси 505, что приводит к осевому возвратно-поступательному перемещению нагнетательной стороны 220a плунжера 220 внутри корпуса 252 (см. фиг. 4 и 5) секции 250 нагнетательной стороны, с тем чтобы вызвать дополнительное нагнетание текучей среды также, как описано выше в отношении насосного агрегата 100.

Во время насосных операций, описанных выше, двигатель 515 может быть управляем таким образом, что происходит уменьшение частоты поворота валов 514, 517 и, таким образом, блока 540 кулачков при приближении элементов 174 подшипника на блоках 560, 580 следящего устройства к переходным секциям 147, 149 вдоль кулачков 142 и проходе через них. Это уменьшение частоты поворота, вместе с искривленной формой переходных секций 147, 149 помогает гарантировать, что элементы 174 подшипника не теряют контакт с внешними концами 142a кулачков 142 (например, вследствие изменения в спиральном направлении между поверхностями 146, 148).

Таким образом, при использовании насосной системы, содержащей множество модульных насосных агрегатов в соответствии с раскрытыми в настоящем описании вариантами реализации изобретения (например, насосной системы 10 и модульных насосных агрегатов 100, 500), количество и конкретное устройство насосной системы могут быть легко изменены для приспособления к условиям и требованиям применяемой буровой операции. Таким образом, при использовании такой насосной системы операции по откачиванию рабочей текучей среды более эффективны и приспособляемы, что, таким образом, увеличивает эффективность буровых операций в целом и снижает необходимые для них затраты.

В качестве дополнительных вариантов реализации настоящего изобретения в соответствии с принципами, раскрытыми выше и в других местах в настоящем описании, и со ссылками на фиг. 31, показана насосная система 1010 для нагнетания рабочей текучей среды (например, бурового раствора). Насосная система 1010 в целом содержит всасывающий коллектор 1012, выпускной коллектор 1014 и множество насосных агрегатов 1100. Всасывающий коллектор 1012 соединен по текучей среде с источником рабочей текучей среды (например, с цистерной для хранения бурового раствора), а выпускной коллектор 1014 соединен по текучей среде с центральным сквозным отверстием буровой колонны. Каждый насосный агрегат 1100 связан со всасывающим коллектором 1012 посредством соответствующего всасывающего трубопровода 1016 и связана с выпускным коллектором 1014 посредством соответствующего выпускного трубопровода 1018, так что каждый насосный агрегат 1100 выполнен с возможностью получения текучей среды от всасывающего коллектора 1012 через соответствующий всасывающий трубопровод 1016 и выпуска текучей среды под повышенным давлением к одному из выпускных коллекторов 1014 через соответствующий выпускной трубопровод 1018.

Каждый насосный агрегат 1100 содержит двигатель 1110, блок 1120 трансмиссии и нагнетательную сторону 1200. Двигатель 1110 может представлять собой любой соответствующий двигатель или приводное устройство, выполненные с возможностью приведения в действие (например, выполнения поворота) выходного вала 1112, такие как, например, электродвигатель, гидравлический двигатель, двигатель внутреннего сгорания, турбина и т.д. В этом варианте реализации настоящего изобретения двигатель 1110 выполнен в виде электродвигателя.

Блок 1120 трансмиссии представляет собой любое подходящее устройство, выполненное с возможностью преобразования выходной мощности двигателя 1110 на входной вал на нагнетательной стороне 1200. Например, в этом варианте реализации двигатель 1120 инициирует поворот выходного вала 1112, а блок 1120 трансмиссии выполнен с возможностью преобразования поворотного перемещения выходного вала 1112 в возвратно-поступательное перемещение для приведения в действие поршня 1202 внутри нагнетательной стороны 1200 (замечание: в некоторых вариантах реализации поршни 1202 могут быть заменены плунжером или другой деталью, выполняющей возвратно-поступательное перемещение). Хотя ниже обсуждены некоторые конкретные варианты реализации блока 1120 трансмиссии, следует принимать во внимание, что блок 1120 трансмиссии может быть выполнен в форме любой соответствующей композиции зубчатых колес, кулачков, ползунов, кареток или других компонентов для воздействия на нужное преобразование перемещения между двигателем 1110 и нагнетательной стороной 1200, содержащей блоки трансмиссии, описанные выше и в других местах в настоящем описании.

Нагнетательная сторона 1200 образует камеру 1204, принимающую поршень 1202. Поршень 1202 связан с выходным валом 1122 блока 1120 трансмиссии и выполнен с возможностью возвратно-поступательного перемещения в камере 1204 и введения во взаимодействие с уплотнением с внутренними стенками камеры 1204 для способствования нагнетанию и потоку рабочей текучей среды (например, бурового раствора) в ней. Нагнетательная сторона 1200 содержит всасывающий клапан 1015 и выпускной клапан 1017. Всасывающий клапан 1015 выполнен с возможностью обеспечения потока текучей среды в камеру 1204 через всасывающий трубопровод 1016 при вытянутом из камеры 1204 поршне 1202 (например, по направлению к блоку 1120 трансмиссии) и падении давления в камере 1204 ниже первого заданного уровня, но препятствованию вытеканию текучей среды из камеры 1204 в трубопровод 1016. Выпускной клапан 1017 выполнен с возможностью вытекания текучей среды из камеры 1204 в выпускной трубопровод 1018 при поршне 1202, продвинутом в камеру 1204 (например, с удалением от блока 1120 трансмиссии), и повышении давления в камере 1204 выше второго заданного уровня, но препятствования втеканию текучей среды в камеру 1204 от выпускного трубопровода 1018. Хотя клапаны 1015, 1017 показаны лишь схематично на фиг. 31, следует понимать, что клапаны 1015, 1017 могут быть теми же самыми или аналогичными клапанам, раскрытым в патенте США № 8220496 и/или в патенте США № 8714193, все содержание которых включено в настоящее описание посредством ссылки для всех целей.

Обратившись еще раз к фиг. 31, можно видеть, что насосная система 1010 содержит множество всасывающих клапанов 1022 и выпускных клапанов 1024. Каждый из всасывающих клапанов 1022 размещен вдоль одного из всасывающих трубопроводов 1016, и каждый из выпускных клапанов 1024 размещен вдоль одного из выпускных трубопроводов 1018. Каждый из клапанов 1022, 1024 связан с центральным контроллером 1050 через соответствующее соединение 1058, которое может быть выполнено в форме любого соответствующего проводного или беспроводного соединения для передачи сигналов, такого как, например, кабель, провод, волоконно-оптическая линия, радиочастотное (RF) соединение, соединение формата WI-FI, соединение формата BLUETOOTH®, сигнал коротковолновой связи, акусти-

ческое соединение и т.д. Контроллер 1050 может содержать процессор и запоминающее устройство, каждое из которых может быть выполнено в форме одной или более электрических схем, причем запоминающее устройство содержит программное обеспечение, выполняемое процессором для обеспечения всех функциональных возможностей контроллера 1050, раскрытого в настоящем описании. Каждый из клапанов 1022, 1024 также содержит пару датчиков 1026, 1028, которые выполнены с возможностью определения, открыт или закрыт соответствующий клапан (например, клапан 1022, 1024), т.е. находятся ли клапаны 1022, 1024 в открытом положении или закрытом положении, соответственно. В частности, один датчик 1026 выполнен с возможностью определения, что соответствующий клапан находится в открытом положении (для обеспечения, таким образом, возможности свободного потока текучей среды вдоль соответствующего трубопровода 1016, 1018), а другой датчик 1028 выполнен с возможностью определения, что соответствующий клапан находится в закрытом положении (для предотвращения или ограничения, таким образом, потока текучей среды вдоль соответствующего трубопровода 1016, 1018). Каждый из датчиков 1026, 1028 выполнен с возможностью связи с контроллером 1050 через соединения 1058 таким образом, что контроллер 1050 способен знать, находится ли каждый клапан 1016, 1018 в открытом положении или закрытом положении. В этом варианте реализации настоящего изобретения контроллер 1050 связан с внешним устройством 1051, которое может быть выполнено в форме, например, дисплея (например, компьютерного монитора), который выполнен с дополнительной возможностью отображения информации (например, в графической форме), показывающей, какой из клапанов 1022, 1024 находится в открытом положении и какой из клапанов 1022, 1024 находится в закрытом положении. Кроме того, в некоторых вариантах реализации контроллер 1050 может быть выполнен с возможностью перевода каждого из клапанов 1022, 1024 между открытым положением и закрытым положением.

Каждый насосный агрегат 1100 содержит множество датчиков, которые связаны с контроллером 1050 для облегчения и оптимизации управления ею во время работы. Например, в этом варианте реализации настоящего изобретения каждый насосный агрегат 1100 содержит счетчик 1056 поворотов, связанный с двигателем 1110 и выполненный с возможностью измерения или определения частоты поворотов и/или направления выходного вала 1112. Кроме того, каждый насосный агрегат 1100 содержит датчик 1056 линейного смещения или положения, связанный с блоком 1120 трансмиссии или нагнетательной стороной 1200 (в этом варианте реализации датчик 1054 связан с блоком 1120 трансмиссии) и выполненный с возможностью измерения или определения положения или смещения поршня 1202 и/или вала 1122 относительно некоторой фиксированной точки. Кроме того, каждый насосный агрегат 1100 содержит датчик 1052 давления, связанный с нагнетательной стороной 1200 и выполненный с возможностью измерения давления в камере 1204 во время работы. Каждый из датчиков 1052, 1054, 1056 связан с контроллером 1050 через соответствующее соединение 1058, причем соединения 1058 между датчиками 1052, 1054, 1056 и контроллером 1050 выполнены так же, как соединения 1058 между датчиками 1026, 1028 и контроллером 1050.

Во время работы контроллер 1050 активизирует двигатель 1110 таким образом, что поршни 1202 насосных агрегатов 1100 работают синфазно друг с другом, но с непрерывно изменяемыми углом или синхронизацией между ними (например, посредством контроллера 1050) для обеспечения относительно постоянного потока рабочей текучей среды повышенного давления к выпускному коллектору. В частности, в этом варианте реализации при наличии двух насосных агрегатов в насосной системе 1010 поршни 1202 работают с разницей по фазе, составляющей примерно 180° (т.е. таким образом, что при достижении каждым поршнем 1202 своего максимального выдвижения во время такта выпуска другой поршень достигает своего минимального выдвижения во время такта всасывания). Однако следует понимать, что разность фаз между поршнями 1202 насосных агрегатов 1100 будет другой при увеличении или уменьшении количества насосных агрегатов 1100 (например, при использовании трех насосных агрегатов 1100 каждый поршень 1202 работает со сдвигом по фазе от других поршней 1202, примерно составляющим 120°). В некоторых вариантах реализации настоящего изобретения контроллер 1050 проверяет и/или сохраняет соответствующую синхронизацию тактов поршней 1202 (например, для поддержания нужной разности фаз между поршнями 1202), посредством определения частоты и направления поворотов двигателя счетчиками 1056 поворотов и корреляции измеренной частоты поворотов с положением поршня 1202 посредством датчиков 1054 линейного смещения или положения.

Для каждого насосного агрегата 1100, когда двигатель 1110 вызывает поворот выходного вала 1112, блок 1120 трансмиссии преобразует это поворотное перемещение в возвратно-поступательное перемещение вала 1122 и поршня 1202 таким образом, что поршень 1202 попеременно переходит между тактом всасывания и тактом выпуска в камере 1204. Во время такта всасывания поршня 1202 поршень 1202 вытянут по направлению к блоку 1120 трансмиссии таким образом, что давление в камере 1204 падает для втягивания рабочей текучей среды из трубопровода 1016 через всасывающий клапан 1015. Кроме того, во время такта всасывания выпускной клапан 1017 препятствует рабочей текучей среде течь в камеру 1204. В противоположность этому во время такта выпуска поршень 1202 направляют или вытягивают из блока 1120 трансмиссии, так что давление в камере 1204 возрастает, что направляет текучую среду из камеры 1204 в выпускной трубопровод 1018 через выпускной клапан 1017. Кроме того, во время такта выпуска всасывающий клапан 1015 предотвращает попадание рабочей текучей среды из камеры 1204 во

всасывающий трубопровод 1016.

При возвратно-поступательном перемещении поршней 1202 в соответствующих камерах 1204, как описано выше, могут возникать пульсации давления рабочей текучей среды, которые распространены в выпускной коллектор и за его пределы. Например, в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения пульсации давления возникают вследствие взаимодействия поршней 1202 и рабочей текучей среды. Кроме того, пульсации давления могут быть созданы другими источниками, такими как, например, клапаны, порты (например, порты внутри самой насосного агрегата 1100 или в другом месте внутри системы 1010), выпускные фильтры, изменения параметров рабочей текучей среды (например, ее температуры, вязкости, консистенции и т.д.). Такие пульсации давления могут нарушать работу скважинных коммуникационных устройств и контрольно-измерительной аппаратуры, ухудшая точность проводимых ими измерений, и затрудняя связь между скважинными устройствами и системами управления на поверхности. Кроме того, со временем эти пульсации давления способны также наносить усталостный ущерб компонентам внутри системы 1010 или в другом месте (например, внутри подземного ствола скважины). Внутри насосной системы 1010 такие пульсации давления обнаружены и затем ослаблены и подавлены контроллером 1050 во время насосных операций.

В частности, обратившись еще раз к фиг. 31, можно видеть, что при возвратно-поступательном перемещении поршня 1202 в камере 1204 датчик 1052 давления отслеживает давление в камере 1204 и сообщает о нем контроллеру 1050. При обнаружении пульсаций давления (например, внезапного выброса значения давления выше или ниже некоторого порогового значения) контроллер 1050 может затем определить, был ли период пульсаций давления большим или малым. Таким образом, контроллер 1050 способен отслеживать последовательные измерения давления от датчика 1052 в течение заданного промежутка времени и определять вероятный период или продолжительность пульсаций давления (например, на основании анализа наклона кривой давления в течение определенного промежутка времени). При превышении заданного значения периодом или продолжительностью пульсаций давления контроллер 1050 может изменить скорость и/или направление поворотов двигателя 1110 для ослабления и, таким образом, уменьшения измеренных пульсаций давления.

Например, при внезапном увеличении давления в камере 1204 выше некоторого заданного предельного значения эта пульсация давления обнаружена контроллером 1050. После этого при определении контроллером 1050, что период обнаруженной пульсации давления выше некоторого заданного значения, контроллер 1050 может затем указать двигателю 1110 замедлить повороты выходного вала 1112 и, таким образом, замедлить возвратно-поступательное перемещение поршня 1202. Вследствие замедления поршня 1202 давление в камере 1204 может быть уменьшено ниже заданного предельного значения, что, таким образом, ослабляет пульсации давления. В качестве другого примера при внезапном уменьшении давления в камере 1204 ниже некоторого заданного предельного значения эта пульсация давления обнаружена контроллером 1050. После этого при определении контроллером 1050, что период обнаруженной пульсации давления выше некоторого заданного значения, контроллер 1050 может затем указать двигателю 1110 ускорить повороты выходного вала 1112 и, таким образом, ускорить возвратно-поступательное перемещение поршня 1202. Вследствие ускорения поршня 1202 давление в камере 1204 может быть увеличено выше заданного предельного значения, что, таким образом, ослабляет пульсации давления. Во время этих операций контроллер 1050 способен определить конкретное положение и направление перемещения поршней 1202 посредством опроса каждого датчика 1056 линейного смещения или положения и счетчика 1056 поворотов на двигателе с последующим информированием контроллера 1050 относительно необходимости выполнения регулировок перемещения и/или скорости поршня 1202 для ослабления пульсаций давления, имеющих период или продолжительность выше некоторого заданного значения.

С другой стороны, при определении контроллером 1050, что период или продолжительность пульсации давления больше некоторой заданной величины, контроллер 1050 может указать блоку 1300 ослабления вторичных пульсаций давления поглотить или ослабить пульсацию давления. Хотя конкретные варианты реализации блока 1300 ослабления пульсаций давления описаны более подробно ниже, следует понимать, что блок 1300 ослабления пульсаций давления выполнен в форме поршня (не показан) и выполнен с возможностью управляемой приведения в действие поршня для увеличения или уменьшения давления в камере, которая связана по текучей среде с выпускным коллектором 1014. Поршень (не показан) внутри блока 1300 ослабления пульсаций давления может быть активирован любым соответствующим способом, например, посредством одного или более электродвигателей, одного или более электромагнитов, гидравлического давления, механического компонента (например, рычага) и т.д. Таким образом, при обнаружении пульсаций давления с относительно коротким периодом контроллером 1050 посредством результатов измерения давления датчиками 1052 система 1300 ослабления пульсаций давления способна под управлением контроллера 1050 активировать поршень (не показан) для увеличения или уменьшения давления внутри выпускного коллектора 1014 при необходимости ослабить пульсацию давления.

Например, при внезапном увеличении давления в камере 1204 выше некоторого заданного предельного значения эта пульсация давления обнаружена контроллером 1050. После этого при определении

контроллером 1050, что период обнаруженной пульсации давления ниже некоторого заданного значения, контроллер 1050 может затем указать блоку 1300 ослабления пульсаций активировать поршень для уменьшения давления внутри выпускного коллектора 1014 и, таким образом, ослабления или смягчения пульсации давления. В качестве другого примера при внезапном уменьшении давления в камере 1204 ниже некоторого заданного предельного значения эта пульсация давления обнаружена контроллером 1050. После того при определении контроллером 1050, что период обнаруженной пульсации давления ниже заданного значения, контроллер 1050 может затем указать блоку 1300 ослабления пульсаций активировать поршень для увеличения давления внутри выпускного коллектора 1014 и, таким образом, ослабления или смягчения пульсации давления.

Обратимся теперь к фиг. 32, на которой две насосные агрегаты 1100 показаны связанными со всасывающим коллектором 1014. Другие компоненты насосной системы 1010 (например, выпускной коллектор 1014, блок 1300 ослабления пульсаций, контроллер 1050 и т.д.) не показаны на фиг. 32 во избежание чрезмерного усложнения чертежа. Как показано на фиг. 32, насосные агрегаты 1100 размещены параллельно друг другу и каждая из них поддерживается собственной соответствующей опорной рамой или основанием 1102. В этом варианте реализации настоящего изобретения основание 1102 каждого насосного агрегата 1100 содержит множество такелажных планок 1103 для содействия подъему и позиционированию каждого насосного агрегата 1100 (например, посредством вилочного погрузчика, крана и т.д.) Кроме того, без ограничения этим или любым другим предположением, в, по меньшей мере, некоторых вариантах реализации рама 1102 и такелажные планки 1103 облегчают перевозку каждого насосного агрегата 1100, например на прицепе-площадке или на другом соответствующем устройстве. Кроме того, в этом варианте реализации каждая рама 1102 состоит из первого или нижнего рамного блока или детали 1104 и второго или верхнего рамного блока или детали 1106, частично сложенного поверх нижней рамной детали 1104. Нижняя рамная деталь 1104 поддерживает и нагнетательную сторону 1200 и блок 1120 трансмиссии, а верхняя рамная деталь поддерживает двигатель 1110. Разница высот между рамными деталями 1104, 1106 обеспечивает возможность выравнивания соответствующих валов (например, валов 1112, 1122 по фиг. 31) с предназначенными им соединениями внутри насосного агрегата 1100, как будет описано более подробно ниже.

Обратимся теперь к фиг. 33, на которой показан один насосный агрегат 1100; однако следует понимать, что каждый насосный агрегат 1100 выполнен одинаково с ним, так что к нему применимо последующее описание. Как показано на фиг. 33, редуктор 1114 размещен между двигателем 1110 и блоком 1120 трансмиссии. Редуктор 1114 содержит блок 1116 зубчатой трансмиссии редуктора и выходной вал 1118. Во время работы блок 1116 зубчатой трансмиссии редуктора принимает выходной вал 1112 от двигателя 1110 и выходной вал 1118 входит во взаимодействие с блоком 1120 трансмиссии (замечание: оба вала 1112, 1118 показаны скрытыми линиями на фиг. 33). В этом варианте реализации блок 1116 зубчатой трансмиссии редуктора выполнен с возможностью поворота выходного вала 1118 в форме некоторой доли от количества оборотов выходного вала 1112. В частности, в этом варианте реализации блок 1116 зубчатой трансмиссии редуктора выполнен с возможностью поворота выходного вала 1118 один раз за каждые шестнадцать оборотов выходного вала 1112 двигателя 1110. Таким образом, блок 1116 зубчатой трансмиссии редуктора работает для уменьшения количества оборотов (например, количества оборотов в минуту) выходного вала 1112 двигателя 1110 и увеличения крутящего момента, прилагаемого к блоку 1120 трансмиссии, по сравнению с моментом, вырабатываемым только лишь двигателем 1110. Редуктор 1114 также содержит внешний корпус или кожух 1115, окружающий блок 1116 зубчатой трансмиссии редуктора и, тем самым, защищающий блок 1116 зубчатой трансмиссии редуктора от влияния внешней окружающей среды (замечание: кожух 1115 показан скрытой линией на фиг. 33 для открытия других компонентов 1114). Следует иметь в виду, что в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения отсутствует редуктор 1114 и выходной вал 1112 двигателя 1110 непосредственно связан с блоком 1120 трансмиссии. В других вариантах реализации блок 1116 зубчатой трансмиссии редуктора объединен с самим двигателем 1110 таким образом, что блок 1116 зубчатой трансмиссии редуктора расположен внутри внешнего корпуса двигателя 1110 и выходной вал 1118 редуктора 1114 функционально будет выходным валом (например, выходным валом 1112) двигателя 1110 непосредственно.

Обратимся теперь к фиг. 33-36, на которых блок 1120 трансмиссии содержит блок 1120а вала смещения, блок 1140 каретки и соединительную деталь 1130. Блок 1120а вала смещения связан с выходным валом 1118 редуктора 1114, блок 1140 каретки связан с нагнетательной стороной 1200, и соединительная деталь 1130 проходит между блоком 1120а вала смещения и блоком 1140 каретки.

Блок 1120а вала смещения содержит входной вал 1124, вал 1128 смещения и центральный корпус 1126 соединений, соединяющий валы 1124, 1128. Как лучше всего показано на фиг. 36, входной вал 1124 содержит центральную ось 1121, первый или ближний конец 1124а, второй или дальний конец 1124b, противоположный ближнему концу 1124а, и выемку или приемное гнездо 1125, вытянутое в осевом направлении от дальнего конца 1124b. Вал 1128 смещения содержит центральную ось 1123, первый или ближний конец 1128а и второй или дальний конец 1128b, противоположный ближнему концу 1128а. Корпус 1126 соединений имеет первый конец 1126а, второй конец 1126b, противоположный первому концу 1126а, первую монтажную грань 1127 на первом конце 1126а и вторую монтажную грань 1129 на

втором конце 1126b. Монтажные грани 1127, 1129 представляют собой плоские поверхности, размещенные под углом θ относительно друг друга (т.е. каждая грань 1127, 1129 лежит в плоскостях, размещенных под углом θ относительно друг друга). Каждый из валов 1124, 1128 вытянут по нормали от граней 1129, 1127, соответственно, таким образом, что проекция оси 1121 входного вала 1128 также составляет угол θ с осью 1123 вала 1128 смещения. Точка пересечения 1131 образована между осью 1123 и проекцией оси 1121 внутри вала 1128 смещения. Точка 1131 размещена на расстоянии L_{1128} , измеренном в осевом направлении относительно оси 1123 от ближнего конца 1128а вала 1128 смещения. Во время работы выходной вал 1118 редуктора 1114 имеет возможность размещения внутри приемного гнезда 1125 вдоль оси 1121. В результате входной вал 1124 выровнен по оси с выходным валом 1118 редуктора 1114 и в этом варианте реализации также с выходным валом 1112 двигателя 1110 (см. фиг. 33). Однако следует отметить, что в других вариантах реализации настоящего изобретения вал 1124 не выровнен по оси с валом 1118 и/или 1112 (например, когда редуктор содержит одну или более планетарных зубчатых передач). Таким образом, при повороте валов 1118, 1112, 1124 редуктора 1114, двигателя 1112 и блока 1120а вала смещения, соответственно, вокруг оси 1121 вал 1128 смещения блока 1120а вала смещения также выполняет поворот вокруг оси 1121, так что ось 1123 определяет коническую развертку вокруг оси 1121 с вершиной конуса, размещенной в точке 1131.

Обратившись еще раз к фиг. 33-36, можно видеть, что соединительная деталь 1130 выполнена в форме вытянутой детали, содержащей первый или верхний конец 1130а, второй или нижний конец 1130b, противоположный верхнему концу 1130а, верхнюю секцию 1132, проходящую от верхнего конца 1130а, и нижний вал 1134, проходящий от верхней секции 1132 к нижнему концу 1130b. Верхняя секция 1132 содержит сквозное отверстие или приемное гнездо 1136, проходящие через нее. Как лучше всего показано на фиг. 36, приемное гнездо 1136 принимает вал 1128 смещения от блока 1120а вала смещения таким образом, что приемное гнездо 1136 вытянуто вдоль оси 1123 и выровнено по оси с ней. Пара радиальных опор 1138 размещена внутри приемного гнезда 1136, размещенного в радиальном направлении между валом 1128 смещения и приемным гнездом 1126 относительно оси 1123. Радиальные опоры 1138 поддерживают и облегчают поворот вала 1128 смещения внутри приемного гнезда 1136 во время работы. Кроме того, сферический подшипник 1139 размещен вокруг вала 1128 смещения и в осевом направлении размещен между монтажной гранью 1127 корпуса 1126 соединений и соединительной деталью 1130 вдоль оси 1123. Сферический подшипник 1139 содержит первую дорожку 1139а, вторую дорожку 1139b и множество деталей 1139с подшипника, размещенных в осевом направлении между дорожками 1139а, 1139b. Сферический подшипник 1139 обеспечивает соответствующий осевой промежуток и ориентацию между соединительной деталью 1130 и корпусом 1126 соединений, также поддерживая поворот вала 1128 и корпуса 1126 соединений относительно соединительной детали 1130. Таким образом, первая дорожка 1139а введена во взаимодействие с соединительной деталью 1130, вторая дорожка 1139b введена во взаимодействие с монтажной гранью 1127, а детали 1139а подшипника поддерживают относительный поворот второй дорожки 1139b относительно первой дорожки 1139а.

Блок 1140 каретки содержит основной корпус 1142 и выходной вал 1122 блока 1120 трансмиссии (см. фиг. 31). Основной корпус 1142 в целом имеет форму прямоугольной параллельной трубы и содержит первый или передний конец 1142а, второй или задний конец 1142b, противоположный переднему концу 1142а, верх 1143 и дно 1145. Кроме того, как лучше всего показано на фиг. 36, основной корпус 1142 содержит полость или сквозной проход 1146, проходящий между верхом 1143 и дном 1145, содержащим размещенный там кольцевой заплечик или седло 1148. Выходной вал 1122 проходит от переднего конца 1142а основного корпуса 1142 вдоль центральной оси 1122а и в этом варианте реализации монолитно сформирован с основным корпусом 1142 (т.е. основной корпус 1142 и выходной вал 1122 выполнены как одно целое). В других вариантах реализации выходной вал 1122 может быть выполнен не за одно целое с основным корпусом 1142 (например, выходной вал 1122 может посредством резьбы или иначе с возможностью отсоединения прикреплен к основному корпусу 1142).

Обратившись, в частности, к фиг. 33-35, можно видеть, что направляющий рельс 1150 прикреплен к нижней детали 1104 и пара деталей 1152 салазок прикреплены ко дну 1145 основного корпуса 1142 (замечание: только одна из деталей 1152 салазок показана на фиг. 33-35). Форма деталей 1152 салазок предназначена для введения во взаимодействие с направляющим рельсом 1150 во время работы и скольжения вдоль него.

Как лучше всего показано на фиг. 36, во время сборки блока 1120 трансмиссии нижний вал 1134 введен внутрь сквозного отверстия 1149 шара или детали 1147 сферического подшипника. Сквозное отверстие 1149 проходит через шар 1147 вдоль центральной оси 1149а. После этого нижний вал 1134 и шар 1147 вводят в сквозной проход 1146 до тех пор, пока шар 1147 не войдет во взаимодействие или не будет соединен встык с кольцевым седлом 148. В этом варианте реализации настоящего изобретения шар 1147 и, таким образом, также нижний вал 1134 способны выполнять проворачивание без выделенного направления внутри сквозного прохода 1146; однако следует понимать, что в других вариантах реализации настоящего изобретения шар 1147 и нижний вал 1134 способны выполнять проворачивание только в плоскости, содержащей ось 1121 входного вала 1124 блока трансмиссии (т.е. в плоскости, содержащей цен-

тральную или продольную ось основного корпуса 1142). Проворачиванию шара 1147 и вала 1134 внутри сквозного прохода 1146 (при проворачивании без определенного направления или при проворачивании в одной плоскости или в одном направлении) способствует скользящее взаимодействие между наиболее удаленной сферической поверхностью 1147а шара 1147 и кольцевым седлом 1148. Кроме того, нижний вал 1134 способен свободно скользить внутри сквозного отверстия 1149 шара 1147 вдоль оси 1149а.

Обратимся теперь к фиг. 36 и 37, на которых во время работы двигатель 1110 поворачивает выходной вал 1112, который в свою очередь поворачивает и входной вал 1124 и корпус 1126 соединений и вал 1128 смещения блока трансмиссии 120 вокруг оси 1121. Как ранее описано, поворот вала 1128 смещения вокруг оси 1121 входного вала 1124 заставляет ось 1123 вала 1128 описывать конус вокруг проекции оси 1121 таким образом, что вал 1128 смещения выполняет поворот относительно точки 1131 (см. переход от фиг. 36 к фиг. 37). Этот поворот вала 1128 смещения относительно точки 1131 также вызывает возвратно-поступательное проворачивание соединительной детали 1130 относительно точки 1131 при виде сбоку (см. снова переход от фиг. 36 до фиг. 37). При возвратно-поступательном проворачивании соединительной детали 1130 относительно точки 1131 при виде сбоку нижний конец 1130b соответственно выполняет поступательное перемещение налево и направо на чертеже, показанном на фиг. 36 и 37 таким образом, что основной корпус 1142 блока 1140 каретки также соответственно выполняет поступательное перемещение налево и направо на чертеже, показанном на фиг. 36 и 37 вследствие взаимодействия между нижним валом 1134 и шаром 1149 и между шаром 1149 и кольцевым заплечиком 1148 внутри сквозного прохода 1146. Выходной вал 1122, таким образом, также соответственно выполняет поступательное перемещение направо и налево, как можно видеть на фиг. 36 и 37 вследствие его соединения (например, монолитного соединения в этом варианте реализации) с основным корпусом 1142. Возвратно-поступательное проворачивание соединительной детали 1130 относительно сквозного прохода 1146 реализовано посредством скользящего взаимодействия самой дальней поверхности 1147а шара 1147 и кольцевого седла 1148, а поступательное перемещение основного корпуса 1142 реализовано посредством скользящего взаимодействия между деталями 1152 салазок и направляющим рельсом 1150. В результате блок 1120 трансмиссии меняет или преобразует поворотное перемещение выходного вала 1112 двигателя 1110 в возвратно-поступательное перемещение выходного вала 1122.

Кроме того, во время поворота валов 1124, 1128 и корпуса 1126 вокруг оси 1121 соединительная деталь 1130 также соответственно выполняет поступательное перемещение вверх и вниз на видах, показанных на фиг. 36 и 37 (например, вследствие смещенного положения точки 1131 относительно центральной линии соединительной детали 1130) таким образом, что при проворачивании соединительной детали 1130 относительно точки 1131, нижний вал 1134 возвратно-поступательно скользит в сквозное отверстие 1149 шара 1147 и из него. По меньшей мере, в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения размер и форма компонентов внутри блока 1120 трансмиссии (например, корпуса 1126, валов 1124, 1128, соединительной детали 1130 и т.д.) выбраны для максимального увеличения величины или размаха возвратно-поступательного перемещения нижнего вала 1134 внутри сквозного отверстия 1149. Без ограничения этим или любым другим предположением, при максимальном увеличении величины или размаха возвратно-поступательного перемещения нижнего вала 1134 внутри сквозного отверстия 1149, износ, возникающий вследствие скользящего взаимодействия, распределен по большей длине нижнего вала 1134, что, таким образом, увеличивает количество рабочих циклов (т.е. срок службы) соединительной детали 1130 и, таким образом, блока 1120 трансмиссии. По меньшей мере, в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения параметры, регулируемые с целью оптимизации размаха возвратно-поступательного перемещения нижних валов внутри сквозного отверстия 1149, включают, например, угол θ между осями 1121, 1123 и длину L_{1128} вдоль вала 1128 смещения. По меньшей мере, в некоторых вариантах реализации угол θ составляет от 10 до 20°, в предпочтительном варианте реализации составляет от 15 до 20° и в еще более предпочтительном варианте реализации составляет примерно 20°, причем все указанные диапазоны содержат свои конечные точки. Кроме того, в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения при значении угла θ , составляющем примерно 20°, длина L_{1128} составляет от 12 до 14 дюймов, включая конечные точки. Однако следует понимать, что длина L_{1128} может быть различной в зависимости от выбранного значения угла θ и, таким образом, в других вариантах реализации значения угла θ и длины L_{1128} могут быть значительно отличными от указанных.

Обратившись снова к фиг. 33 и 35, можно видеть, что насосный агрегат 1100 содержит опорную раму 1160 и для поддержания нагнетательной стороны 1200 и для направления перемещения поршня 1202 (рассмотрено ниже) во время работы. В этом варианте реализации изобретения опорная рама 1160 содержит первую опорную пластину 1162, вторую опорную пластину 1164 и множество разделителей или соединительных тяг 1166, прикрепленных к пластинам 1162, 1164 и проходящих между ними.

Каждая из опорных пластин 1162, 1164 может быть прикреплена к нижней детали 104 рамы любым подходящим образом, например посредством монтажных держателей, сварки, болтов или комбинаций этого. Кроме того, каждая из опорных пластин 1162, 1164 содержит, соответственно, первую сторону 1162а, 1164а и, соответственно, вторую сторону 1162b, 1164b, противоположную первой стороне 1162а, 1164а соответственно. Соединительные тяги 1166 проходят между второй стороной 1162b первой опор-

ной пластины 1162 и первой стороной 1164а второй опорной пластины 1164. Кроме того, как лучше всего показано на фиг. 35, вторая пластина 1164 содержит проходящее между сторонами 1164а, 1164b центральное отверстие 1165, в котором обеспечена возможность возвратно поступательного движения проходящего через него вала 1122 во время работы. Аналогичным образом, обратившись ненадолго к фиг. 40, можно видеть, что первая опорная пластина 1162 также содержит центральное отверстие 1167, которое принимает часть нагнетательной стороны 1200 способом, описанным более подробно ниже.

Обратимся теперь к фиг. 35 и 38, на которых деталь 1170 в форме муфты прикреплена ко второй стороне 1162b первой опорной пластины 1162, которая выполнена с возможностью возвратно-поступательного получения в ней поршневого штока 1176 и связанного поршня 1202. Как лучше всего показано на фиг. 38, деталь 1170 в форме муфты содержит центральную полость 1172, содержащую внутреннюю цилиндрическую поверхность 1174 для взаимодействия с уплотнением с поршнем 1202 во время работы.

Обратимся к фиг. 38, на которой поршневой шток 1176 содержит первый или напорный конец 1176а и второй или соединительный конец 1176b, противоположный напорному концу 1176а. Соединительный конец 1176b поршневого штока 1176 прикреплен (например, посредством сварки, болтов, резьбы, соединительной муфты и т.д.) к концу выходного вала 1122 блока 1120 трансмиссии таким образом, что поршневой шток 1176 проходит вдоль проекции центральной оси 1122а выходного вала 1122. Поршень 1202 прикреплен к поршневому штоку 1176 в точке, расположенной ближе к напорному концу 1176а, чем к соединительному концу 1176b. Поршень 1202 может быть прикреплен к штоку 1176 любым соответствующим образом, включая, например, сварку, болтовое соединение, резьбовое соединение или их комбинацию. Кроме того, хотя это и не показано специально, следует понимать, что поршень 1202 может содержать одну или более кольцевых уплотняющих деталей, которые введены во взаимодействие с внутренней цилиндрической поверхностью 1174 для предотвращения потока текучей среды между поршнем 1202 и цилиндрической поверхностью 1174 во время работы.

Обратимся теперь к фиг. 39, на которой нагнетательная сторона 1200 соединена по текучей среде с центральной полостью 1172 детали 1170 в форме муфты таким образом, что во время насосных операций возвратно-поступательное перемещение поршневого штока 1176 и поршня 1202 внутри центральной полости 1172 приводит к поддержке повышенного давления рабочей текучей среды (например, бурового раствора) внутри нагнетательной стороны 1200. Нагнетательная сторона 1200 содержит корпус 1210, содержащий впускное отверстие 1212 для рабочей текучей среды, выпускное отверстие 1214 для рабочей текучей среды, нагнетательный патрубок 1211, первый порт 1213 доступа и второй порт 1215 доступа. Кроме того, корпус 1210 образует первый внутренний проход 1216, проходящий между впускным отверстием 1211 для нагнетания и вторым портом 1215 доступа вдоль оси 1217, и второй внутренний проход 1218, проходящий между впускным отверстием 1212 для текучей среды и первым портом 1213 доступа вдоль оси 1219, которая ортогональна к оси 1217 первого внутреннего прохода 1216. В результате первый и второй внутренние проходы 1216, 1218 пересекают друг друга внутри корпуса 1210 таким образом, что порты 1213, 1215 доступа, впускное отверстие 1212 для текучей среды, выпускное отверстие 1214 для текучей среды и нагнетательный патрубок 1211 соединены по текучей среде друг с другом.

Кроме того, в этом варианте реализации выпускное отверстие 1214 для текучей среды проходит, по существу, в радиальном направлении от первого внутреннего прохода 1216 для потока таким образом, что выпускное отверстие 1214 для текучей среды расположено примерно под углом 90° к первому внутреннему проходу 1216 потока. Однако следует понимать, что в других вариантах реализации настоящего изобретения выпускное отверстие 1214 для текучей среды может быть ориентировано под углами, большими или меньшими 90°. Например, в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения выпускное отверстие 1214 для текучей среды может быть повернуто таким образом, что текучая среда, текущая вдоль первого внутреннего прохода для потока, может испытывать меньшее изменение направления при протекании в выпускное отверстие 1214 для текучей среды. В частности, при кратком обращении к фиг. 40А и 40В можно видеть другой показанный вариант реализации нагнетательной стороны 1200'. Нагнетательная сторона 1200', по существу, та же, что нагнетательная сторона 1200, за исключением того, что выпускное отверстие 1214 для текучей среды (показано на фиг. 40А и 40В как выпускное отверстие 1214' для текучей среды) проходит вдоль оси 1214А, которая расположена под углом ϕ относительно оси 1217. В некоторых вариантах реализации угол ϕ меньше 90°, в других вариантах реализации значение угла ϕ составляет от 30 до 50° включительно, и в иных вариантах реализации угол ϕ равен примерно 45°.

Обратимся снова к фиг. 39, на которой, хотя это и не показано специально, и впускное отверстие 1212 для текучей среды и выпускное отверстие 1214 для текучей среды содержат клапаны, выполненные с возможностью пропускания потока только в одном направлении (т.е. каждое из впускного отверстия 1212 для текучей среды и выпускного отверстия 1214 для текучей среды содержит клапаны, соответствующие клапанам 1015, 1017 на фиг. 31). Например, впускное отверстие 1212 для текучей среды содержит клапан, выполненный с возможностью обеспечения протекания текучей среды во второй внутренний проход 1218 через впускное отверстие 1212, при давлении внутри внутреннего прохода 1218 ниже

первого заданного значения. В противоположность этому клапан внутри впускного отверстия 1212 для текучей среды выполнен с возможностью предотвращения потока из второго внутреннего прохода 1218 от корпуса через впускное отверстие 1212. В качестве другого примера выпускное отверстие 1214 для текучей среды содержит клапан, выполненный с возможностью протекания текучей среды из первого внутреннего прохода 1216 от корпуса 1210 через выпускное отверстие 1214 при давлении внутри второго внутреннего прохода 1216 выше второго заданного значения. В противоположность этому клапан внутри выпускного отверстия 1214 для текучей среды выполнен с возможностью предотвращения потока в первый проход 1216 через выпускное отверстие 1214. Например, впускное отверстие 1212 для текучей среды и выпускное отверстие 1214 для текучей среды могут быть связаны со всасывающим и напорным клапанами, соответственно, которые аналогичны клапанам, раскрытым в патенте США № 8220496 и/или патенте США № 8714193, все содержание которых было ранее включено в настоящее описание посредством ссылки для всех целей. Кроме того, во время обычной работы порты 1213 и 1215 доступа могут быть уплотнены пробками или крышками (не показаны), которые прикреплены к корпусу посредством связующих деталей (например, болтов, винтов, заклепок, гвоздей и т.д.), введенных внутрь сопряженных отверстий 1220, проходящих в корпус 1210, рядом с портами 1213, 1215 доступа.

Обратимся еще раз к фиг. 39; в этом варианте реализации настоящего изобретения выпрямитель 1222 потока связан с корпусом 1210 вокруг впускного отверстия 1212 для существенного выпрямления потока текучих сред, текущих в корпус 1210 через впускное отверстие 1212 во время работы. Выпрямитель 1222 потока в целом содержит сегмент 1224 патрубка, поддерживающий множество лопастей 1226 (только одна лопасть 1226 показана на фиг. 39 для удобства и вследствие нежелания излишнего усложнения чертежа). Кроме того, выпрямитель 1222 потока содержит гибкий соединитель 1228, который связан с сегментом патрубка 1224 и корпусом 1210 и проходит между ними вокруг впускного отверстия 1212. Выпрямитель 1222 потока может быть таким, как раскрыт в патенте США № 8220496, все содержание которого было ранее включено в настоящее описание посредством ссылки. Сегмент 1224 патрубка содержит множество монтажных отверстий 1221 для способствования связи между сегментом 1224 патрубка и патрубком для текучей среды (например, в форме трубы, шланга и т.д.) или коллектором для получения рабочей текучей среды от источника рабочей текучей среды.

Как показано на фиг. 39, корпус 1210 содержит крепежный фланец 1230, размещенный вокруг впускного отверстия 1211 для нагнетания для крепления корпуса 1210 к насосной установке 1100. Фланец 1230 содержит множество монтажных отверстий 1232, проходящих через него. Аналогичным образом соединительный фланец 1234, содержащий множество монтажных отверстий 1236, связан с корпусом 12102 вокруг выпускного отверстия 1214 для текучей среды и выполнен с возможностью связи выпускного отверстия 1214 для текучей среды с патрубком для потока текучей среды (например, трубы, шланга и т.д.) или коллектором для получения выпущенной рабочей текучей среды под повышенным давлением (например, бурового раствора).

Обратимся теперь к фиг. 41, на которой корпус 1210 секции нагнетательной стороны 1200 прикреплен к первой монтажной пластине 1162 посредством пары зажимных деталей 1240. Каждая зажимная деталь 1240 выполнена в целом в форме С-образной детали, содержащей первую сторону 1240a и вторую сторону 1240b, противоположную первой стороне 1240a. Кроме того, каждая зажимная деталь 1240 содержит центральную выемку 1244, проходящую между сторонами 1240a, 1240b, первое множество монтажных отверстий 1242 и второе множество монтажных отверстий 1246.

Для прикрепления корпуса 1210 к первой пластине 1162 крепежный фланец 1230 на корпусе 1210 размещается внутри центрального отверстия 1167 на опорной пластине 1162. Таким образом, диаметр центрального отверстия 1167 равен наружному диаметру крепежного фланца 1230 или превышает его. После этого зажимные детали 1240 установлены вокруг корпуса 1210 таким образом, что вторые стороны 1240b соединены встык или введены во взаимодействие с первой стороной 1162a переходной пластины 1162, а корпус 1210 (в частности, фланец 1230) выполнен с возможностью размещения внутри выемки 1244. Кроме того, при установке зажимных деталей 1240 на корпусе 1210 и пластине 1162 монтажные отверстия 1242 на зажимных деталях 1240 выровнены по оси с монтажными отверстиями 1169 на переходной пластине 1162, а монтажные отверстия 1246 на зажимных деталях 1240 выровнены по оси с монтажными отверстиями 1232 на фланце 1230. Первое множество связующих деталей (не показаны) может затем быть вставлено через выровненные по оси отверстия 1296, 1232 для прикрепления фланца 1230 и корпуса 1210 к зажимным деталям 1240, а второе множество связующих деталей (не показаны) может быть вставлено через выровненные по оси отверстия 1242, 1169 для прикрепления зажимных деталей 1240 к переходной пластине 1162.

Обратимся теперь к фиг. 33 и 38, на которых нагнетательная сторона 1200 связана с первой опорной пластиной 1162 рамы 1160 описанным выше образом, поршневой шток 1176 прикреплен к выпускному валу 1122 блока 1120 трансмиссии описанным выше образом и шток 1176 и поршень 1202 введены в полость 1172 детали 1170 в форме муфты таким образом, что нагнетательная сторона 1176a и поршень 1202 размещены вблизи впускного отверстия 1211 для нагнетания нагнетательной стороны 1200. После этого возвратно-поступательное перемещение выходного вала 1122 вдоль оси 1122a через двигатель 1110 и блок 1120 трансмиссии дополнительно вызывает возвратно-поступательное перемещение поршневого

штока 1176 и поршня 1202 внутри центральной полости 1172 детали 1170 в форме муфты. В частности, во время этой последовательности операций при поступательном перемещении поршня 1202 в осевом направлении с удалением от впускного отверстия 1211 для нагнетания вдоль проекции оси 1122а происходит уменьшение давления внутри внутренних проходов 1216, 1218, что, тем самым, вызывает закрытие выпускного клапана (не показан), связанного с выпускным отверстием 1214 для текучей среды, и открытие всасывающего клапана (не показан), связанного с впускным отверстием 1212 для текучей среды, и обеспечивает рабочей текучей среде (например, буровому раствору) возможность протекания в корпус 1210 через впускное отверстие 1212 для текучей среды. В противоположность этому при поступательном перемещении поршня 1202 в осевом направлении к впускному отверстию 1211 для нагнетания происходит увеличение давления внутри внутренних проходов 1216, 1218, что, тем самым, вызывает закрытие всасывающего клапана (не показан), связанного с впускным отверстием 1212, и открытие выпускного клапана (не показан), связанного с выпускным отверстием 1214 для текучей среды, и обеспечивает рабочей текучей среде (например, буровому раствору) возможность вытекать из корпуса 1210 через выпускное отверстие 1214 для текучей среды. Таким образом, возвратно-поступательное перемещение поршневого штока 1176 и поршня 1202 через двигатель 1110 и блок 1120 трансмиссии облегчает поддержку повышенного давления и прокачку рабочей текучей среды через корпус 1210 нагнетательной стороны 1200. При возвратно-поступательном перемещении поршня 1202 внутри центральной полости 1172 детали 1170 в форме муфты предотвращено или по меньшей мере ограничено протекание текучей среды (например, бурового раствора) между поршнем 1202 и цилиндрической поверхностью 1174 полости 1172 вследствие динамического уплотнения, выполненного между поршнем 1202 и цилиндрической поверхностью 1174.

Обратимся теперь к фиг. 42 и 43, на которых показан другой вариант реализации насосного агрегата 1400 для использования внутри насосной системы 1010 вместо насосного агрегата 1100. Насосный агрегат 1400 в целом аналогична ранее описанной насосной установке 1100 и, таким образом, аналогичные компоненты насосных агрегатов 1100, 1400 отмечены одинаковыми позиционными обозначениями и обсуждение ниже сосредоточено на компонентах насосного агрегата 1400, отличных от компонентов насосного агрегата 1100. В частности, насосный агрегат 1400 содержит блок 1420 трансмиссии вместо блока 1120 трансмиссии насосного агрегата 1100. Кроме того, хотя насосный агрегат 1400 и содержит ранее описанный редуктор 1114, в этом варианте реализации редуктор 1114 содержит выходной вал 1418 вместо выходного вала 1118. Кроме того, следует понимать, что насосный агрегат 1400 содержит нагнетательную сторону 1200 и опорную раму 1160, как и в насосной установке 1100, однако эти компоненты опущены во избежание усложнения чертежей. Кроме того, хотя на фиг. 42 и 43 показан только один насосный агрегат 1400, следует понимать, что множество насосных агрегатов 1400 может быть использовано внутри насосной системы 110 (например, пара параллельных насосных агрегатов 1400, размещенных аналогично способу, показанному для насосных агрегатов 1100 на фиг. 32).

Обратимся теперь к фиг. 43 и 44, на которых блок 1420 трансмиссии содержит блок 1420а вала смещения, блок 1440 каретки и соединительную деталь 1430. Блок 1420а вала смещения связан с выходным валом 1418 редуктора 1114, блок 1440 каретки связан с нагнетательной стороной 1200 (не показана), а соединительная деталь 1430 проходит между блоком 1420а вала смещения и блоком 1440 каретки.

Блок 1420а вала смещения содержит входной вал 1424, вал 1428 смещения и центральный корпус 1426 соединений, соединяющий валы 1424, 1428. Как лучше всего показано на фиг. 44, входной вал 1424 содержит центральную ось 1421, первый или ближний конец 1424а, второй или дальний конец 1424b, противоположный ближнему концу 1424а, и выемку или приемное гнездо 1425, вытянутое в осевом направлении от дальнего конца 1424b. Вал 1428 смещения содержит центральную ось 1423, первый или ближний конец 1428а и второй или дальний конец 1428b, противоположный ближнему концу 1428а. Корпус 1426 соединений имеет первый конец 1426а и второй конец 1426b, противоположный первому концу 1426а. Ближний конец 1428а вала 1428 смещения связан с первым концом 1426а, а ближний конец 1424а входного вала 1424 связан со вторым концом 1426b. Каждый из валов 1424, 1428 выходит из сторон 1426b, 1426а, соответственно, таким образом, что проекция оси 1421 входного вала 1428 образует угол β с осью 1423 вала 1428 смещения. Как и в случае угла θ в насосной установке 1100, по меньшей мере в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения значение угла β составляет от 10 до 20°, в предпочтительном варианте реализации от 15 до 20° и в еще более предпочтительном варианте реализации равно примерно 20°, причем все диапазоны содержат свои конечные точки.

Во время работы выходной вал 1418 редуктора 1114 имеет возможность размещения внутри приемного гнезда 1425 вдоль оси 1421. Обратившись кратко к фиг. 45, можно видеть, что в этом варианте реализации выходной вал 1418 редуктора 1114 и приемное гнездо 1425, проходящие в входной вал 1424 блока 1420а вала смещения, выполнены шестиугольными в поперечном сечении таким образом, что входной вал 1424 и блок 1420а вала смещения способны выполнять поступательное перемещение вдоль оси 1421 относительно редуктора 1114 и поворот вокруг оси 1421 вместе с валом 1418 редуктора 1114. В других вариантах реализации настоящего изобретения другие геометрические особенности или конструкции могут быть использованы для выполнения этой функции. Например, в других вариантах реализа-

ции поперечные сечения приемного гнезда 1435 и выходного вала 1418 могут быть выполнены в других формах (например, в форме квадрата, прямоугольника, треугольника, восьмиугольника, пятиугольника, овала) или могут содержать один или более вытянутых в осевом направлении шпонок и/или шлицев. В результате, при получении выходного вала 1418 редуктора 1114 внутри приемного гнезда 1425 входной вал 1424 выровнен по оси с выходным валом 1418 редуктора 1114 и в этом варианте реализации также с выходным валом 1112 двигателя 1110 (см. фиг. 33). Таким образом, при повороте валов 1418, 1112, 1424 редуктора 1114, двигателя 1112 и блока 1420а вала смещения, соответственно, вокруг оси 1421, вал 1428 смещения блока 1420а вала смещения также выполняет поворот вокруг оси 1421 таким образом, что ось 1423 определяет коническую развертку вокруг оси 1421 с вершиной конуса, размещенной в точке пересечения 1431 между осью 1423 и проекцией оси 1421.

Обратившись еще раз к фиг. 43 и 44, можно видеть, что соединительная деталь 1430 выполнена в форме вытянутой детали, содержащей первый или верхний конец 1430а, второй или нижний конец 1430b, противоположный верхнему концу 1430а, верхнюю секцию 1432, проходящую от верхнего конца 1430а, и нижний вал 1434, проходящий от верхней секции 1432 к нижнему концу 1430b. Верхняя секция 1432 содержит сквозное отверстие или приемное гнездо 1436, проходящие через нее. Как лучше всего показано на фиг. 44, приемное гнездо 1436 принимает вал 1428 смещения из блока 1420а вала смещения таким образом, что приемное гнездо 1436 вытянуто вдоль оси 1423 и соосно ориентировано с ней. Пара радиальных подшипников 1438 размещена внутри приемного гнезда 1436, в радиальном направлении размещенном между валом 1428 смещения и приемным гнездом 1426 относительно оси 1423. Радиальные подшипники 1438 поддерживают и облегчают поворот вала 1428 смещения внутри приемного гнезда 1436 во время работы.

Блок 1440 каретки содержит основной корпус 1442 и выходной вал 1422 блока трансмиссии 1420, который использован вместо выходного вала 1122 насосного агрегата 1100 (см. фиг. 33). Основной корпус 1442 в целом выполнен в форме прямоугольной параллельной трубы и содержит первый или передний конец 1442а, второй или задний конец 1442b, противоположный переднему концу 1442а, верх 1443 и дно 1445. Кроме того, как лучше всего показано на фиг. 44, основной корпус 1442 содержит выступ 1446, проходящий от заднего конца 1442b, содержащего отверстие 1446а, в котором образовано седло 1448. Выходной вал 1422 прикреплен к переднему концу 1442а основного корпуса 1442 вдоль центральной оси 1422а (например, посредством болтового соединения) и вытянут от него.

Обратимся еще раз к фиг. 43 и 44, на которых направляющий рельс 1150 прикреплен к нижней детали 1104 рамы тем же самым образом, что и в насосной установке 1100, а блок 1440 каретки содержит деталь 1152 салазок, прикрепленную ко дну 1445 основного корпуса 1442 тем же самым образом, как описано выше для блока 1140 каретки в насосной установке 1100 (замечание: только одна деталь 1152 салазок показана на фиг. 44). Кроме того, нижний монтажный рукав 1450 прикреплен к нижней детали 1104 рамы вблизи направляющего рельса 1150. Нижний монтажный рукав 1450 содержит отверстие 1452, проходящее через него и образующее седло 1454.

Как лучше всего показано на фиг. 44, во время сборки блока 1420 трансмиссии нижний вал 1434 введен через сквозное отверстие 1449 шара или детали 1447 сферического подшипника, которая с возможностью скольжения размещена на седле 1448 внутри отверстия 1446а выступа 1446 блока 1440 каретки. Кроме того, нижний вал 1434 также введен внутрь сквозного отверстия 1451 шара или сферической детали 1455, которая с возможностью скольжения размещена на седле 1454 внутри отверстия 1452 монтажного рукава 1450. В результате в этом варианте реализации настоящего изобретения шары 1447, 1455 и, таким образом, также нижний вал 1434 способны выполнять проворачивание без выделенного направления внутри отверстий 1446, 1452, соответственно; однако следует понимать, что в других вариантах реализации настоящего изобретения шары 1447, 1455 и нижний вал 1434 способны выполнять проворачивание только в плоскости, содержащей ось 1421 входного вала 1424 блока трансмиссии (т.е. в плоскости, также содержащий центральную или продольную ось 1422а выходного вала 1422). Кроме того, нижний вал 1434 способен свободно скользить внутри сквозных отверстий 1449, 1451 шаров 1447, 1455, соответственно, вдоль продольной оси вала 1434.

Обратимся еще раз к фиг. 43 и 44, на которых во время работы двигатель 1110 поворачивает выходной вал 1112, который в свою очередь поворачивает выходной вал 1418 редуктора 1114 и каждый элемент из входного вала 1424, корпуса 1426 соединений и вала 1428 смещения блока трансмиссии 1420 вокруг оси 1421. Как ранее описано, поворот вала 1428 смещения вокруг оси 1421 входного вала 1424 заставляет ось 1423 вала 1428 смещения описывать конус вокруг проекции оси 1421. Кроме того, поскольку соединительная деталь 1430 проходит через шар 1455 в нижнем монтажном рукаве 1450 и поскольку нижний монтажный рукав 1450 прикреплен к нижней детали 1104 рамы, как описано выше, поворот выходного вала 1424 вокруг оси 1421 также вызывает проворачивание соединительной детали 1430 вокруг центра кривизны шара 1451 в нижнем монтажном рукаве 1450. Это проворачивание соединительной детали 1430 также вызывает возвратно-поступательное перемещение основного корпуса 1442 блока 1440 каретки и выходного вала 1422 вдоль оси 1422а посредством скольжения взаимодействия между направляющим рельсом 1150 и деталями 1452 салазок. Возвратно-поступательному перемещению блока 1440 каретки дополнительно способствует скользящее взаимодействие и проворачивание шара

1447 и седла 1448 внутри выступа 1446. Как показано на фиг. 44, выходной вал 1422 блока трансмиссии 1422 прикреплен к поршневому штоку 1176 (который несет поршень 1202, как ранее описано) посредством соединительной муфты 1427 таким образом, что поступательное перемещение выходного вала 1422 вдоль оси 1422а также вызывает поступательное перемещение поршневого штока 1176 и поршня 1202 вдоль оси 1422а. В результате блок трансмиссии 1420 меняет или преобразует поворотное перемещение выходного вала 1112 двигателя 1110 в возвратно-поступательное перемещение выходного вала 1422 и поршневого штока 1176. Хотя это и не показано, следует понимать, что поршень 1202 и шток 1176 могут быть выполнены с возможностью возвратно-поступательного перемещения внутри центральной полости 1172 детали 1170 в форме муфты для способствования нагнетанию и потоку рабочей текучей среды (например, бурового раствора) через нагнетательную сторону 1200 (не показана). Кроме того, во время поворота валов 1424, 1428 и корпуса 1426 вокруг оси 1421 соединительная деталь 1430 может также выполнять возвратно-поступательное перемещение вверх и вниз на виде, показанном на фиг. 44. Таким образом, во время работы нижний вал 1434 может поступательно скользить внутри сквозных отверстий 1449, 1451 шаров 1447, 1455 соответственно.

Обратимся теперь к фиг. 46 и 47, на которых показан другой вариант реализации блока 1620 трансмиссии для использования внутри насосных агрегатов 1100, 1400 вместо блоков 1120, 1420 трансмиссии соответственно. Блок 1620 трансмиссии содержит блок 1622 вала смещения, блок 1640 каретки и соединительную деталь 1630. Блок 1622 вала смещения связан с выходным валом (например, валами 1118, 1418) редуктора (например, редуктора 1114), блок 1640 каретки связан с нагнетательной стороной 1200 (не показана), а соединительная деталь 1630 проходит между блоком 1622 вала смещения и блоком 1640 каретки.

Блок 1622 вала смещения содержит входной вал 1624 и деталь 1626 муфты смещения. Как лучше всего показано на фиг. 46, входной вал 1624 содержит центральную ось 1625, которая может в целом быть выровнена с валом выходного вала редуктора 1114. Деталь 1626 муфты смещения содержит сквозное отверстие 1628, проходящее вдоль оси 1627 смещения, которая размещена под углом σ относительно центральной оси 1625 входного вала 1624 (см. фиг. 46). Как и для угла θ в насосной установке 1100 по меньшей мере в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения, величина угла σ составляет от 10 до 20°, в предпочтительном варианте реализации от 15 до 20° и в более предпочтительном варианте реализации равна примерно 20°, где все диапазоны содержат свои конечные точки.

Во время работы выходной вал (например, валы 1118, 1418) редуктора (например, редуктора 1114) связан с входным валом 1624 таким образом, что входной вал 1624 приводится в действие для выполнения поворота вокруг оси 1625 посредством двигателя 1112 и редуктора 1114 (см., например, фиг. 43). При повороте вала 1624 блока 1622 вала смещения вокруг оси 1625 муфта 1426 смещения и сквозное отверстие 1628 также выполняют поворот вокруг оси 1625 таким образом, что ось 1627 определяет коническую развертку вокруг оси 1625 с вершиной конуса, размещенной в точке пересечения (не показана) между осями 1625, 1627.

Обратимся еще раз к фиг. 46 и 47, на которых соединительная деталь 1630 содержит центральную сферическую деталь или часть 1632, первый вал 1634, вытянутый от сферической детали 1632 вдоль первой оси 1635, и второй вал 1636, вытянутый от сферической детали 1632 вдоль второй оси 1637. Как лучше всего показано на фиг. 47, оси 1635, 1637 размещены под углом ϵ относительно друг друга. В некоторых вариантах реализации настоящего изобретения угол ϵ может принимать значения в диапазоне от 0 до 180° и в некоторых из этих вариантов реализации может быть равным примерно 90°. Часть первого вала 1634 выполнена с возможностью размещения внутри сквозного отверстия 1628 таким образом, что ось 1635 выровнена с осью 1627 во время работы. Кроме того, второй вал 1636 содержит часть или секцию 1638 взаимодействия, которая выполнена многоугольной в поперечном сечении. В частности, в этом варианте реализации секция 1638 взаимодействия выполнена шестиугольной в поперечном сечении; однако следует понимать, что секция 1638 взаимодействия может быть выполнена с другими геометрическими особенностями или конструкциями. Например, в других вариантах реализации настоящего изобретения поперечное сечение секции 1638 взаимодействия может быть выполнено в форме квадрата, прямоугольника, треугольника, восьмиугольника, пятиугольника, овала и т.д. В качестве другого примера в других вариантах реализации секция 1638 взаимодействия содержит один или более вытянутых в осевом направлении шпонок и/или шлицев.

Блок 1640 каретки содержит основной корпус 1642 и соединительную деталь 1643 выходного вала, которая выполнена с возможностью связи с поршневым штоком 1176 (см. фиг. 38). Основной корпус 1642 выполнен в целом в форме прямоугольной детали (т.е. в целом выполнен в форме прямоугольной параллельной трубы), содержащей первый или передний конец 1642а, второй или задний конец 1642b, противоположный переднему концу 1642а, верх 1642с и дно 1642d. Кроме того, как лучше всего показано на фиг. 47, основной корпус 1642 содержит выступ 1646, вытянутый от заднего конца 1642b, содержащего отверстие 1646а, в котором образовано сферическое седло 1648. Соединительная деталь 1643 выходного вала прикреплена (например, посредством болтового соединения) к переднему концу 1642а основного корпуса 1642 и вытянута от него вдоль центральной оси 1645.

Обратимся еще раз к фиг. 46 и 47, на которых направляющий рельс 1150 прикреплен к опорной раме (не показана на фиг. 47, но см. раму 1602 на фиг. 48 и 49) тем же самым образом, что в насосной установке 1100. Кроме того, блок 1640 каретки содержит детали 1152 салазок, прикрепленные ко дну 1642d основного корпуса 1642, которые с возможностью скольжения введены во взаимодействие с направляющим рельсом 1150 тем же самым образом, как описано выше для блока 1140 каретки в насосной установке 1100.

Во время сборки блока 1620 трансмиссии секция 1438 взаимодействия второго вала 1636 введена через сквозное отверстие 1649 шара или детали 1647 сферического подшипника, которая с возможностью скольжения размещена на седле 1648 внутри отверстия 1646а выступа 1646 блока 1640 каретки. Форма сквозного отверстия 1649 детали 1647 сферического подшипника соответствует поперечному сечению секции 1638 взаимодействия. Таким образом, в этом варианте реализации сквозное отверстие 1649 выполнено шестиугольным в поперечном сечении для соответствия шестиугольному поперечному сечению секции 1638 взаимодействия. В результате, при повороте вала 1636 вокруг оси 1637 взаимодействие между шестиугольными поперечными сечениями секции 1638 взаимодействия и сквозным отверстием 1649 вынуждает сферическую деталь 1647 подшипника также выполнять поворот вокруг оси 1637 вместе с валом 1636. Этому повороту детали 1647 сферического подшипника способствует скользящее взаимодействие детали 1647 подшипника и сферического седла 1648. Кроме того, вследствие соответствующих шестиугольных поперечных сечений секции 1638 взаимодействия и сквозного отверстия 1649, во время работы секция 1438 взаимодействия второго вала 1636 способна свободно скользить внутри сквозного отверстия 1649 шара 1647 вдоль оси 1637.

Кроме того, во время сборки блока 1620 трансмиссии сферическая деталь 1632 соединительной детали 1630 с возможностью скольжения получена сферическим седлом 1654 внутри монтажной муфты 1650, прикрепленной к опорной раме соответствующей насосного агрегата (например, к основанию 1602, показанному на фиг. 48 и 49) посредством монтажного держателя 1652. В результате в этом варианте реализации соединительная деталь 1630 способна выполнять проворачивание без выделенного направления вокруг центра кривизны (не показан специально) сферической детали 1632 вследствие скользящего взаимодействия сферической детали 1632 и седла 1654.

Обратимся теперь к фиг. 46-49 и, в частности, к переходу от фиг. 48 к фиг. 49 во время работы; двигатель (например, двигатель 1110, не показан) активирует поворот выходного вала редуктора (например, вала 1118 редуктора 1114, не показан), как ранее описано. Поворот валов двигателя и редуктора вынуждает входной вал 1624 и муфту 1626 смещения выполнять поворот вокруг оси 1625 таким образом, что оси 1627, 1635 сквозного отверстия 1628 и первого вала 1634 описывают конус вокруг оси 1625, как ранее описано. Кроме того, поворот детали 1626 муфты смещения вокруг оси 1625 также вызывает соответствующее орбитальное перемещение первого вала 1634 вокруг оси 1625 вала 1624, что, тем самым, приводит к проворачиванию сферической детали 1632 соединительной детали 1630 относительно седла 1654 в монтажной муфте 1650. При проворачивании сферической детали 1632 в седле 1654, шар 1647 и вал 1636 соединительной детали 1630 выполняют проворачивание или поворот вокруг оси 1637 относительно седла 1648, а секция 1638 выполняет возвратно-поступательное перемещение внутри сквозного отверстия 1649 шара 1647 вдоль оси 1637. Это проворачивание соединительной детали 1630 также вызывает возвратно-поступательное перемещение основного корпуса 1642 блока 1640 каретки и соединительной детали 1643 выходного вала вдоль оси 1645 относительно основания 1602 посредством скользящего взаимодействия между направляющим рельсом 1150 и деталями 1152 салазок (см. переход от фиг. 48 к фиг. 49).

Как было описано выше для насосных агрегатов 1100, 1400, соединительная деталь 1643 выходного вала блока 1620 трансмиссии прикреплена к поршневому штоку 1176 (не показан) (который несет поршень 1202, как ранее описано) таким образом, что поступательное перемещение соединительной детали 1643 выходного вала вдоль оси 1645 также вызывает поступательное перемещение поршневого штока 1176 (не показан) и поршня 1202 (не показан) вдоль оси 1645. В результате блок 1620 трансмиссии изменяет или преобразует поворотное перемещение двигателя 1110 (не показан) в возвратно-поступательное перемещение поршневого штока 1176 (не показан). Следует понимать, что поршень 1202 и шток 1176 (не показан) могут быть выполнены с возможностью возвратно-поступательного перемещения внутри центральной полости 1172 детали 1170 в форме муфты (см. фиг. 38) для способствования нагнетанию и потоку рабочей текучей среды (например, бурового раствора) через нагнетательную сторону 1200.

Обратимся еще раз к фиг. 47 и 50; в других вариантах реализации настоящего изобретения блок 1620 трансмиссии может быть дополнительно изменен таким образом, что сферическая деталь 1632 на соединительной детали 1630 и монтажная муфта 1650 могут быть заменены друг другом. В частности, в других вариантах реализации сферическая деталь 1632 на соединительной детали 1630 заменена муфтой 1650' (например, сферической, цилиндрической и т.д.), которая содержит сферическое седло, определенное в ней (например, такое как монтажная муфта 1650). Вместо прикрепления муфты 1650 к раме 1602 посредством монтажного держателя 1652 (см. фиг. 47), сферическая деталь 1632' может быть прикреплена к раме 1602 посредством монтажного держателя (не показан). Валы 1634, 1636 проходят от муфты 1650' и введены во взаимодействие с деталью 1626 муфты смещения и выступом 1646 тем же самым об-

разом, как описано выше. Кроме того, во время работы, вместо проворачивания сферической детали 1632 внутри муфты 1650 (см. фиг. 47), муфта 1650' соединительной детали 1630 выполняет проворачивание вокруг сферической поверхности сферической детали 1632', прикрепленной к раме 1602. Все другие перемещения и операции блока трансмиссии такие же, как описано выше для блока 1620 трансмиссии, так что подробное описание отсутствует в настоящем описании для краткости.

Вернемся к фиг. 31; как ранее описано, во время работы насосной системы 1010 блок 1300 ослабления пульсаций давления контролируемым образом активирует поршень для увеличения или уменьшения давления в камере, связанной по текучей среде с выпускным коллектором 1014, для увеличения или уменьшения, по мере необходимости, давления внутри выпускного коллектора 1014 с целью ослабления обнаруженной пульсации давления (например, пульсации с периодом меньше некоторого заданного значения). Как также уже описано выше, поршень (не показан) внутри блока 1300 ослабления пульсаций давления может быть приведен в действие любым соответствующим способом, например посредством одного или более электродвигателей, одного или более электромагнитов, гидравлического давления, механического компонента (например, рычага) и т.д. Приведенное ниже обсуждение теперь обеспечит варианты реализации блока 1300 ослабления пульсаций давления для использования внутри насосной системы 1110. Следует понимать, что любой из описанных ниже вариантов реализации или их комбинация могут быть использованы внутри насосной системы 1110.

Обратимся теперь к фиг. 51, на которой показан вариант реализации блока 1300 ослабления пульсаций давления (называемым блоком 1300А ослабления пульсаций). Блок 1300А ослабления пульсаций содержит пару электродвигателей 1310, 1312, связанных друг с другом посредством общего вала 1308. Каждый из двигателей 1310, 1312 выполнен с возможностью привода или активизации вала 1308 в осевом или продольном направлении (относительно продольного направления вала 1308). В результате каждый из двигателей 1310, 1312 может быть выполнен в виде любого соответствующего двигателя или приводного устройства для выполнения осевого или возвратно-поступательного перемещения выходного вала. В этом варианте реализации двигатель 1310 выполнен с возможностью активизации вала 1308 в первом продольном направлении 1301, а двигатель 1312 выполнен с возможностью активизации вала 1308 во втором продольном направлении 1303, противоположном первому продольному направлению 1301. В некоторых вариантах реализации двигатель и блок 1308/1310/1312 вала могут содержать различные устройства, преобразующие поворотное перемещение в возвратно-поступательное или противоположное перемещение. Например, спиральный диск или подшипник, допускающий поворотное и поступательное перемещение, могут быть связаны с валом 1308. В других вариантах реализации блок двигателя/вала может содержать различные комбинации двигателя компании Rexroth с пустотелым валом, электромеханического цилиндрического двигателя модели Rexroth EMC-105-HD, электрогидравлического цилиндрического двигателя компании SKF (модель SRSA 7520), планетарной или шаровинтовой трансмиссии, роликового ходового винта и рециркуляционного роликового ходового винта. В других вариантах реализации только один двигатель размещен внутри блока 1300А ослабления пульсаций, который выполнен с возможностью приведения в действие вала 1308 в обоих направлениях 1301 и 1303.

Кроме того, блок 1300А ослабления пульсаций содержит цилиндр 1302, принимающий в себе конец вала 1308. Поршень 1304 прикреплен к дальнему концу (или вблизи дальнего конца) вала 1308 и размещен внутри цилиндра 1302 таким образом, что поршень 1304 взаимодействует с уплотнением с внутренней стенкой 1307 цилиндра 1302 с заданием камеры 1306 переменного объема внутри цилиндра 1302. В результате активация вала 1308 в направлениях 1301, 1303 посредством двигателей 1310, 1312, соответственно, изменяет или регулирует размер или объем камеры 1306 переменного объема внутри цилиндра 1302.

Обратимся еще раз к фиг. 51, на которой выпускной коллектор 1014 (который принимает выпущенную текучую среду от насосных агрегатов 1100 и/или насосных агрегатов 1400) связан по текучей среде с камерой 1306 переменного объема внутри цилиндра 1302 через трубопровод 1314. Трубопровод 1314 может быть выполнен в виде любого соответствующего средства передачи текучей среды и/или давления, такого как, например, труба, шланг, рукав, трубопровод и т.д. Таким образом при увеличении или уменьшении давления внутри выпускного коллектора 1014 (например, вследствие выброса или падения давления от одной или обоих насосных агрегатов 1100) увеличенное или уменьшенное давление подано к камере 1306 переменного объема через трубопровод 1314.

Во время работы при обнаружении выброса давления (например, увеличении давления выше некоторого заданного значения или порогового значения) в выпускном коллекторе 1014 или выше по потоку от него (например, посредством датчиков давления 1052, показанных на фиг. 31, и/или датчиков давления, размещенных непосредственно внутри выпускного коллектора 1014), двигатель 1312 может быть приведен в действие (например, посредством контроллера 1050 по фиг. 31) для поступательного перемещения вала 1308 и поршня 1304 во втором продольном направлении 1303 и, тем самым, увеличения объема камеры 1306 переменного объема. Это увеличение объема камеры 1306 переменного объема также предназначено для понижения давления в камере 1306 и, таким образом, также в выпускном коллекторе 1014 для устранения и/или ослабления, тем самым, выброса (или пульсации) давления. При обнаружении, с другой стороны, падения или уменьшения давления (например, уменьшения давления ниже

некоторого заданного значения или порогового значения) в выпускном коллекторе 1014 или выше по потоку от него (например, посредством датчиков давления 1052, показанных на фиг. 31, и/или датчиков давления, размещенных непосредственно внутри выпускного коллектора 1014), двигатель 1312 может быть приведен в действие (например, посредством контроллера 1050 по фиг. 31) для поступательного перемещения вала 1308 и поршня 1304 в первом продольном направлении 1303 и, тем самым, уменьшения объема камеры 1306 переменного объема. Это уменьшение объема камеры 1306 переменного объема также предназначено для увеличения давления в камере 1306 и, таким образом, также в выпускном коллекторе 1014 для устранения и/или ослабления, тем самым, падения (или пульсации) давления.

Обратимся теперь к фиг. 52; в этом варианте реализации настоящего изобретения блок 1300А ослабления пульсаций давления размещен внутри вытянутого корпуса 1320. Как показано на фиг. 52, корпус 1320 содержит центральную или продольную ось 1325, первый конец 1320а и второй конец 1320b, противоположный первому концу 1320а. Кроме того, корпус 1320 содержит двигатель или секцию 1330 приводного устройства, проходящую от второго конца 1320b, цилиндрическую секцию 1340, проходящую от первого конца 1320а, и соединительную секцию 1350, проходящую в осевом направлении между секцией 1330 приводного устройства и цилиндрической секцией 1340. Хотя это и не показано специально на фиг. 52, следует понимать, что секция 1330 приводного устройства вмещает или получает двигатели 1310, 1312, а цилиндрическая секция 1340, образует цилиндр 1302. Порт или отверстие 1342 проходит в осевом направлении в первый конец 1320а для обеспечения связи с камерой 1306 переменного объема посредством трубопровода 1314 (см. фиг. 51) во время работы.

Обратимся теперь к фиг. 53 и 54, на которых показан вариант реализации блока 1300 ослабления пульсаций (называемого блоком 1300В ослабления пульсаций). Блок 1300В ослабления пульсаций содержит узел 1504 соединений, камеру 1506 нагнетания, блок 1520 трансмиссии и блок 1540 приводного устройства. Как показано на фиг. 53, камера 1506 нагнетания, блок 1520 трансмиссии и блок 1540 приводного устройства могут быть, по существу, покрыты внешним корпусом 1502 или расположены внутри него.

Обратимся теперь к фиг. 54 и 55, на которых узел 1504 соединений содержит внутренний проход 1501 и пару соединительных портов 1505, соединенных по текучей среде с проходом 1501. В этом варианте реализации соединитель 1507 введен внутрь одного из портов 1505. Соединитель 1507 размещен на конце трубопровода 1503, соединенного по текучей среде с выпускным коллектором 1014 (см. фиг. 31). Другой из этих двух портов 1505 показан открытым на фиг. 55; однако следует понимать, что этот дополнительный порт может быть связан с аналогичным соединителем (например, соединителем 1507), или он может быть закупорен.

Камера 1506 нагнетания имеет первый конец 1506а, второй конец 1506b, противоположный первому концу 1506а, и сквозное отверстие 1516, проходящие вдоль центральной оси 1517 между концами 1506а, 1506b. Как показано на фиг. 55, второй конец 1506b связан с узлом 1504 посредством соединительной катушки 1508. Катушка 1508 представляет собой вытянутую трубчатую деталь, содержащую центральную ось 1511, первый конец 1508а, второй конец 1508b, противоположный первому концу 1508а, и сквозное отверстие 1510, проходящие в осевом направлении между концами 1508а, 1508b. Первый конец 1508а содержит первый соединительный фланец 1509а, а второй конец 1508b содержит второй соединительный фланец 1509b. Первый соединительный фланец 1509а соединен встык со вторым концом 1506b камеры 1506 нагнетания или входит во взаимодействие с ним таким образом, что сквозное отверстие 1510 выровнено по оси со сквозным отверстием 1516 камеры 1506 нагнетания вдоль осей 1517, 1511. Соединительный блок 1513 установлен поверх и/или вокруг первого соединительного фланца 1509а и присоединен болтами ко второму концу 1506b цилиндра 1506 нагнетания, для прикрепления, таким образом, соединительной катушки 1508 к камере 1506. Аналогичным образом второй соединительный фланец 1509b соединен встык с узлом 1504 соединений или введен во взаимодействие с ним таким образом, что внутренний проход 1501 и сквозное отверстие 1510 в целом выровнены по оси. Другой соединительный блок 1513 (который в этом варианте реализации аналогичен соединительному блоку 1513) установлен поверх и/или вокруг второго соединительного фланца 1509b и присоединен болтами к узлу 1504 соединений для прикрепления, таким образом, соединительной катушки 1508 к узлу 1504.

В этом варианте реализации настоящего изобретения соединительная катушка 1508 выполнена в форме пары ребристых трубчатых деталей, которые присоединены или прикреплены друг к другу посредством кольцевого сварного шва 1512. Однако следует понимать, что в других вариантах реализации соединительная катушка 1508 может быть выполнена в форме одной монолитной детали, причем каждый соединительный фланец 1509а, 1509b выполнен как целое с ней.

Обратимся теперь к фиг. 54 и 56, на которых блок 1520 трансмиссии размещен между блоком 1540 приводного устройства и камерой 1506 нагнетания и выполнен с возможностью преобразования поворотного перемещения блока 1540 приводного устройства (обсуждено более подробно ниже) в осевое перемещение. В этом варианте реализации настоящего изобретения блок 1520 трансмиссии работает способом, аналогичным описанному выше для блока 1120 трансмиссии насосного агрегата 1100 (см. фиг. 36 и 37). В частности, блок 1520 трансмиссии содержит входной вал 1522, содержащий центральную ось 1525, вал 1526 смещения или скошенный вал, содержащий центральную ось 1527 и центральный корпус

1524 соединений, соединяющий каждый из валов 1522, 1526 друг с другом. Центральный корпус 1524 соединений содержит плоскую грань 1523, размещенную в плоскости (не показана конкретно), ориентированной под углом α относительно оси 1525 (т.е. плоская грань 1523 не проходит в радиальном направлении вокруг оси 1525). Вал 1526 смещения обычно проходит по нормали от плоской грани 1523 таким образом, что ось 1527 вала 1526 смещения также расположена под углом α к проекции оси 1525. В некоторых вариантах реализации значение угла составляет от 8 до 25° включительно. Таким образом, при повороте вала 1522 вокруг оси 1525 вал 1526 смещения также выполняет поворот вокруг оси 1525 таким образом, что ось 1527 вала 1526 смещения описывает конус вокруг проекции оси 1525 с вершиной конуса, расположенной в точке пересечения (не показана специально) оси 1527 и проекции оси 1525.

Блок 1520 трансмиссии также содержит соединительную деталь 1528, содержащую сквозное отверстие 1529 вблизи одного конца, и вал 1530 вытянутый по направлению к противоположному концу. Сквозное отверстие 1529 принимает вал 1526 смещения через себя таким образом, что вал 1526 смещения способен выполнять свободный поворот вокруг оси 1527 внутри сквозного отверстия 1529 во время работы. Талевый блок 1534 принимает вал 1530 через шаровое соединение 1532 таким образом, что шар 1532 способен выполнять свободное проворачивание внутри талевого блока 1534 (например, без выделенного направления или в плоскости, содержащей ось 1525 вала 1522), и вал 1530 может выполнять поступательное перемещение внутри шара 1532.

Обратимся теперь к фиг. 55 и 56, на которых выходной плунжер 1518 прикреплен к талевому блоку 1534 и имеет первый конец 1518a и второй конец 1518b, противоположный первому концу 1518a. Как показано на фиг. 56, первый конец 1518a прикреплен к талевому блоку 1534 или входит во взаимодействие с ним и, как показано на фиг. 55, второй конец 1518b размещен внутри сквозного отверстия 1516 камеры 1506 нагнетания. По меньшей мере, в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения плунжер 1518 с уплотнением входит во взаимодействие или с внутренней стенкой сквозного отверстия 1516 или с блоком грязесъемника или уплотнения, расположенным вокруг плунжера 1518 внутри сквозного отверстия 1516 или вблизи его. Таким образом, при размещении второго конца 1518b плунжера 1518 внутри сквозного отверстия 1516 образована камера 1536 переменного объема, содержащая часть сквозного отверстия, не занятая плунжером 1518, сквозное отверстие 1510 соединительной катушки 1508, внутренний проход 1501 и порты 1505. Возвратно-поступательное перемещение плунжера 1518 внутри сквозного отверстия 1517 изменяет или регулирует объем камеры 1536 с переменным объемом.

Обратимся теперь к фиг. 56, на которой во время работы блок 1540 приводного устройства активизирует или вызывает повороты вала 1522 таким образом, что вал 1526 смещения выполняет поворот вокруг проекции оси 1525 вала 1522, как ранее описано. Вследствие наличия относительного угла между валами 1522, 1526 (например, угла α) поворот вала 1526 вокруг проекции оси 1525 приводит к проворачиванию соединительной детали 1528 относительно точки пересечения (не показана) оси 1527 и проекции оси 1525. Проворачивание соединительной детали 1528 активизирует или вызывает осевое перемещение талевого блока 1534 и, тем самым, также плунжера 1518 вдоль оси 1517 сквозного отверстия 1516 (см. фиг. 55). Хотя это не показано специально, талевый блок 1534 может быть поддержан посредством одного или более рельсов или направляющих, которые облегчают осевое перемещение талевого блока 1534 вдоль оси 1517 во время работы.

Обратимся теперь к фиг. 54 и 57, на которых блок 1540 приводного устройства содержит соединительный рычаг 1542, связанный с входным валом 1522 блока 1520 трансмиссии таким образом, что рычаг 1542 в целом проходит ортогонально относительно проекции оси 1525 вала 1522. Кроме того, соединительный рычаг имеет первый конец 1542a и второй конец 1542b, противоположный первому концу 1542a.

Пара магнитных блоков 1544 прикреплена на концах 1542a, 1542b соединительного рычага 1542, причем каждый магнитный блок 1544 прикреплен к соответствующему концу 1542a, 1542b. Как лучше всего показано на фиг. 57, каждый из магнитных блоков 1544 в целом имеет дугообразную форму и содержит множество магнитов 1546, 1548. В частности, каждый из магнитных блоков 1544 содержит множество магнитов знакопеременной полярности таким образом, что каждый блок 1544 содержит множество 1546 магнитов, имеющих первую полярность, и множество магнитов 1548, имеющих вторую полярность, противоположную первой полярности. Внутри каждого блока 1544 каждый из магнитов 1546 размещен рядом с одним или более магнитов 1548 таким образом, что ни один из магнитов 1546 не соседствует непосредственно с другим магнитом 1546 и ни один из магнитов 1548 не соседствует непосредственно с другим магнитом 1548.

Обратимся еще раз к фиг. 54 и 57, на которых множество электромагнитных блоков 1554 размещено вокруг магнитных блоков 1544. Как лучше всего показано на фиг. 54, каждый электромагнитный блок 1554 содержит пару зажимов 1558, которые размещены на противоположных сторонах магнитных блоков 1544, и выполнен с возможностью индукции магнитного поля между зажимами 1558 во время работы. Как лучше всего показано на фиг. 57, в этом варианте реализации присутствуют четыре электромагнита 1554, причем по два электромагнита 1554 размещены вокруг каждого магнитного блока 1544. Электромагниты 1554, размещенные вокруг магнитного блока 1544 на первом конце 1542a соединительного

рычага 1542, асимметрично размещены вокруг проекции оси 1525 относительно электромагнитов 1554, размещенных вокруг магнитного блока 1544 на втором конце 1542b соединительных рычагов 1542. В результате терминалы 1558 каждого электромагнита 1548 размещены с различной (по меньшей мере, слабо различной) круговой ориентацией с магнитами 1546, 1548 магнитных блоков 1544, вокруг оси 1525. Таким образом, во время работы электромагниты 1554 могут быть управляемо активированы (например, контроллером 1050 - см. фиг. 31) для индуцирования нужного магнитного поля между зажимами 1558. В зависимости от того, какой(ие) из электромагнитов 1554 активированы и круговой ориентации активированных электромагнита(ов) 1554 относительно магнитов 1546, 1548 вокруг оси 1525, выборочная активация одного или более количества электромагнитов 1554 приводит к проворачиванию соединительного рычага 1542 вокруг оси 1525, для обеспечения магнитам 1546, 1548 возможности ориентации самих себя при индукции магнитного поля между активированными зажимами 1558. Таким образом, посредством выборочного приведения в действие электромагнитов 1554 и асимметричного размещения или ориентации электромагнитов 1554 относительно магнитов 1546, 1548 вокруг оси 1525, соединительный рычаг 1542 может быть управляемо и выборочно выполнять проворачивание или поворот в двух противоположных круговых направлениях 1555, 1556 во время работы.

Вернувшись теперь к фиг. 54-57, можно видеть, что при работе и регистрации скачка или увеличения давления внутри выпускного коллектора 1014 или выше по потоку от него (например, посредством датчиков 1052 или других датчиков внутри насосной системы 1010 по фиг. 31), один или более электромагнитов 1554 могут быть активированы для проворачивания соединительного рычага 1542 вокруг оси 1525 описанным выше образом, для поворота вала 1522 и проворачивания соединительной детали 1528 в блоке 1520 трансмиссии для, тем самым, перемещения назад или извлечения плунжера 1518 внутри сквозного отверстия 1516 камеры 1506 нагнетания. Это извлечение плунжера 1518 увеличивает объем камеры 1536 с переменным объемом. Такое увеличение объема камеры 1536 с переменным объемом также предназначено для понижения давления в камере 1536 и, таким образом, также в выпускном коллекторе 1014 через трубопровод 1503, для, тем самым, ослабления и/или смягчения выброса давления (или пульсации). В противоположность этому при обнаружении падения или уменьшения давления внутри выпускного коллектора 1014 или выше по потоку от него, один или более электромагнитов 1554 могут быть активированы для проворачивания соединительного рычага 1542 вокруг оси 1525 и соединительной детали 1528 в блоке 1520 трансмиссии, для продвижения, тем самым, вперед плунжера 1518 внутри сквозного отверстия 1516 камеры 1506 нагнетания. Это продвижение вперед плунжера 1518 уменьшает объем камеры 1536 с переменным объемом. Это уменьшение объема камеры 1536 с переменным объемом также предназначено для увеличения давления в камере 1536 и, таким образом, также в выпускном коллекторе 1014 через трубопровод 1503, для ослабления и/или смягчения, тем самым, падения давления (или пульсации).

По меньшей мере, в некоторых вариантах реализации настоящего изобретения электромагниты 1554 могут быть выборочно активированы (например, контроллером 1050 по фиг. 31) для реализации нужной величины изменения объема внутри камеры 1536 с переменным объемом с целью эффективного ослабления обнаруженной пульсации давления (например, его увеличения или уменьшения). Таким образом, при обнаружении относительно большой или малой пульсации давления величина нужного осевого поступательного перемещения (например, продвижения вперед или назад) плунжера 1518 может быть, соответственно, увеличена или уменьшена для правильной реакции на измеренную пульсацию давления.

Обратимся теперь к фиг. 54, 58, и 59, на которых блок 1560 торсионного отклонения прикреплен к блоку 1540 приводного устройства для выполнения торсионного или углового отклонения соединительного рычага 1542 в стартовое или нейтральное положение или ориентации вокруг оси 1525. Без ограничения этим или любым другим предположением, отклонение соединительного рычага 1542 в известное стартовое положение обеспечивает возможность контроллеру (например, контроллеру 1050 по фиг. 31) принимать исходное положение плунжера 1518 внутри сквозного отверстия 1517 и, таким образом, начальный объем камеры 1536 с переменным объемом (см. фиг. 55). Точное предположение относительно исходного положения плунжера 1518 и объема камеры 1536 с переменным объемом обеспечивает контроллеру возможность вычисления соответствующего осевого поступательного перемещения плунжера 1518 для соответствующего ослабления зарегистрированной пульсации давления (например, увеличения или уменьшения давления).

Как показано на фиг. 58, блок 1560 торсионного отклонения в целом содержит монтажную деталь 1562, первую поворотную деталь 1566 и вторую поворотную деталь 1570. Монтажная деталь 1562 прикреплена к ведущему валу 1522 блока 1520 трансмиссии и в целом выполнена в форме прямого кругового цилиндра, содержащего первый или открытый конец 1562a, второй или закрытый конец 1562b и цилиндрическую выемку 1564, проходящую в осевом направлении от открытого конца 1562a относительно оси 1525 (замечание: выемка 1564 показана скрытой линией на фиг. 58). Входной вал 1522 проходит в осевом направлении от закрытого конца 1562b. Часть вала 1522 вблизи закрытого конца 1562b монтажной детали 1562 содержит канавку или шпоночную канавку 1521 для приема соответствующей шпонки, которая может быть прикреплена к соединительному рычагу 1542 блока 1540 приводного устройства для обеспечения совместного поворота соединительного рычага 1542 и вала 1522 вокруг оси 1525 описан-

ным выше образом.

Первая поворотная деталь 1566 представляет собой цилиндрическую деталь, содержащую первый конец 1566a и второй конец 1566b, противоположный первому концу 1566a. Сквозной проход 1565 проходит в осевом направлении между концами 1566a, 1566b и образует пару вытянутых в осевом направлении заплечиков 1567, 1569, которые в этом варианте реализации противостоят друг другу в радиальном направлении относительно оси 1525 (т.е. заплечики, 1567, 1569 размещены примерно в 180° друг от друга вокруг оси 1525). Однако следует понимать, что другие промежутки (например, больше или меньше 180°) между заплечиками 1567, 1569 возможны в других вариантах реализации. Дугообразный выступ 1568 вытянут в осевом направлении от первого конца 1566a и в целом имеет форму дугообразной секции или части прямого кругового цилиндра. Выступ 1568 содержит или образует пару вытянутых в осевом направлении заплечиков 1561, 1563, которые выполнены заподлицо с заплечиками 1569, 1567, соответственно, или совпадают с ними. В результате в этом варианте реализации заплечики 1561, 1563 в радиальном направлении противостоят друг другу вокруг оси 1525.

Вторая поворотная деталь 1570 представляет собой цилиндрическую деталь, содержащую первый конец 1570a и второй конец 1570b, противоположный первому концу 1570a. Сквозной проход 1572 проходит в осевом направлении между концами 1570a, 1570b, образуя пару проходящих в осевом направлении заплечиков 1573, 1571, которые в этом варианте реализации отстоят друг от друга меньше чем на 180° на одной окружности вокруг оси 1525. Однако следует понимать, что другие промежутки (например, большие, меньшие или равные 180°) между заплечиками 1573, 1571 возможны в других вариантах реализации. Дугообразный выступ 1574 вытянут в осевом направлении от второго конца 1570a, который в целом выполнен как дугообразная секция или часть прямого кругового цилиндра. Выступ 1574 содержит или образует пару вытянутых в осевом направлении заплечиков 1577, 1575, которые выполнены заподлицо с заплечиками 1573, 1571, соответственно, или совпадают с ними. В результате в этом варианте реализации заплечики 1577, 1575 отстоят друг от друга меньше чем на 180° на окружности вокруг оси 1525.

Множество монтажных разрезов или щелей 1576 проходит в радиальном направлении и через проходы 1565, 1572 и через выступы 1568, 1574. Как будет описано подробнее ниже, разрезы 1576 получают концы отклоняющихся деталей (обсуждены ниже) для поворотного отклонения монтажной детали 1562 и первой поворотной детали 1560 относительно второй поворотной детали 1570 во время работы.

Обратимся теперь к фиг. 54, 58, и 59, на которых блок 1560 торсионного отклонения собран так, как показано на фиг. 54, выступ 1574 второй поворотной детали 1570 получен в осевом направлении внутри сквозного прохода 1565 первой поворотной детали 1566 таким образом, что заплечики 1577, 1575 размещены противоположно по кругу заплечикам 1569, 1567 соответственно. Аналогичным образом выступ 1568 первой поворотной детали 1566 получен в осевом направлении внутри сквозного прохода 1572 второй поворотной детали 1570 таким образом, что заплечики 1561, 1563 размещены противоположно по кругу заплечикам 1573, 1571 соответственно. Выступы 1568, 1574 получают внутри и через проходы 1572, 1565, соответственно, пока второй конец 1570b не будет соединен встык с первым концом 1566a. Поскольку заплечики 1573, 1571 и 1577, 1575 отстоят друг от друга по кругу вокруг оси 1525 меньше, чем на 180° , хотя заплечики 1569, 1567 и 1561, 1563 размещены в радиальном направлении противоположно друг другу вокруг оси 1525, вторая поворотная деталь 1570 выполняет поворот с небольшим отклонением относительно первой поворотной детали 1566 вокруг оси 1525, пока заплечики 1573 1577 не будут введены во взаимодействие с заплечиками 1561, 1569, соответственно или пока заплечики 1571, 1575 не будут введены во взаимодействие с заплечиками 1563, 1567, соответственно. Кроме того, множество отклоняющихся деталей 1580, которые в этом варианте реализации выполнены в форме пластинчатых пружин, введено внутрь в целом противоположных в радиальном направлении разрезов 1576 в первой поворотной детали 1566 и второй поворотной детали 1570 таким образом, что детали 1566, 1570 поворотно отклонены относительно друг друга посредством отклоняющихся деталей 1580. Таким образом при повороте первой поворотной детали 1566 поворота вокруг оси 1525 относительно второй поворотной детали 1570 каждая из отклоняющихся деталей 1580 согнута и деформирована и, таким образом, обеспечивает отклоняющую или возвратную силу для принуждения деталей 1566, 1570 к повороту назад к нейтральному положению (например, при прохождении отклоняющихся деталей 1580 в более или менее радиальном направлении вокруг оси 1525).

Обратимся снова, в частности, к фиг. 58; первая поворотная деталь 1566 получена в осевом направлении внутри выемки 1564 монтажной детали 1562 таким образом, что первая поворотная деталь 1566, монтажная деталь 1562 и входной вал 1522 выполняют совместный поворот вокруг оси 1525 во время работы. Такое соединение между первой поворотной деталью 1566 и выемкой 1564 может быть достигнуто любым подходящим образом, таким, например, как посадка с натягом, посадка со шлицами, посадка с заклиниванием и т.д. Вторая поворотная деталь 1570 также прикреплена к некоторой структурной опоре (например, корпусу 1502) таким образом, что вторая поворотная деталь 1570 с возможностью поворота установлена относительно первой поворотной детали 1566, монтажной детали 1562 и вала 1522.

Во время работы отклоняющая деталь 1580 внутри блока 1560 торсионного отклонения 1560 отклоняет соединительный рычаг 1542 и вал 1522 в известное начальное или нейтральное положение. Таким

образом, при воздействии блока 1540 приводного устройства с целью проворачивания соединительного рычага 1542 вокруг оси 1525, отклоняющие детали 1580 прилагают отклоняющую силу для возврата соединительного рычага 1542 в начальное или нейтральное положение.

Таким образом, посредством использования насосной системы (например, насосной системы 1010), содержащей одну или более модульных насосных агрегатов (например, агрегатов 1100, 1400) в соответствии с вариантами реализации, раскрытыми в настоящем описании, количество насосных агрегатов и конкретное устройство насосной системы могут быть быстро и легко изменены для приспособления к условиям и требованиям используемых буровых операций. Таким образом, при использовании такой насосной системы насосные операции более эффективны и приспособляемы, что, таким образом, увеличивает эффективность буровых операций в целом и, следовательно, уменьшает необходимые затраты. Кроме того, при использовании насосной системы, содержащей блок ослабления пульсаций давления в соответствии с вариантами реализации, раскрытыми в настоящем описании (например, блоки 1300А, 1300В ослабления пульсаций давления), пульсации давления, вырабатываемые внутри насосных агрегатов или переносимые в них, могут быть функционально ослаблены. Таким образом, можно избежать или, по меньшей мере, уменьшить проблемы, связанные с такими пульсациями давления (например, помехи, вносимые в акустические системы связи, усталостный износ и т.д.).

Обратимся теперь к фиг. 60 и 61, а также дополнительно назад к фиг. 46-50, на которых показан другой вариант реализации блока 720 трансмиссии, предназначенный для использования внутри насосных агрегатов 100, 400 и других указанных в описании установок, вместо блоков 1120, 420 трансмиссии и других, указанных в настоящем описании. Блок 720 трансмиссии содержит блок 722 вала смещения, блок 740 каретки и соединительную деталь 730. Блок 722 вала смещения связан с выходным валом (например, валами 118, 418) редуктора (например, редуктора 1014), который может включать зубчатую передачу или поворотную деталь 725. Блок 740 каретки связан с нагнетательной стороной 1200 (не показана) и содержит компоненты и функциональные возможности, аналогичные блоку 640 каретки по фиг. 46-50. Соединительная деталь 730 проходит между блоком 722 вала смещения и блоком 740 каретки.

Блок 722 вала смещения содержит входной вал 724 и деталь 726 муфты смещения. Соединительная деталь 730 содержит первую сферическую деталь или часть 729, первый вал 734, содержащий вторую сферическую деталь или часть 732, второй вал 736, содержащий третью сферическую деталь или часть 747, и изогнутое соединение или колено 735, соединяющее первый и второй валы 734, 736. Первая сферическая деталь 729 удержана или захвачена седлом или сферическим седлом 727 в детали 726 муфты смещения. Вторая сферическая деталь 732 удержана или захвачена седлом или сферическим седлом 754 в монтажной муфте 750. Третья сферическая деталь 747 удержана или захвачена седлом или сферическим седлом 748 в выступе 746 блока 740 каретки. Блок 740 каретки может содержать корпус 742 и выходной вал 743.

Во время работы поворот приводного устройства двигателя, как указано в настоящем описании, вызывает поворот входного вала 724 и муфты 726 смещения вокруг оси вала таким образом, что сферическая деталь 729 выполняет проворачивание или качение в сферическом седле 727, активируя, тем самым, орбитальное перемещение первого вала 734. В некоторых вариантах реализации первый вал 734 способен выполнять перемещение относительно сферической детали 729 вдоль продольной оси первого вала 734 посредством обеспечения уменьшенной части 734а возможности перемещения или возвратно-поступательного перемещения в сферической детали 729. Орбитальное перемещение первого вала 734 также активирует проворачивание или качение сферической детали 732 в седле 754 (и относительно его) в монтажной муфте 750, что в свою очередь активирует орбитальное перемещение колена 735 и второго вала 736. При выполнении вторым валом 736 орбитального перемещения, проворачивания или поворота он активирует проворачивание или качение сферической детали 747 в седле 748 и относительно его. В некоторых вариантах реализации второй вал 736 способен выполнять перемещение относительно сферической детали 747 вдоль продольной оси второго вала 736 посредством обеспечения уменьшенной части 736а вала возможности перемещения или возвратно-поступательного перемещения в сферической детали 747. Вышеописанные полное проворачивание или орбитальное перемещение соединительной детали 730 также вызывает возвратно-поступательное перемещение корпуса 742 блока 740 каретки и выходного вала 743 способом, подобным описанному выше.

Хотя были показаны и описаны взятые в качестве примера варианты реализации настоящего изобретения, их модификации могут быть сделаны специалистом в данной области техники без выхода из области действия, указанной в настоящем описании. Указанные в настоящем описании варианты реализации настоящего изобретения приведены лишь в качестве примера и не являются ограничивающими. Возможны многие изменения и модификации систем, устройств и процессов, указанных в настоящем описании, не выходящие за пределы настоящего раскрытия. Соответственно, объем защиты не ограничен вариантами реализации, указанными в настоящем описании, а ограничен только последующими пунктами формулы изобретения, область действия которых должна включать все эквиваленты объекта изобретения в соответствии с пунктами формулы. Если явно не формулировано иначе, операции в пунктах формулы изобретения касательно способа могут быть выполнены в любом порядке. Указание идентификаторов, таких как (a), (b), (c) или (1), (2), (3) перед операциями в пункте формулы изобретения на способ

не предназначены для указания на конкретный порядок операций и не определяют его, а скорее использованы для упрощения последующих ссылок на такие операции.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Насосная система для нагнетания рабочей текучей среды, содержащая всасывающий коллектор;
выпускной коллектор;
множество насосных агрегатов, подсоединенных между всасывающим коллектором и выпускным коллектором, причем
указанное множество насосных агрегатов выполнено с возможностью вытягивания рабочей текучей среды из всасывающего коллектора, нагнетания рабочей текучей среды и выпуска рабочей текучей среды в выпускной коллектор; и
каждый из указанных насосных агрегатов содержит приводное устройство и датчик давления, выполненный с возможностью измерения давления внутри соответствующих одного или более насосных агрегатов;
блок ослабления пульсаций давления, содержащий камеру переменного объема, связанную по текучей среде с выпускным коллектором; и
контроллер, связанный с указанным одним или более насосными агрегатами и блоком ослабления пульсаций давления; причем контроллер выполнен с возможностью выявления пульсаций давления на основании измеренного значения по меньшей мере от одного из датчиков давления; и
контроллер выполнен с возможностью регулировки частоты вращения приводного устройства по меньшей мере одного из насосных агрегатов и регулировки объема камеры с переменным объемом блока ослабления пульсации давления, по меньшей мере, частично на основании измеренного значения от указанного по меньшей мере одного из датчиков давления.
2. Насосная система по п.1, в которой блок ослабления пульсаций давления содержит
первый электродвигатель;
второй электродвигатель;
цилиндр; и
поршень, размещенный с возможностью перемещения внутри цилиндра, причем
камера переменного объема, по меньшей мере, частично образована поршнем внутри цилиндра;
первый электродвигатель выполнен с возможностью приведения в действие поршня в первом направлении, а
второй электродвигатель выполнен с возможностью приведения в действие поршня во втором направлении, противоположном первому направлению.
3. Насосная система по п.1, в которой блок ослабления пульсаций давления содержит
камеру нагнетания;
трансмиссию, содержащую входной вал, имеющий ось входного вала, и поршень, размещенный с возможностью перемещения в камере нагнетания; и
блок приводного устройства, выполненный с возможностью проворачивания входного вала вокруг оси входного вала,
причем трансмиссия выполнена с возможностью преобразования вращения входного вала вокруг оси входного вала в продольное перемещение поршня в камере нагнетания.
4. Насосная система по п.3, в которой блок приводного устройства блока ослабления пульсаций давления содержит
соединительный рычаг, связанный с входным валом и содержащий первый конец и второй конец, противоположный первому концу;
первый магнитный блок, связанный с первым концом соединительного рычага;
второй магнитный блок, связанный со вторым концом соединительного рычага, причем
каждый из первого магнитного блока и второго магнитного блока содержит множество соседних магнитов со знакопеременными полярностями;
множество электромагнитных блоков, размещенных вблизи первого магнитного блока и второго магнитного блока,
причем контроллер выполнен с возможностью выборочного приведения в действие одного или более электромагнитных блоков для вызова перемещения магнитного блока и проворачивания входного вала вокруг оси входного вала.
5. Насосная система по п.4, в которой блок ослабления пульсаций давления дополнительно содержит
первую вращающуюся деталь, связанную с соединительным рычагом и входным валом;
вторую вращающуюся деталь;
одну или более отклоняющих деталей, связанных с первой вращающейся деталью и второй вращающейся деталью,
причем одна из первой вращающейся детали и второй вращающейся детали, по меньшей мере, час-

точно выполнена с возможностью размещения внутри другой из первой вращающейся детали и второй вращающейся детали; и

вращение первой вращающейся детали относительно второй вращающейся детали вокруг оси входного вала обеспечивает возможность вызывать деформацию указанных одной или более отклоняющихся деталей.

6. Насосная система по п.5, в которой

первая вращающаяся деталь содержит первый сквозной проход, образующий первую пару заплечиков и первый выступ, и множество щелей, проходящих в каждый элемент из первого выступа и первого сквозного прохода;

вторая вращающаяся деталь содержит второй сквозной проход, образующий вторую пару заплечиков и второй выступ, и множество щелей, проходящих в каждый элемент из второго выступа и второго сквозного прохода, причем

первый выступ находится внутри второго сквозного прохода, так что вращение первой вращающейся детали относительно второй вращающейся детали ограничено взаимодействием первого выступа с второй парой заплечиков; а

второй выступ находится внутри первого сквозного прохода, так что вращение первой вращающейся детали относительно второй вращающейся детали ограничено взаимодействием второго выступа с первой парой заплечиков; а

каждая из указанных одной или более отклоняющихся деталей содержит

первый конец, выполненный с возможностью вхождения в одну из щелей, проходящих в первой вращающейся детали; и

второй конец, выполненный с возможностью вхождения в одну из щелей, проходящих во второй вращающейся детали.

7. Насосная система по п.1, в которой каждый из насосных агрегатов также содержит

секцию нагнетательной стороны;

поршень, размещенный с возможностью возвратно-поступательного перемещения внутри секции нагнетательной стороны; и

блок трансмиссии, связанный с каждым элементом из приводного устройства и поршня, причем

блок трансмиссии содержит первый спиральный кулачок, содержащий первую спиральную поверхность, проходящую по спирали вокруг центральной оси в первом направлении, и вторую спиральную поверхность, проходящую по спирали вокруг центральной оси во втором направлении, противоположном первому направлению; а

приводное устройство выполнено с возможностью возвратно-поступательного перемещения поршня внутри секции нагнетательной стороны посредством блока трансмиссии вдоль центральной оси для извлечения рабочей текучей среды из всасывающего коллектора и выпуска рабочей текучей среды в выпускной коллектор.

8. Насосная система по п.7, в которой

первый спиральный кулачок каждого из насосных агрегатов также содержит

первую переходную секцию, проходящую между первым концом первой спиральной поверхности и первым концом второй спиральной поверхности; и

вторую переходную секцию, проходящую между вторым концом первой спиральной поверхности и вторым концом второй спиральной поверхности, причем

первая переходная секция выполнена в форме вогнутой искривленной поверхности; и

вторая переходная секция выполнена в форме выпуклой искривленной поверхности.

9. Насосная система по п.7, в которой блок трансмиссии каждого насосного агрегата дополнительно содержит первый блок следящего устройства, связанный с поршнем и содержащий деталь подшипника, выполненную с возможностью вхождения во взаимодействие с первой спиральной поверхностью и второй спиральной поверхностью первого спирального кулачка и перемещения вдоль них.

10. Насосная система по п.9, в которой блок трансмиссии каждого из насосных агрегатов дополнительно содержит

второй спиральный кулачок, содержащий третью спиральную поверхность, проходящую по спирали вокруг центральной оси в третьем направлении, и четвертую спиральную поверхность, проходящую по спирали вокруг центральной оси в четвертом направлении, противоположном третьему направлению, причем

каждый из первого спирального кулачка и второго спирального кулачка содержит первую сторону и вторую сторону, противоположную первой стороне;

первая сторона первого спирального кулачка содержит первую спиральную поверхность и вторую спиральную поверхность;

первая сторона второго спирального кулачка содержит третью спиральную поверхность и четвертую спиральную поверхность;

соединительную деталь, проходящую в осевом направлении между первым спиральным кулачком и вторым спиральным кулачком и связанную с каждой стороной из второй стороны первого кулачка и вто-

рой стороны второго кулачка.

11. Насосный агрегат по п.1, в котором каждый из насосных агрегатов дополнительно содержит основание, причем приводное устройство связано с основанием;

нагнетательную сторону, связанную с основанием;

поршень с возможностью возвратно-поступательного перемещения, размещенный внутри нагнетательной стороны; и

блок трансмиссии, подсоединенный между приводным устройством и нагнетательной стороной и содержащий

входной вал, имеющий ось входного вала;

блок вала смещения, связанный с входным валом и содержащий вал смещения, проходящий под отличным от нуля углом относительно оси входного вала;

соединительную деталь, содержащую сквозное отверстие, выполненное с возможностью приема вала смещения, и соединительный вал; и

блок каретки, связанный с поршнем и связанный с возможностью поворота с соединительным валом в первом соединении,

причем поворот входного вала вокруг оси входного вала обеспечивает возможность вызывать

поворот вала смещения вокруг оси входного вала;

поворачивание соединительного вала вокруг первого соединения; и

возвратно-поступательное перемещение блока каретки и поршня относительно основания.

12. Насосная система по п.11, в которой блок трансмиссии каждого насосного агрегата дополнительно содержит первую деталь сферического подшипника, расположенную внутри выступа блока каретки и выполненную с возможностью скользящего взаимодействия с седлом, расположенным внутри выступа, причем первая деталь сферического подшипника содержит сквозное отверстие, выполненное с возможностью размещения проходящего через него соединительного вала с образованием первого соединения.

13. Насосная система по п.12, в которой

соединительный вал блока трансмиссии каждого из насосных агрегатов связан с возможностью поворота с основанием второго соединения; и

поворот входного вала относительно оси входного вала также обеспечивает возможность вызвать поворот соединительного вала вокруг второго соединения.

14. Насосная система по п.13, в которой блок трансмиссии каждого из насосных агрегатов дополнительно содержит вторую деталь сферического подшипника, взаимодействующую с возможностью скольжения с седлом, установленным на основании; причем вторая деталь сферического подшипника содержит сквозное отверстие, выполненное с возможностью размещения соединительного вала с образованием второго соединения.

15. Насосная система по п.1, в которой каждый из насосных агрегатов дополнительно содержит основание, причем приводное устройство связано с основанием;

нагнетательную сторону, связанную с основанием;

поршень с возможностью возвратно-поступательного перемещения, размещенный внутри нагнетательной стороны; и

блок трансмиссии, подсоединенный между приводным устройством и нагнетательной стороной и содержащий

входной вал, имеющий ось входного вала;

муфту смещения, связанную с входным валом и содержащую сквозное отверстие;

соединительную деталь, содержащую первый вал, проходящий вдоль оси первого вала, и второй вал, проходящий вдоль оси второго вала, причем

ось первого вала и ось второго вала образуют угол между ними, примерно составляющий 90° , и

первый вал размещен в сквозном отверстии муфты смещения; и

блок каретки, связанный с поршнем и связанный с возможностью поворота со вторым валом, при этом

поворот входного вала вокруг оси входного вала обеспечивает возможность вызывать

поворот первого вала соединительной детали вокруг оси входного вала;

возвратно-поступательное перемещение блока каретки относительно основания.

16. Насосная система по п.15, в которой для блока трансмиссии каждого из насосных агрегатов соединительная деталь дополнительно содержит сферическую деталь, связанную с каждым из первого вала и второго вала, причем сферическая деталь с возможностью скольжения размещена внутри седла, связанного с основанием, а сквозное отверстие муфты смещения блока трансмиссии проходит под ненулевым углом относительно оси входного вала.

17. Насосная система по п.15, в которой блок трансмиссии каждого из насосных агрегатов дополнительно содержит

первую деталь сферического подшипника, подсоединенную между муфтой смещения и первым валом;

вторую деталь сферического подшипника, связывающую первый вал с основанием; и

третью деталь сферического подшипника, связывающую с возможностью поворота второй вал с блоком каретки.

18. Насосная система по п.1, в которой каждый из насосных агрегатов дополнительно содержит поршень, управляемый приводным устройством с возможностью возвратно-поступательного перемещения внутри нагнетательной стороны;

датчик поворота, выполненный с возможностью определения по меньшей мере одного параметра из частоты или направления вращения выходного вала приводного устройства;

датчик смещения, выполненный с возможностью определения положения поршня внутри нагнетательной стороны, причем

контроллер выполнен с возможностью регулировки частоты вращения приводного устройства по меньшей мере одного из насосных агрегатов и регулировки объема камеры переменного объема блока ослабления пульсаций, по меньшей мере, частично на основании измеренного значения по меньшей мере от одного из датчиков поворота и измеренного значения по меньшей мере от одного из датчиков смещения.

19. Способ ослабления пульсации давления в насосной системе по п.1, включающий

нагнетание рабочей текучей среды из всасывающего коллектора в выпускной коллектор посредством множества насосных агрегатов насосной системы;

регистрацию пульсации давления внутри насосной системы;

регулировку частоты вращения приводного устройства одного из насосных агрегатов на основании, по меньшей мере частично, регистрации; и

регулировку размера камеры переменного объема внутри блока ослабления пульсаций давления, связанного с камерой выпуска на основании, по меньшей мере частично, регистрации.

20. Способ по п.19, в котором регулировка размера камеры с переменным объемом дополнительно включает перемещение поршня посредством электродвигателя.

21. Способ по п.19, в котором

регулировка размера камеры с переменным объемом дополнительно включает

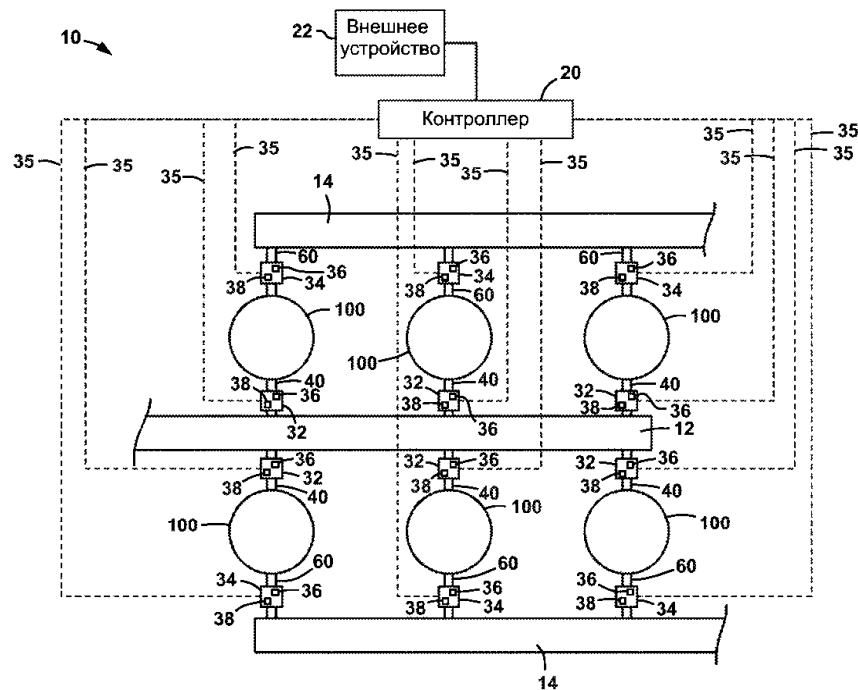
приведение в действие по меньшей мере одного электромагнитного блока;

перемещение магнитного блока в качестве отклика на приведение в действие по меньшей мере одного электромагнитного блока;

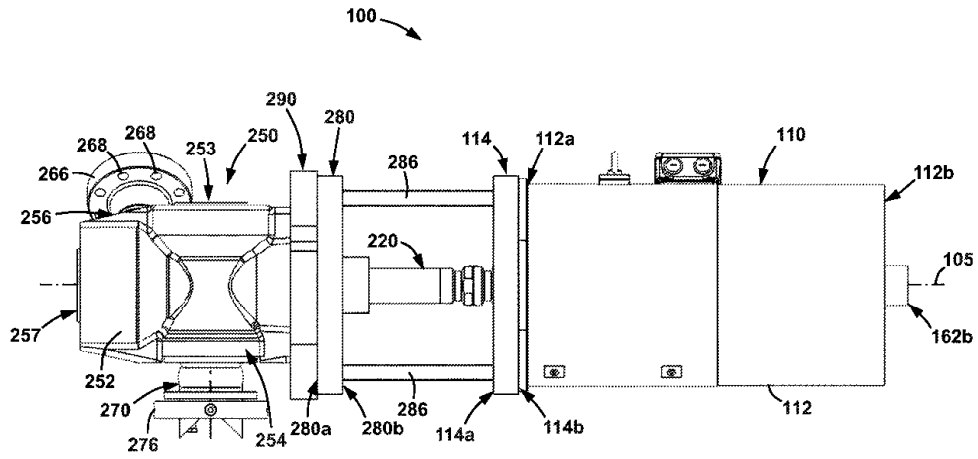
поворот вала в качестве отклика на перемещение магнитного блока; и

одну операцию из продвижения или удаления поршня в камере нагнетания в качестве отклика на поворот вала, причем

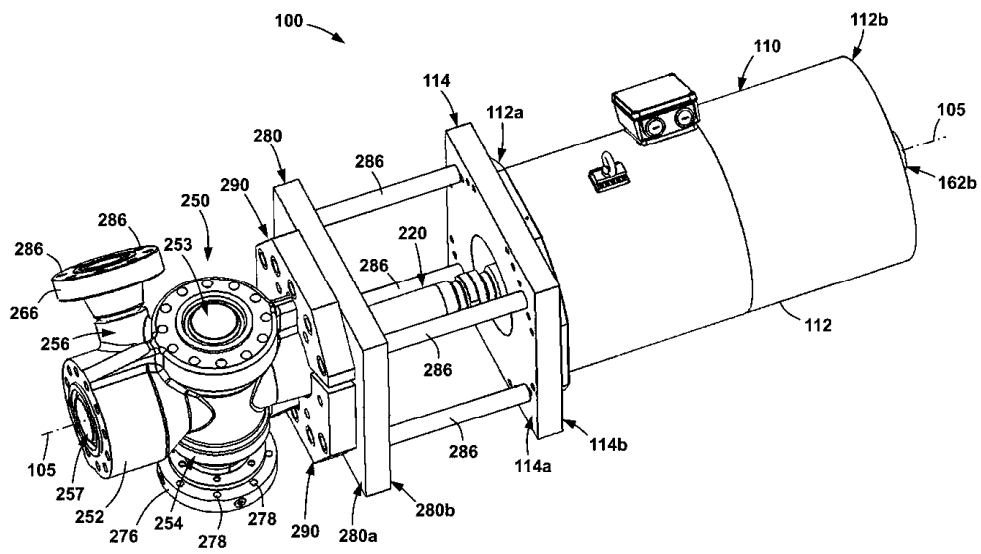
камера переменного объема, по меньшей мере, частично образована поршнем в камере нагнетания.



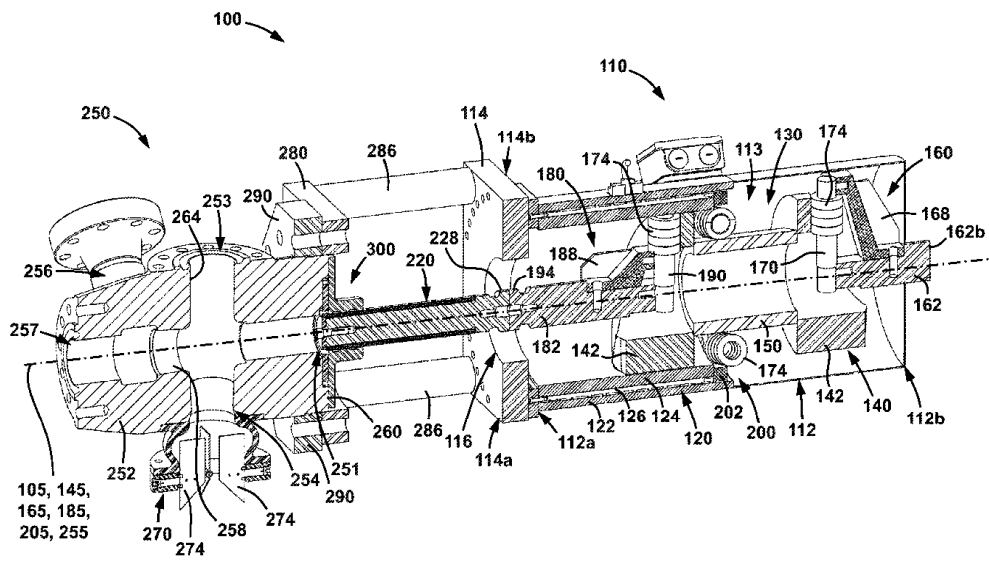
Фиг. 1



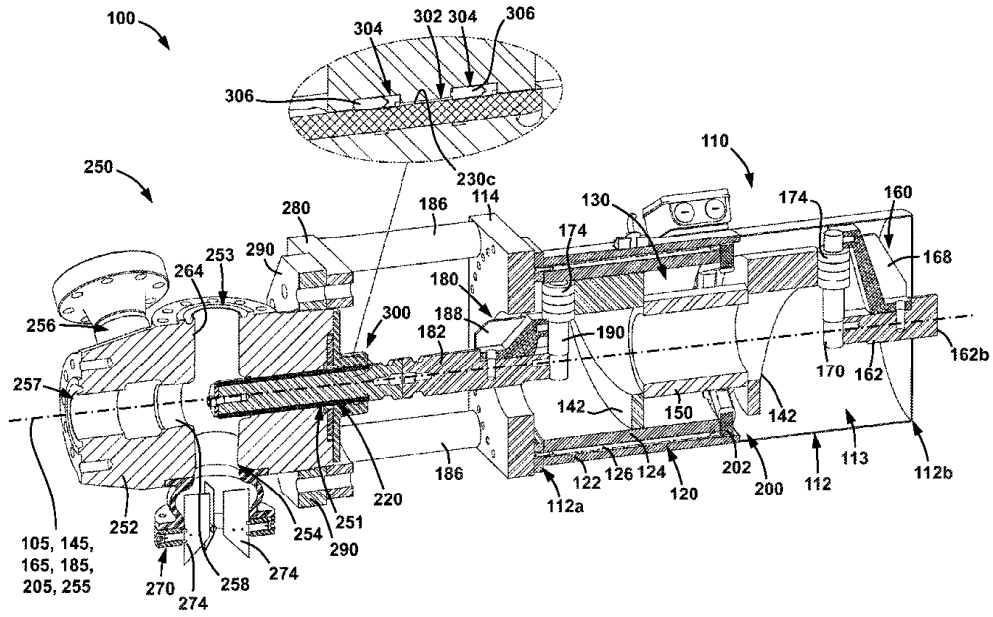
Фиг. 2



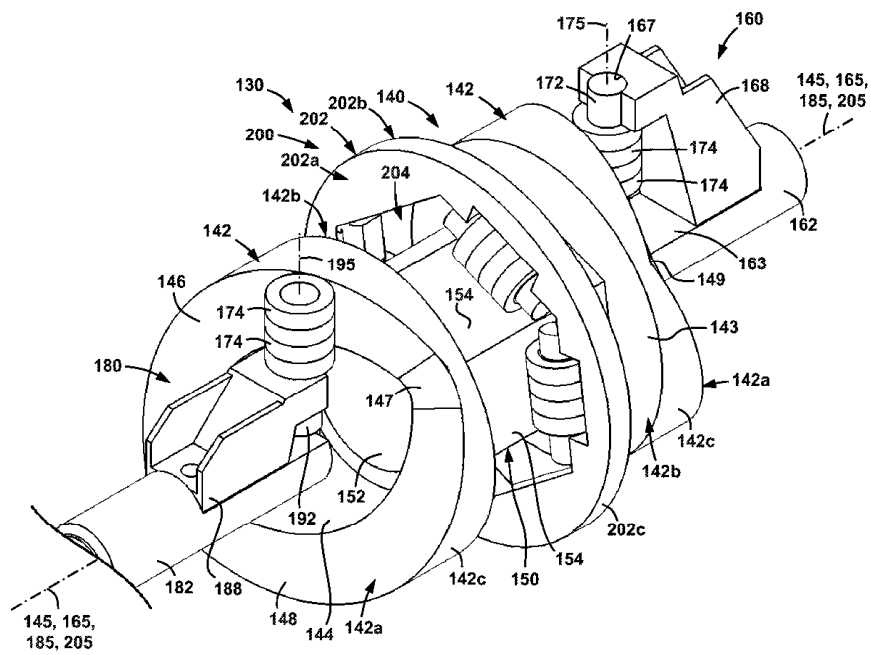
Фиг. 3



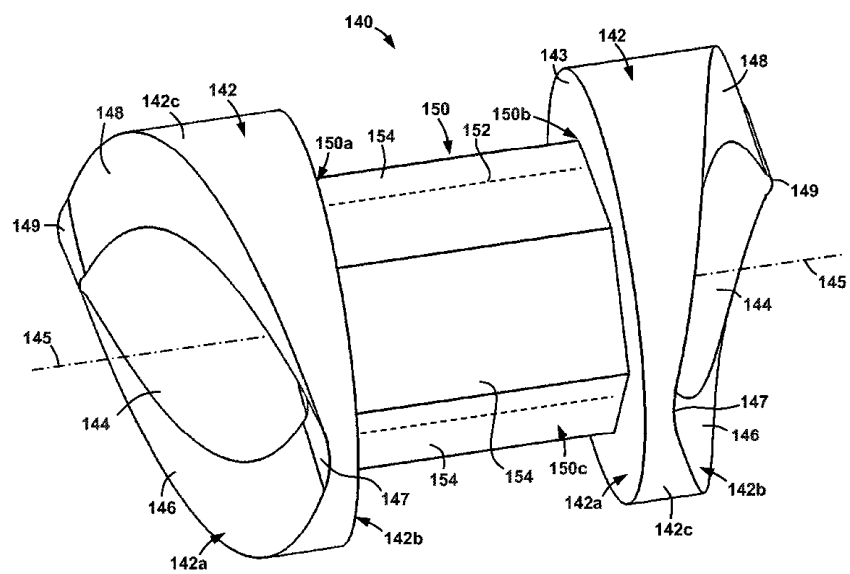
Фиг. 4



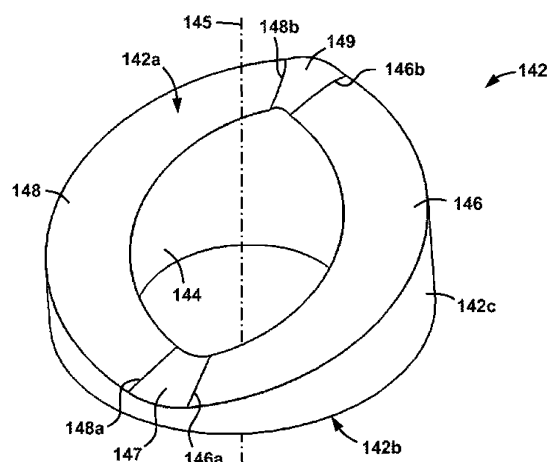
ФИГ. 5



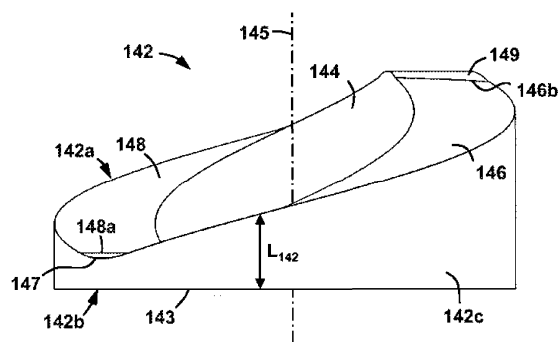
ФИГ. 6



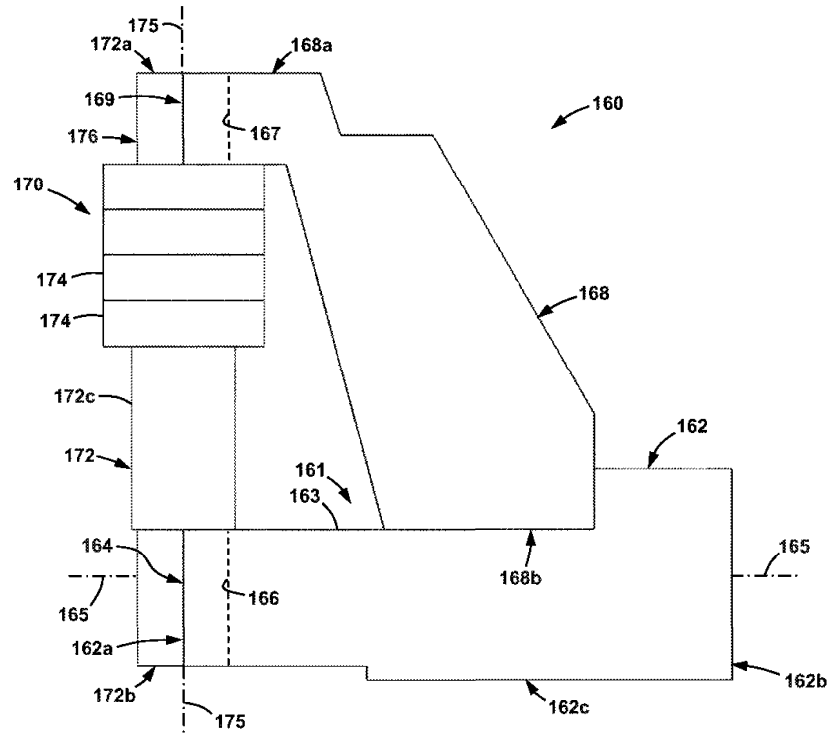
ФИГ. 7



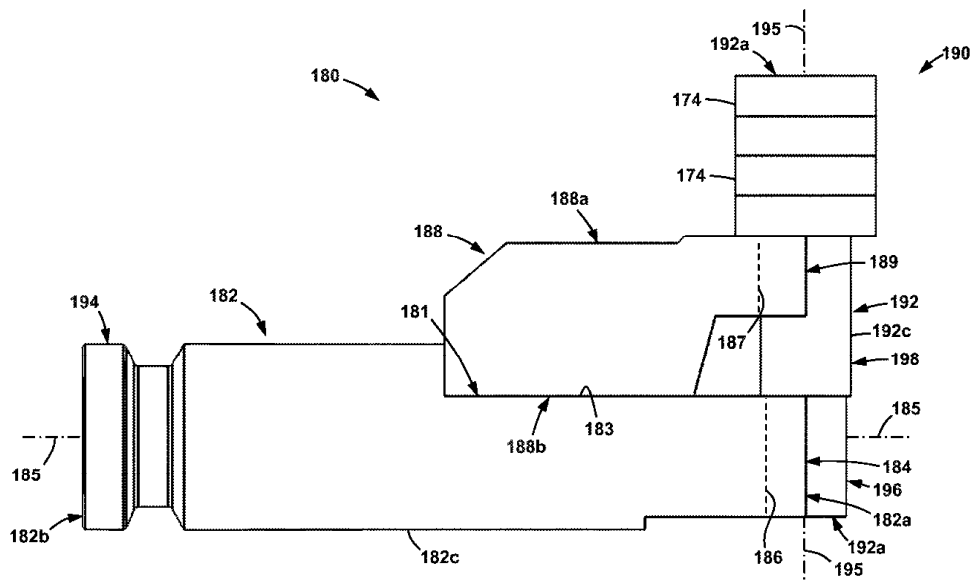
ФИГ. 8



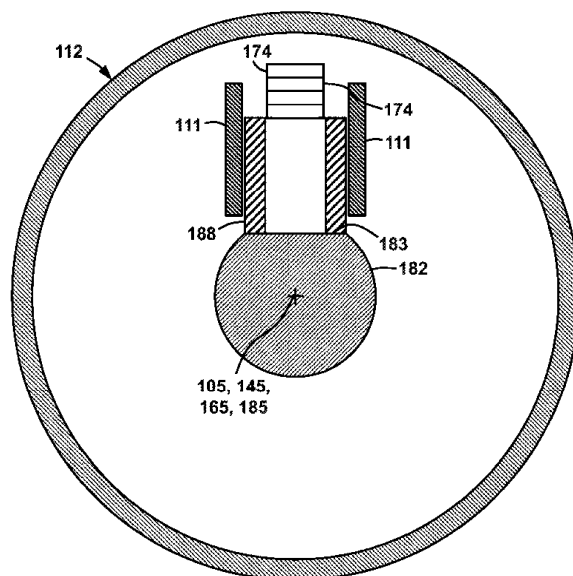
ФИГ. 9



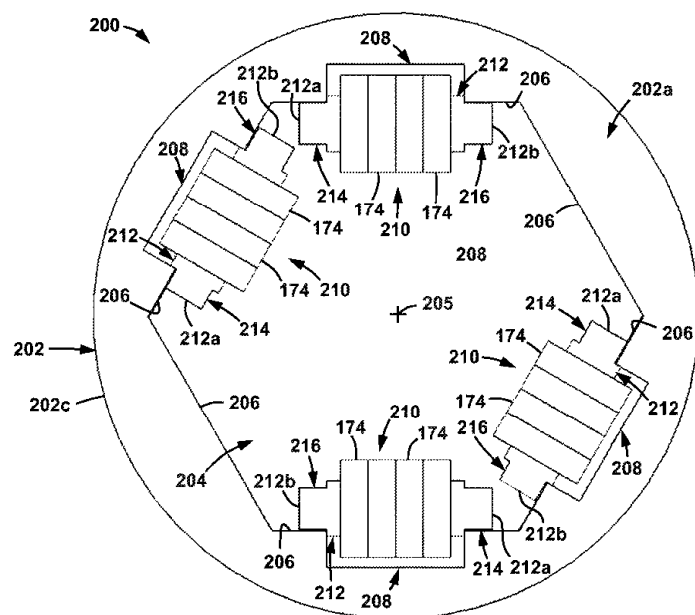
Фиг. 10



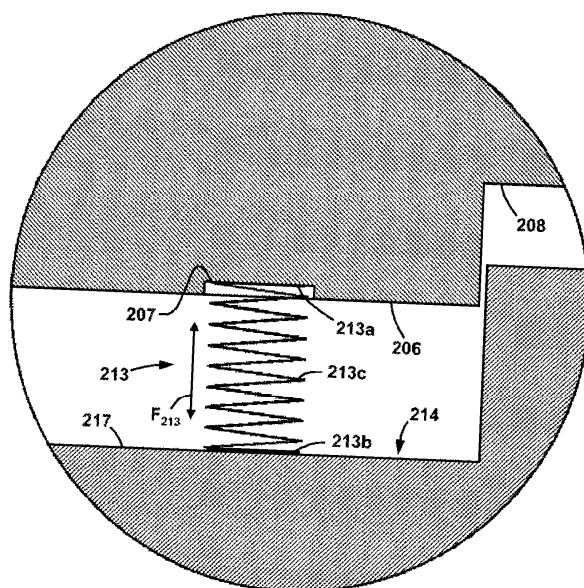
Фиг. 11



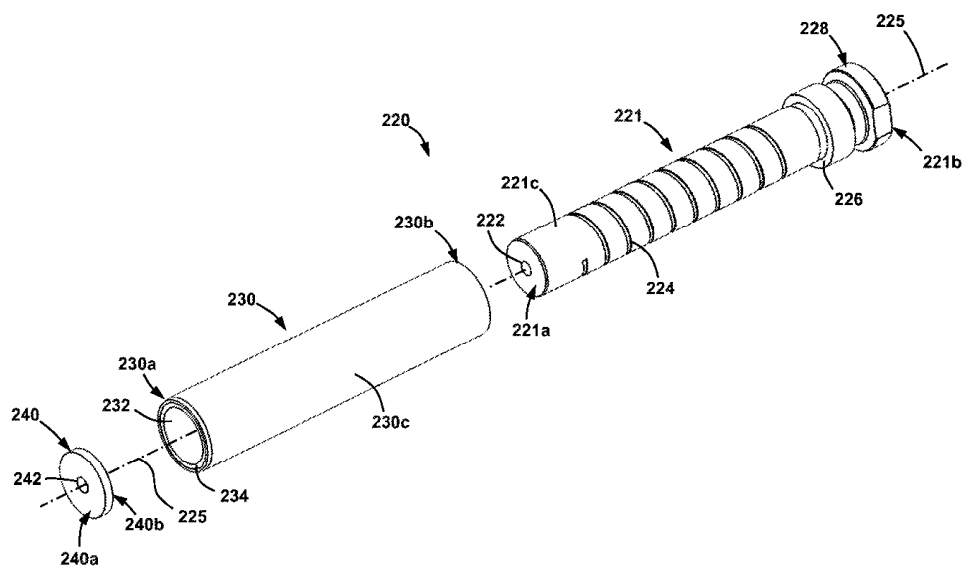
Фиг. 12



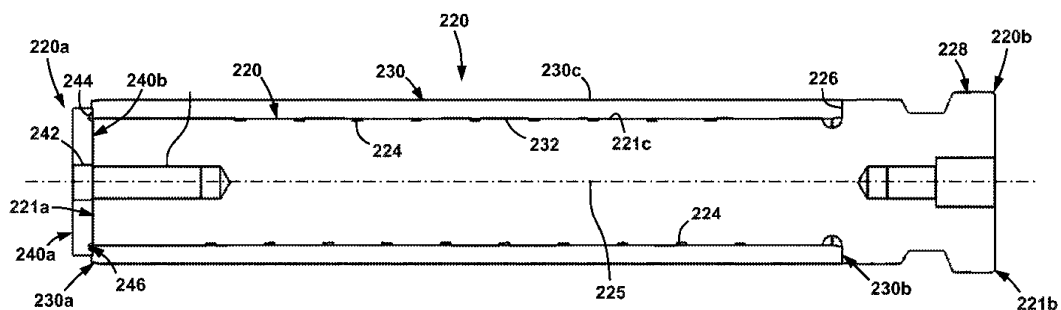
Фиг. 13



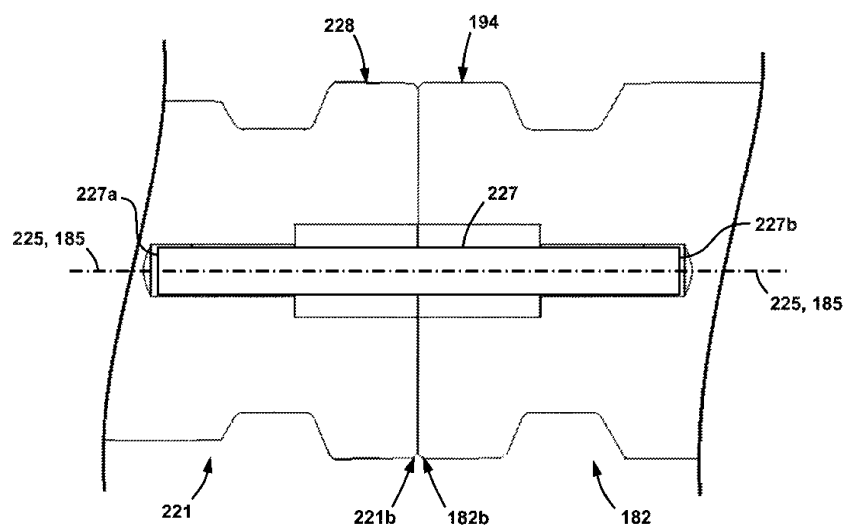
Фиг. 14



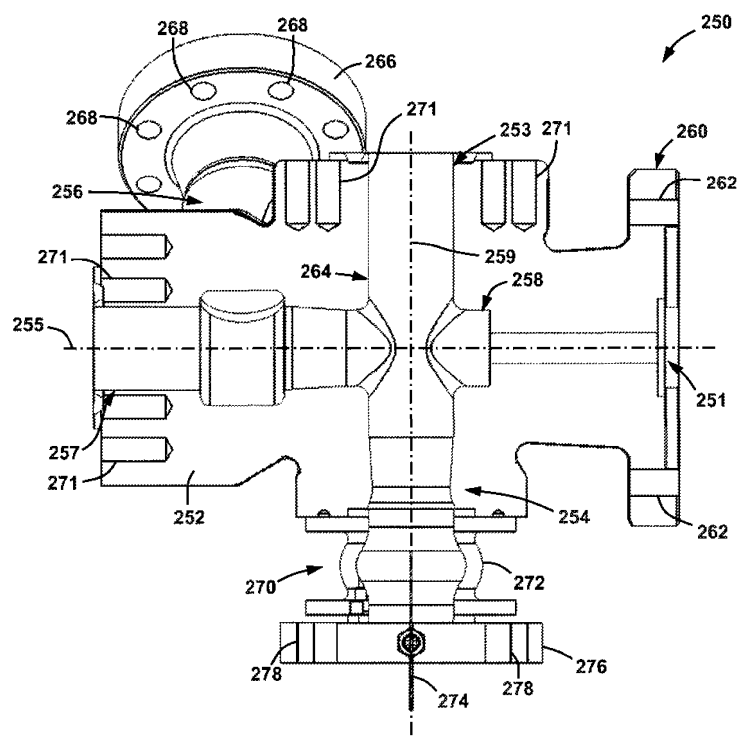
Фиг. 15



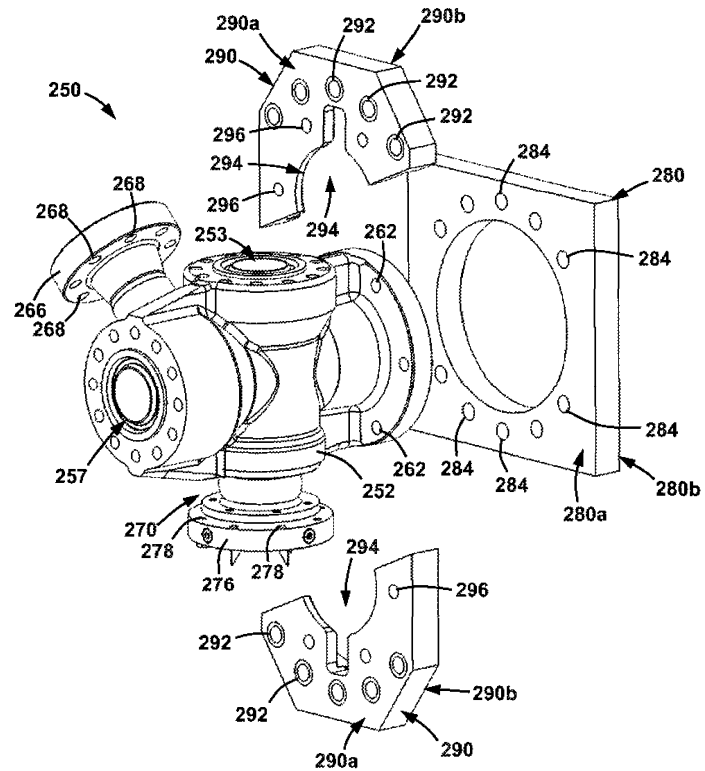
Фиг. 16



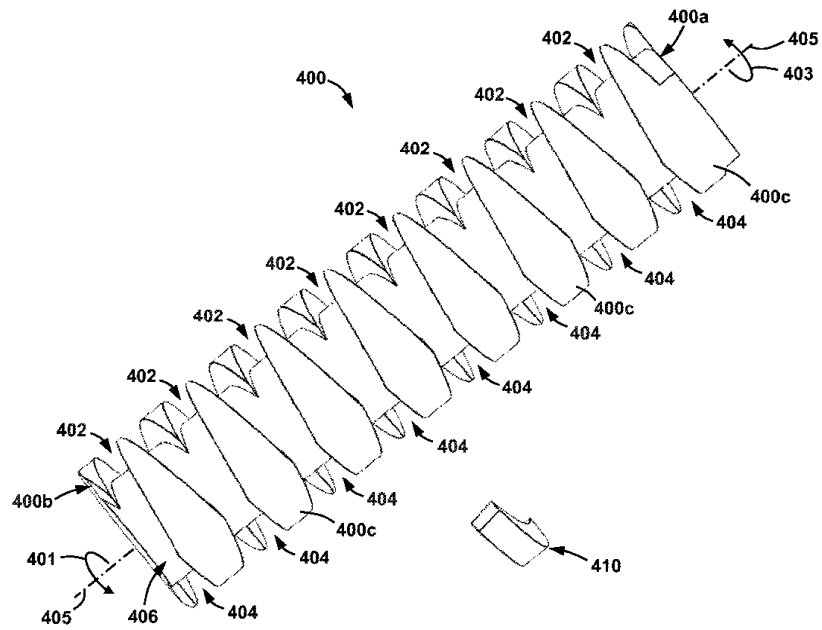
ФИГ. 17



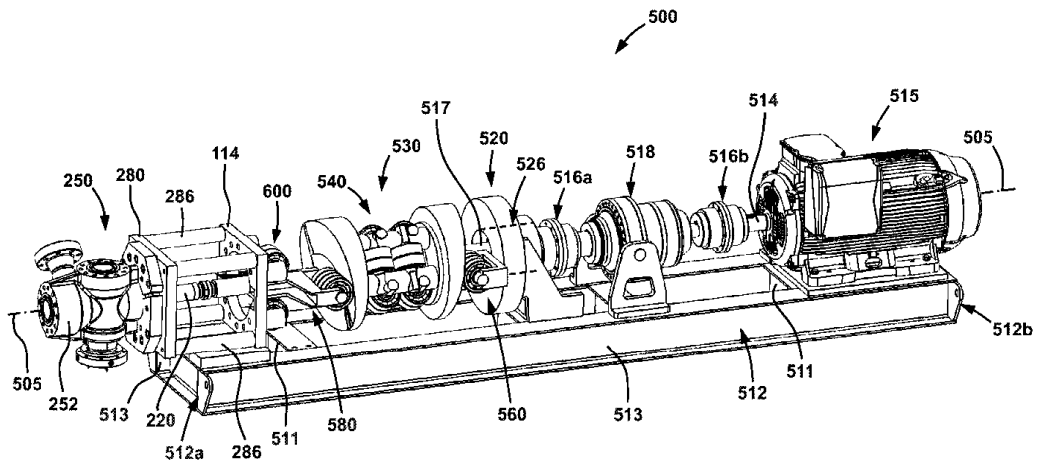
Фиг. 18



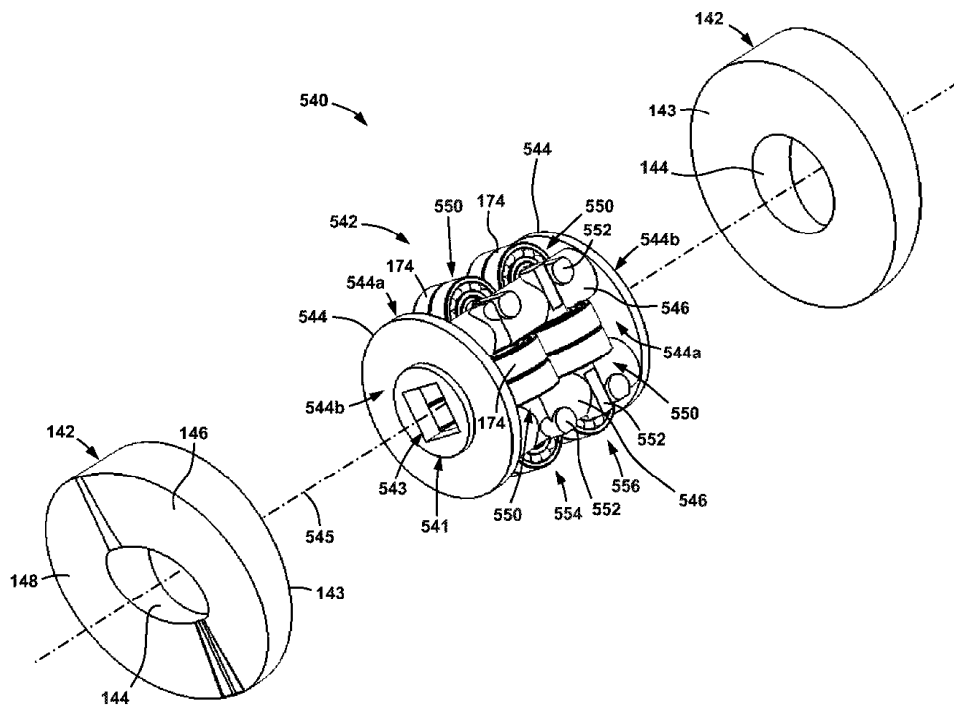
Фиг. 19



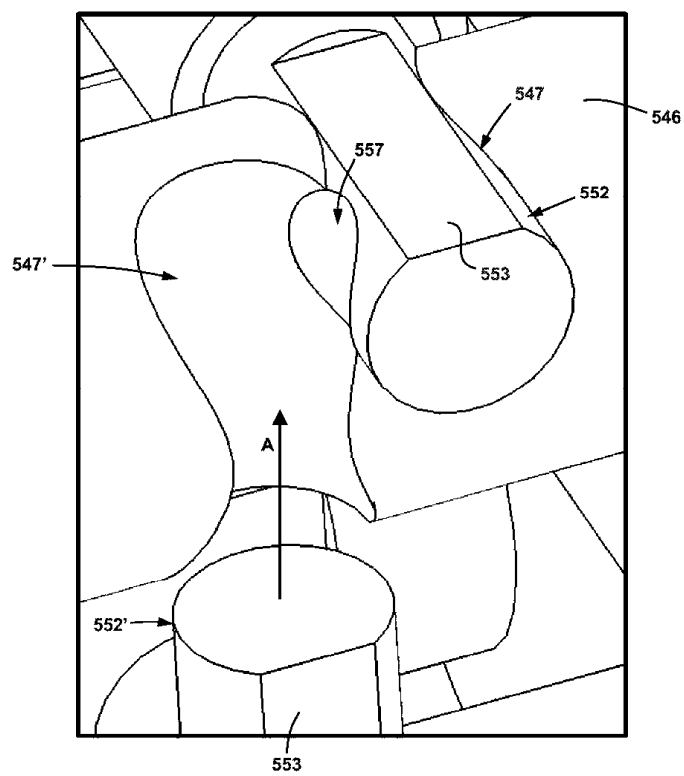
Фиг. 20



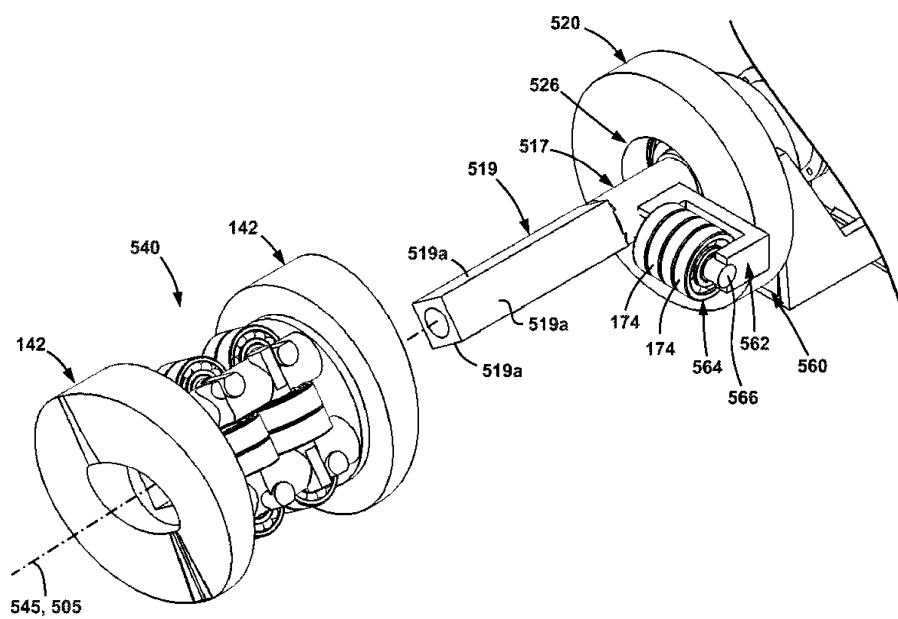
Фиг. 21



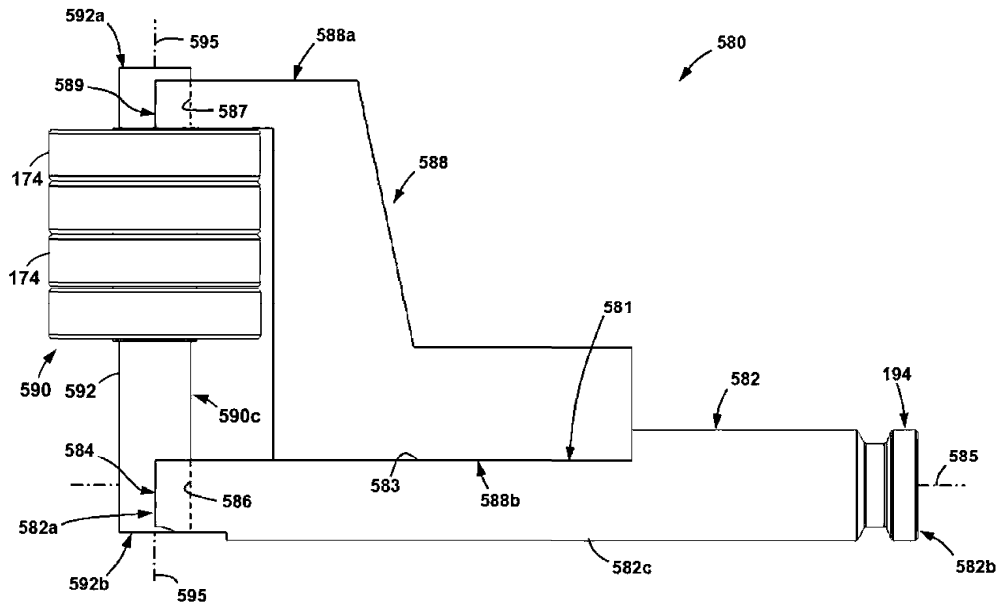
Фиг. 22



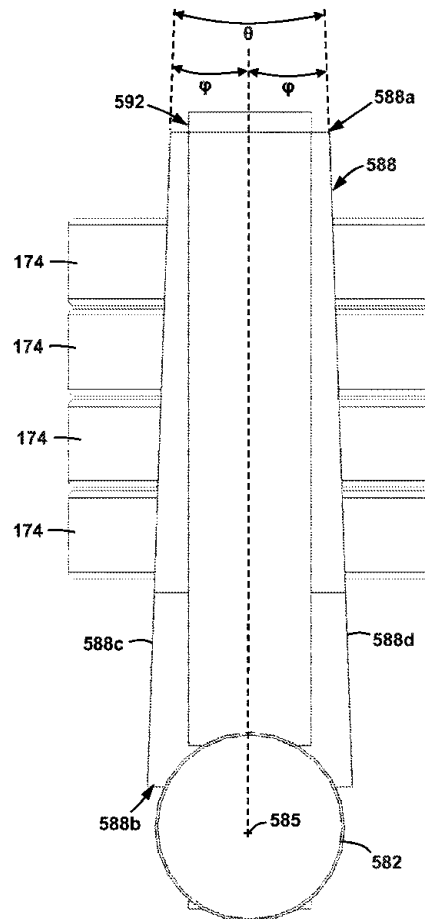
Фиг. 23



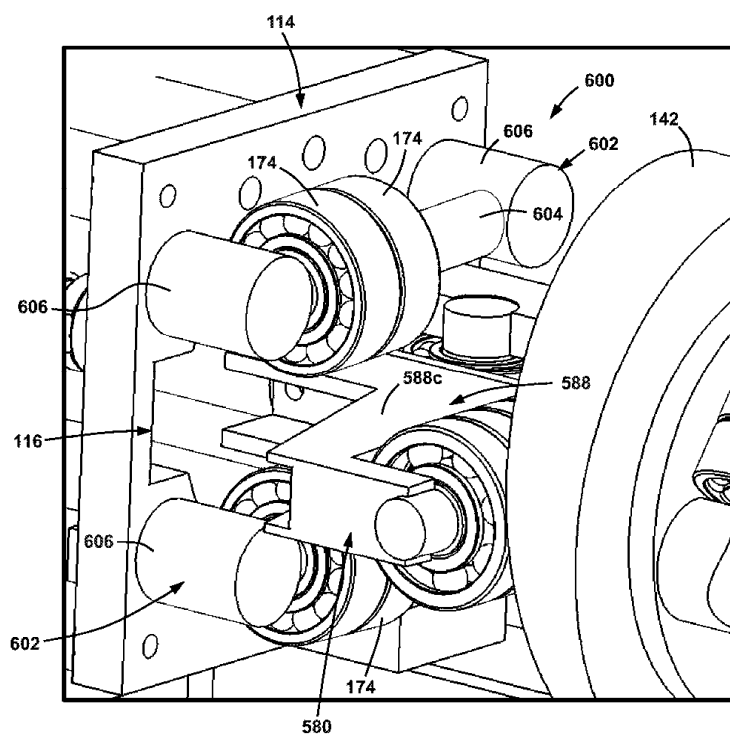
Фиг. 24



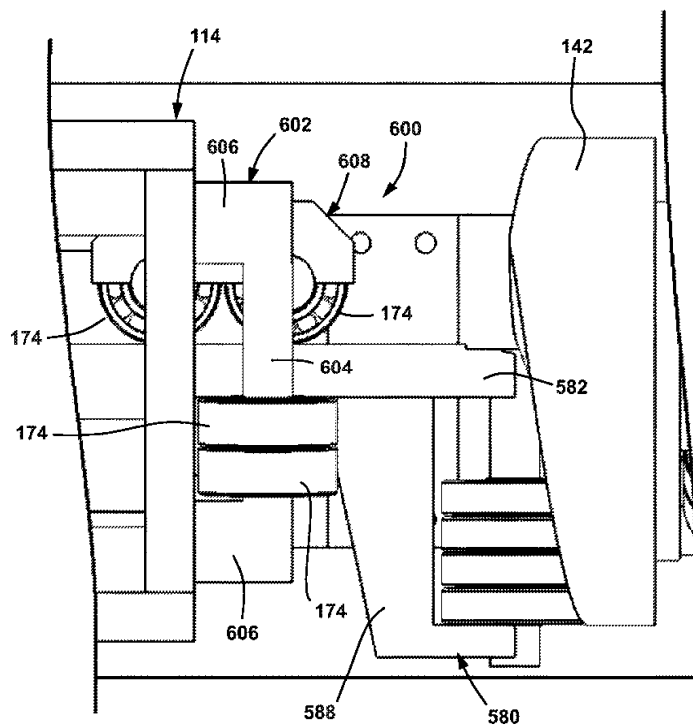
Фиг. 25



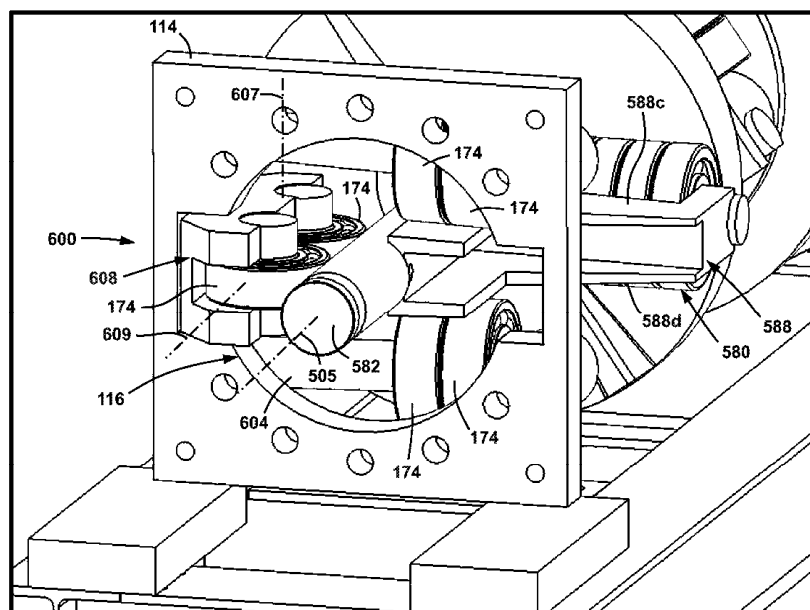
Фиг. 26



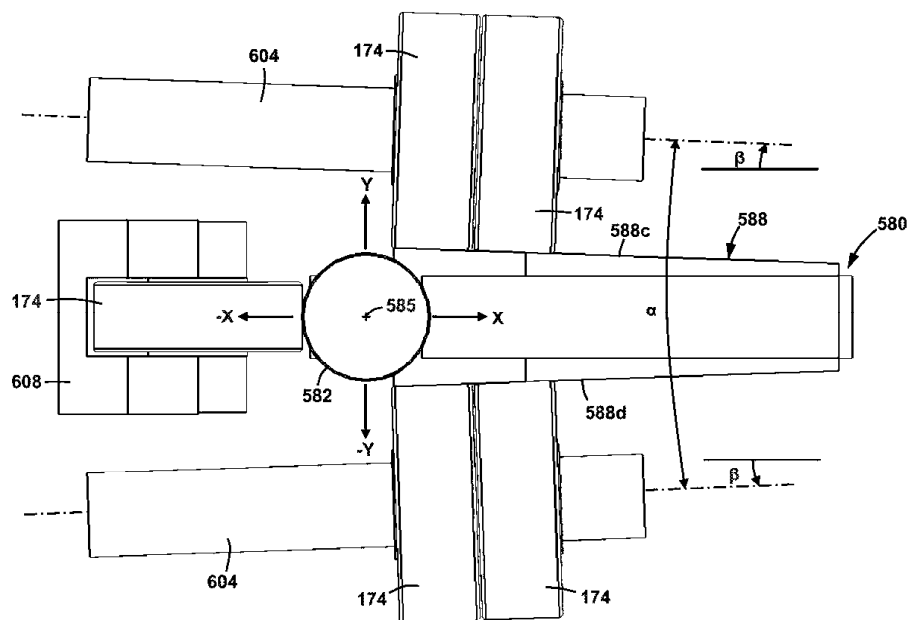
Фиг. 27



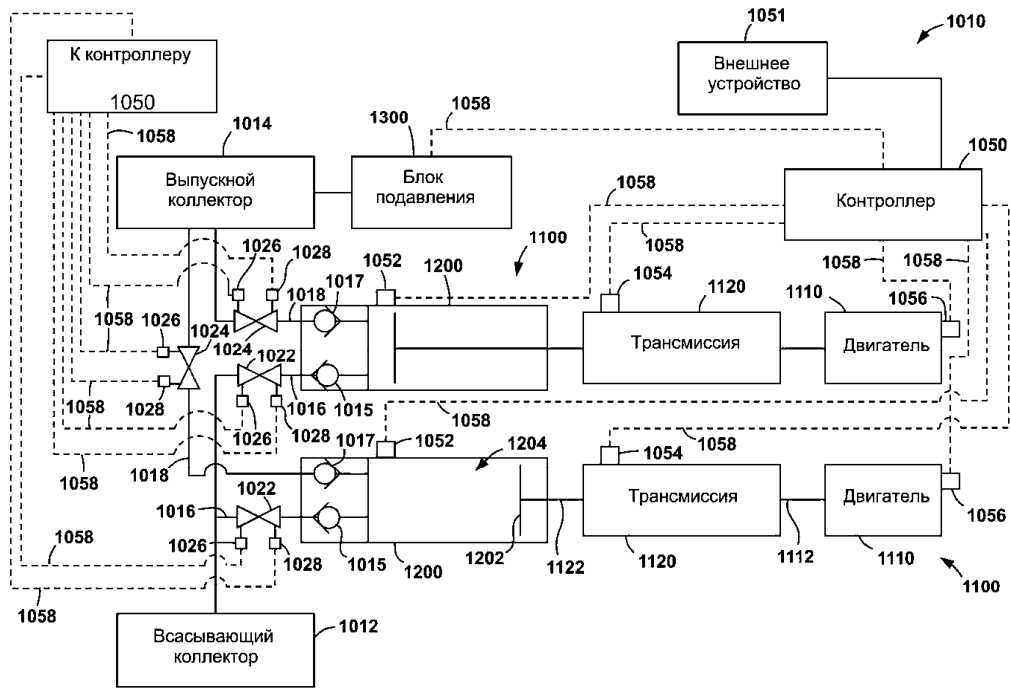
Фиг. 28



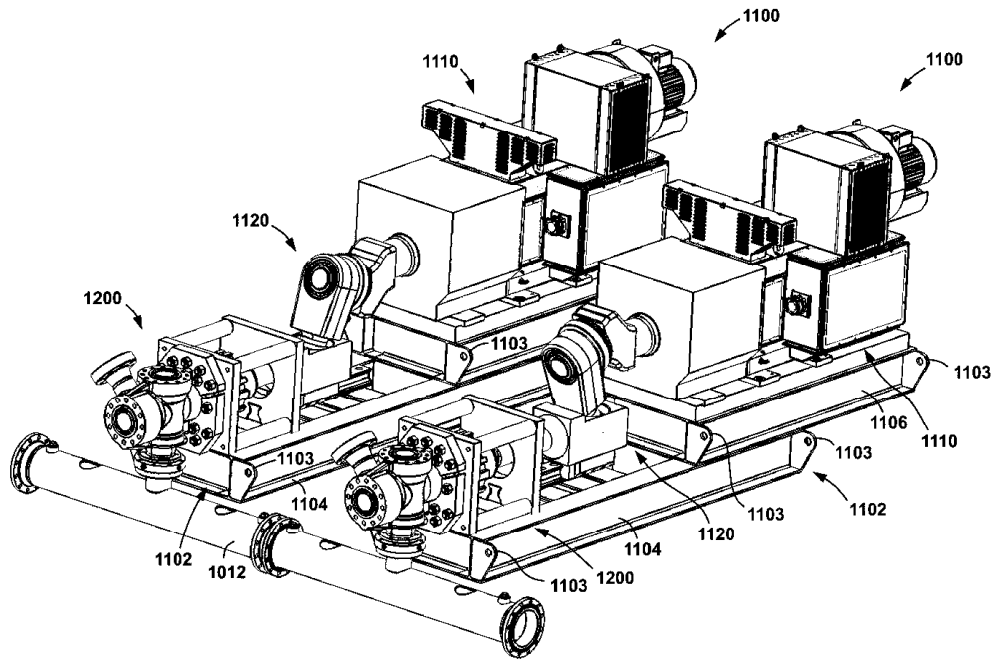
Фиг. 29



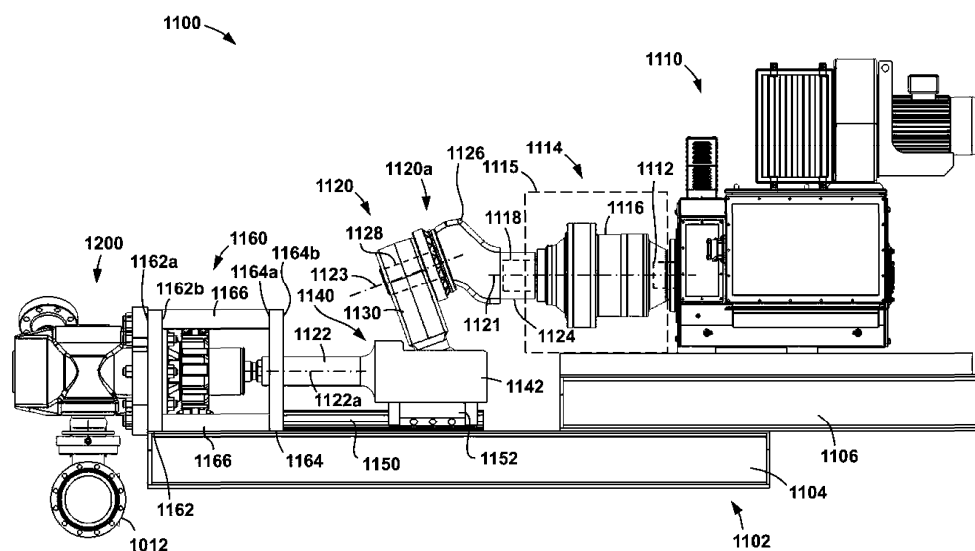
Фиг. 30



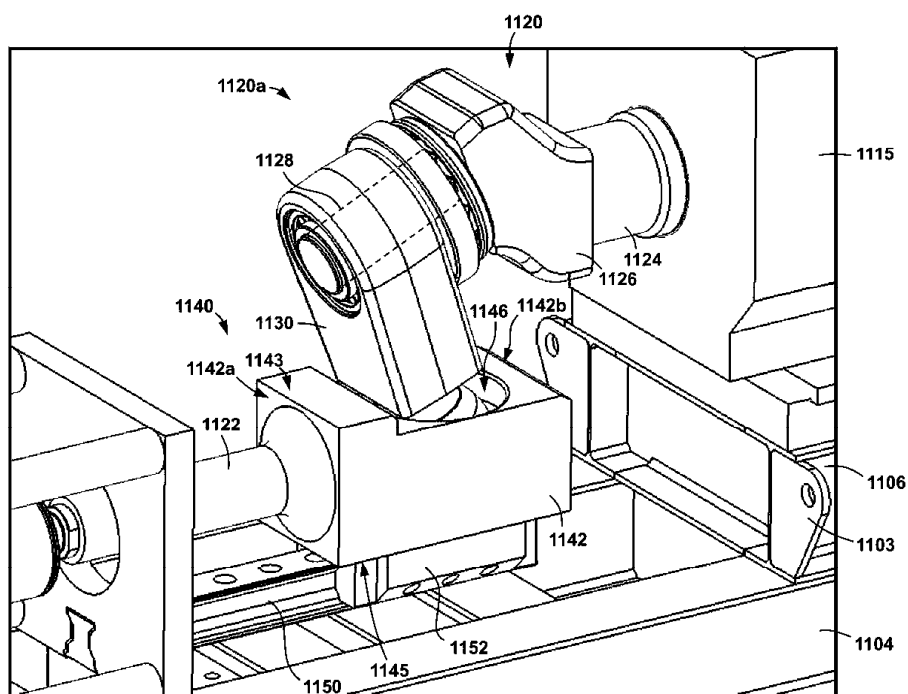
Фиг. 31



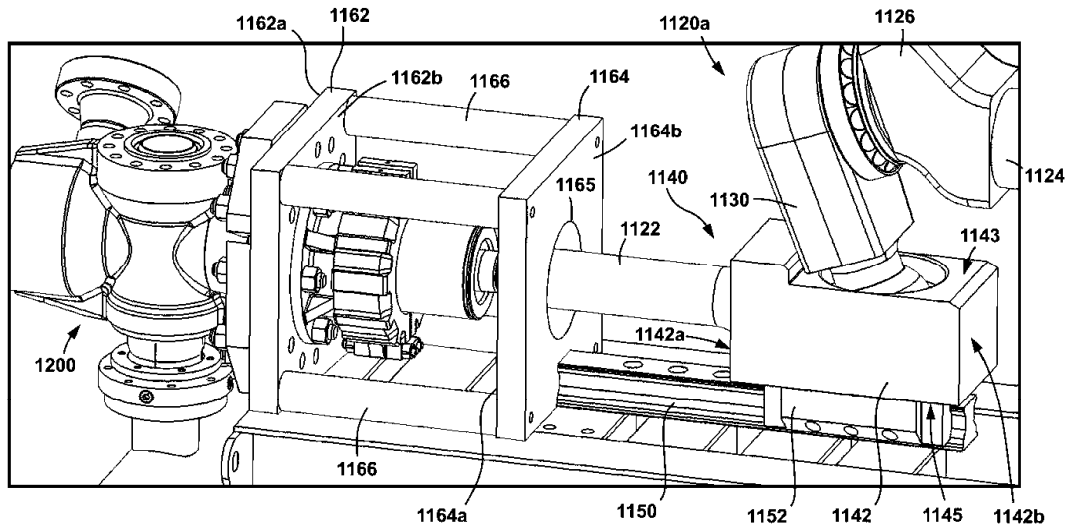
Фиг. 32



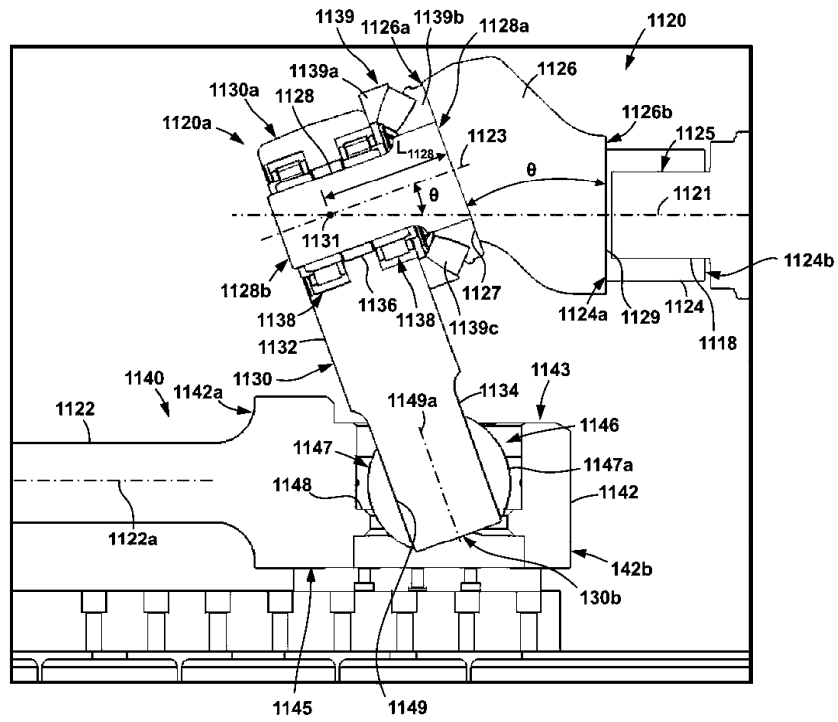
Фиг. 33



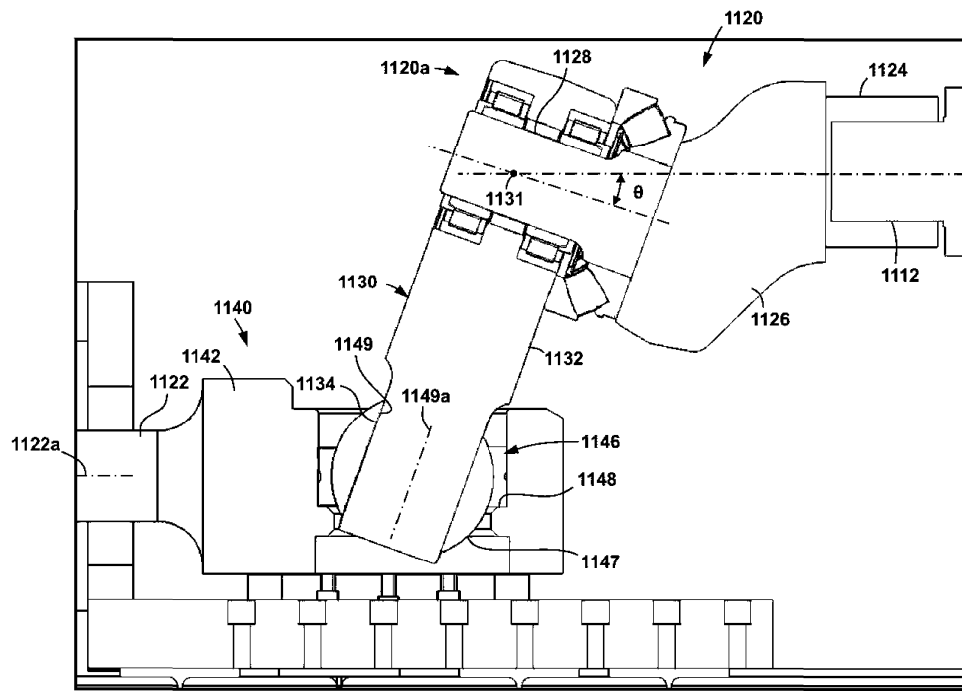
Фиг. 34



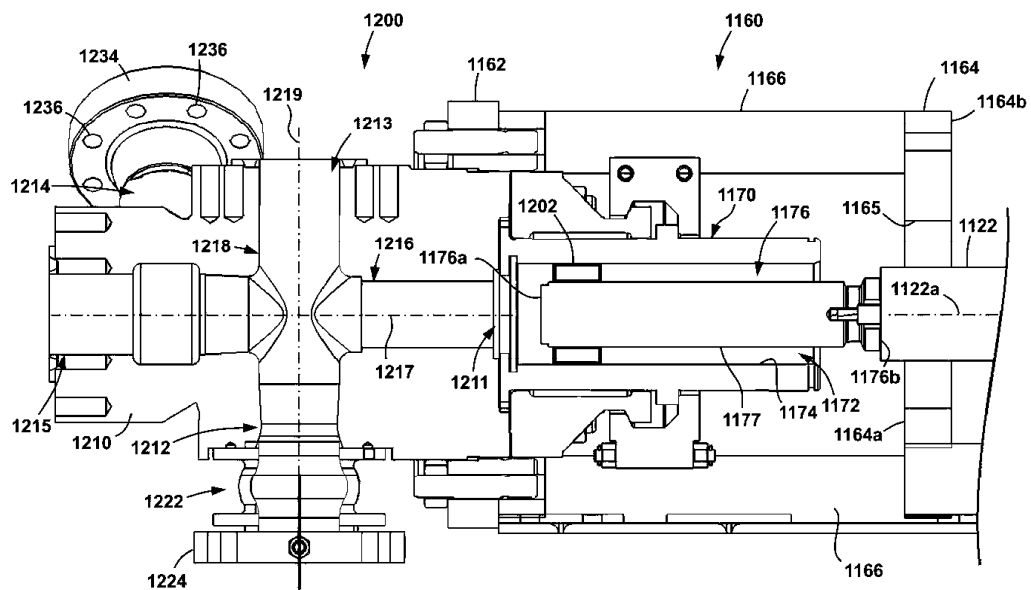
Фиг. 35



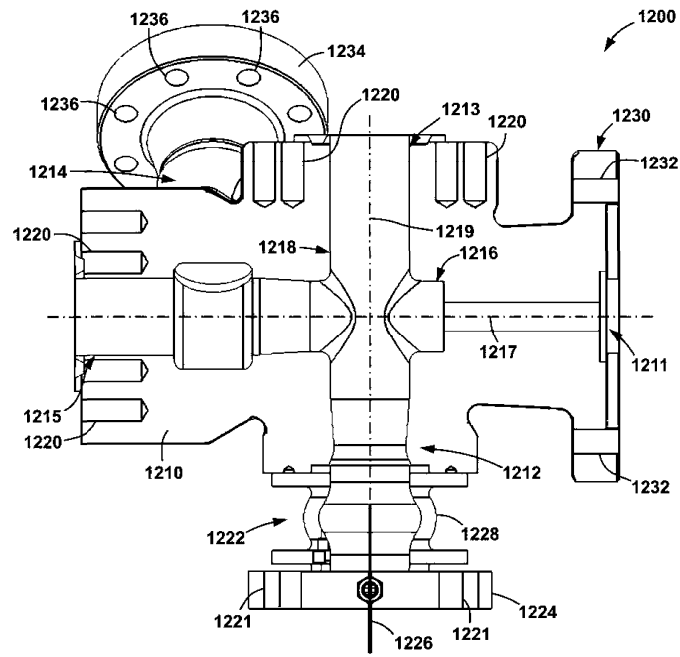
Фиг. 36



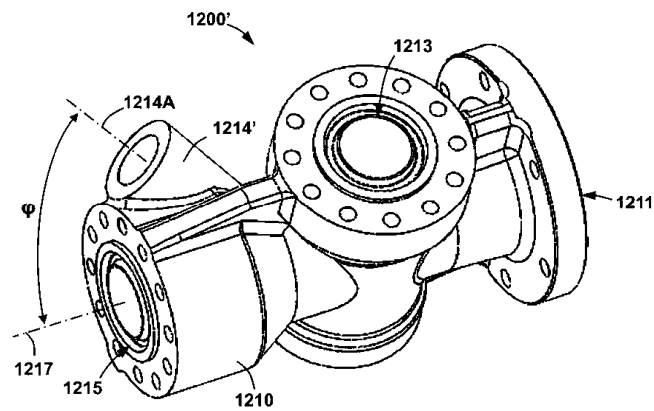
Фиг. 37



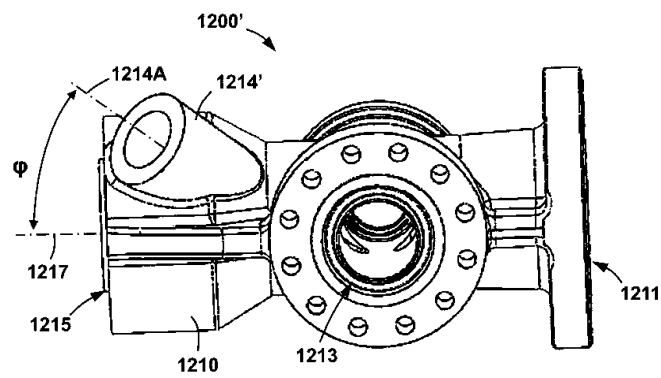
Фиг. 38



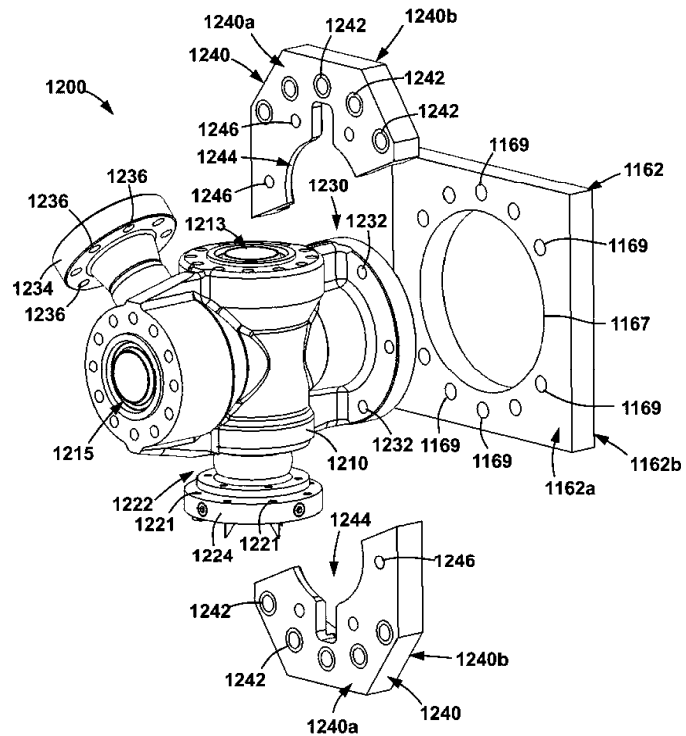
Фиг. 39



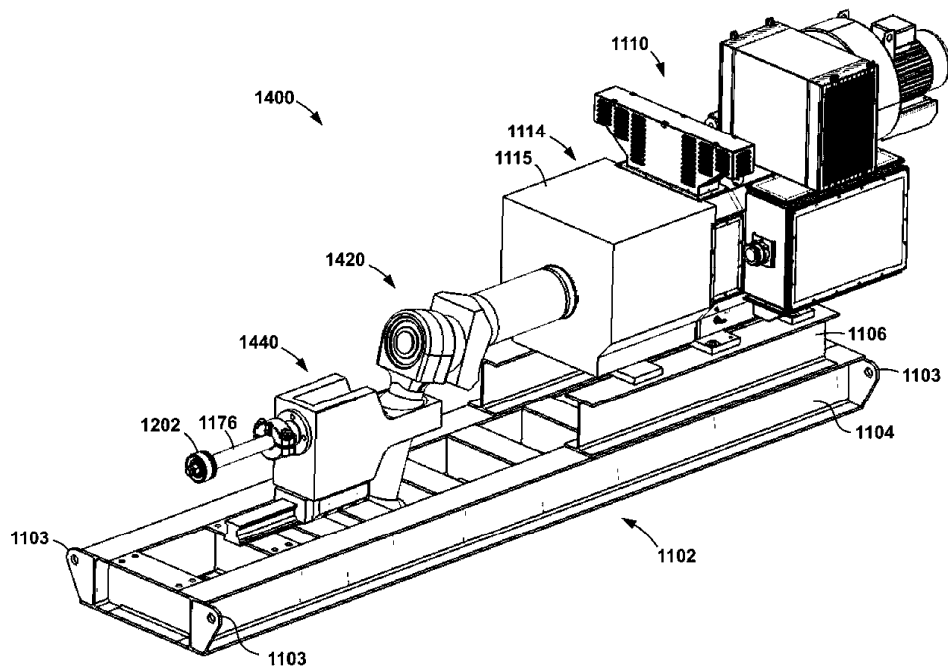
Фиг. 40А



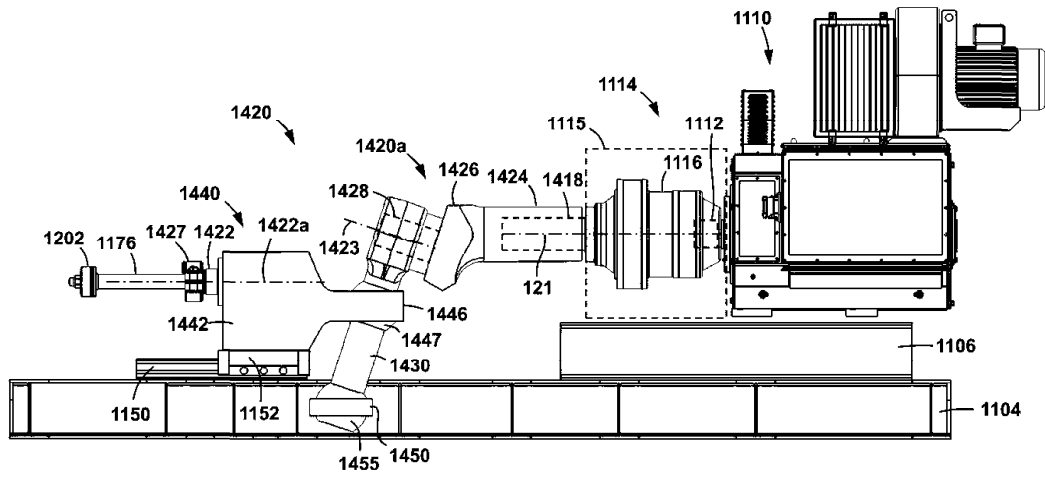
Фиг. 40В



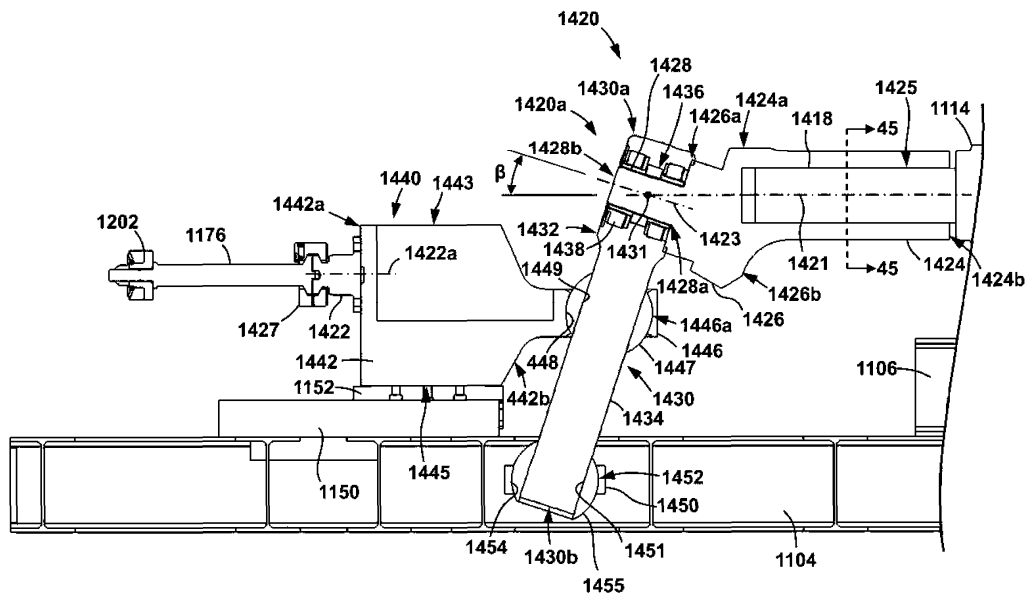
Фиг. 41



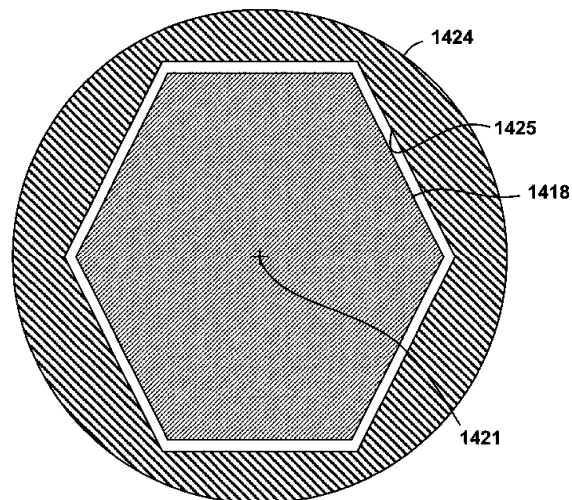
Фиг. 42



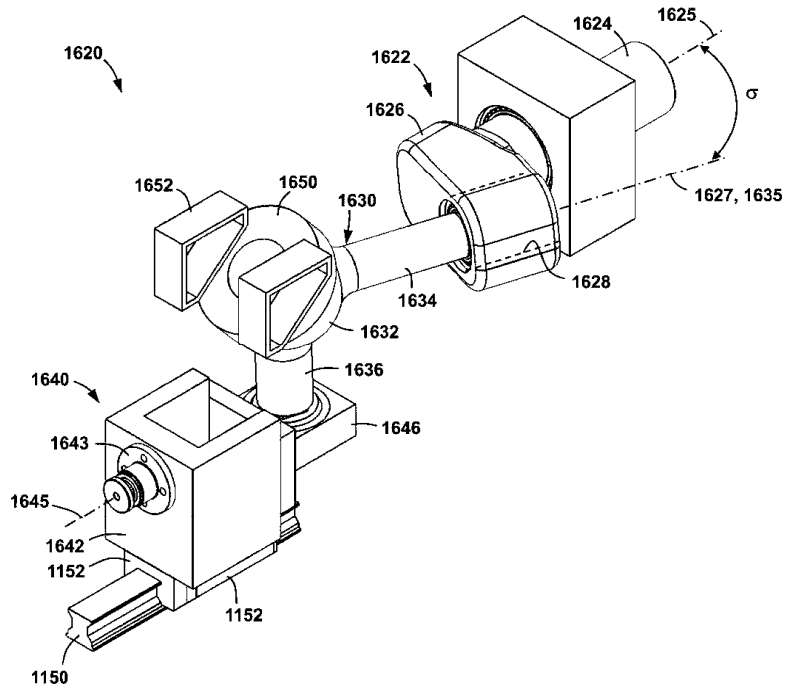
Фиг. 43



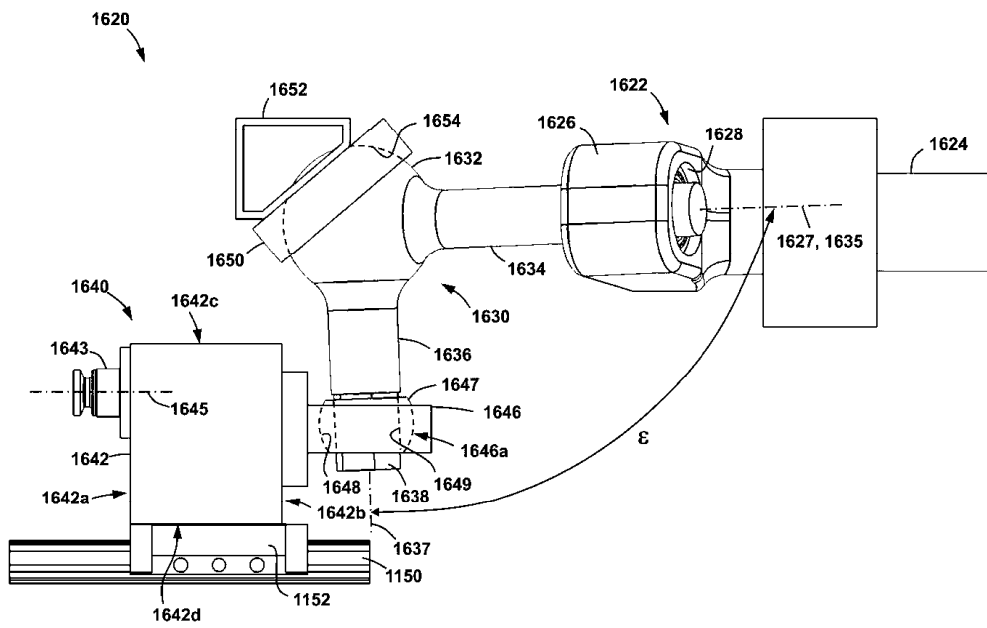
Фиг. 44



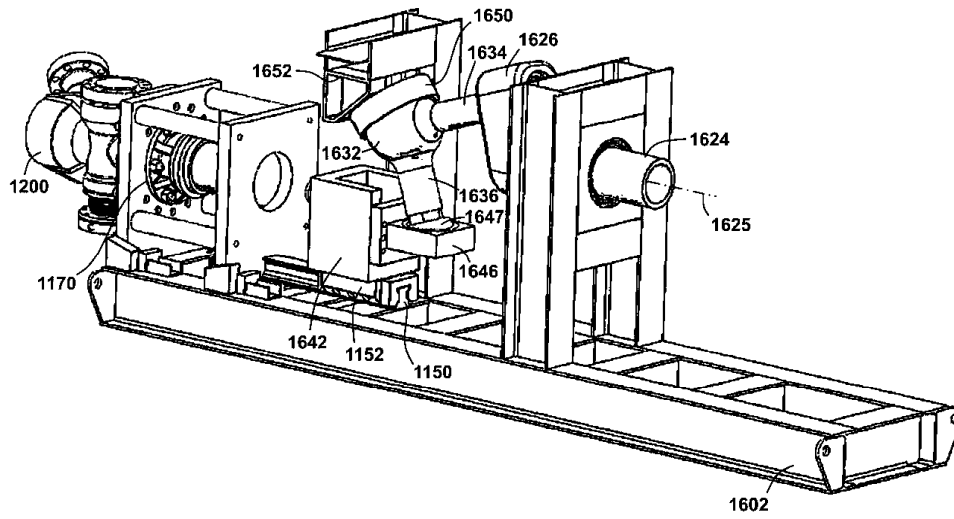
Фиг. 45



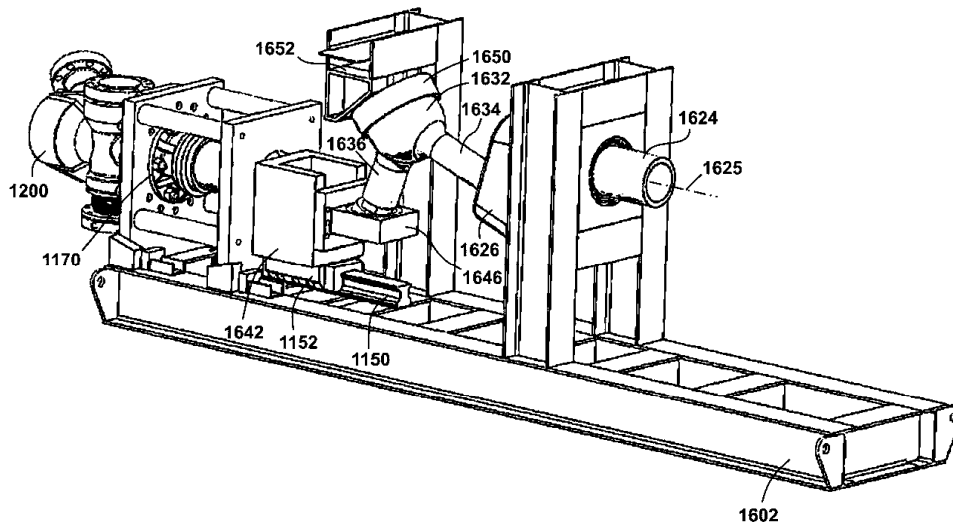
Фиг. 46



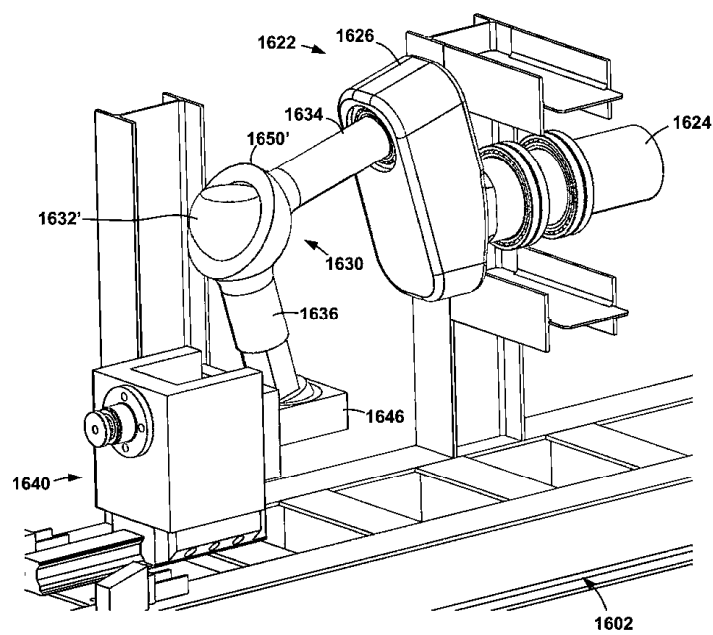
Фиг. 47



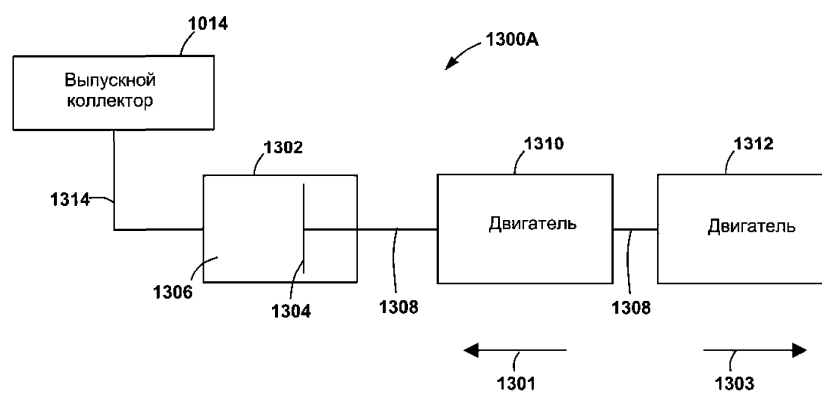
Фиг. 48



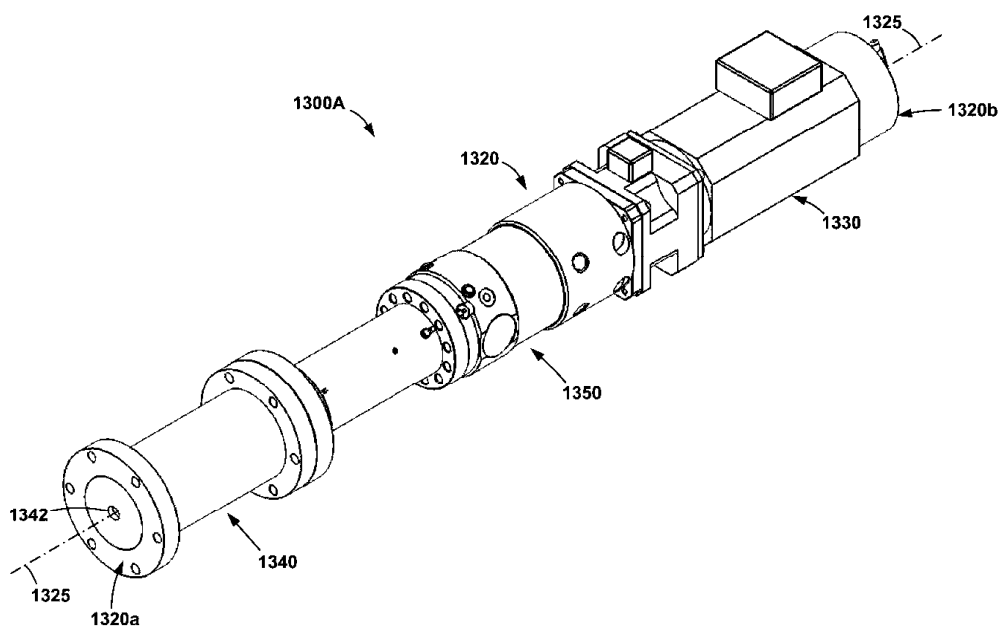
Фиг. 49



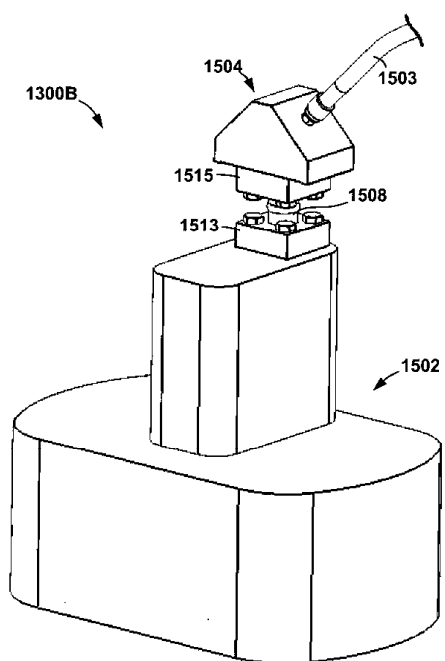
Фиг. 50



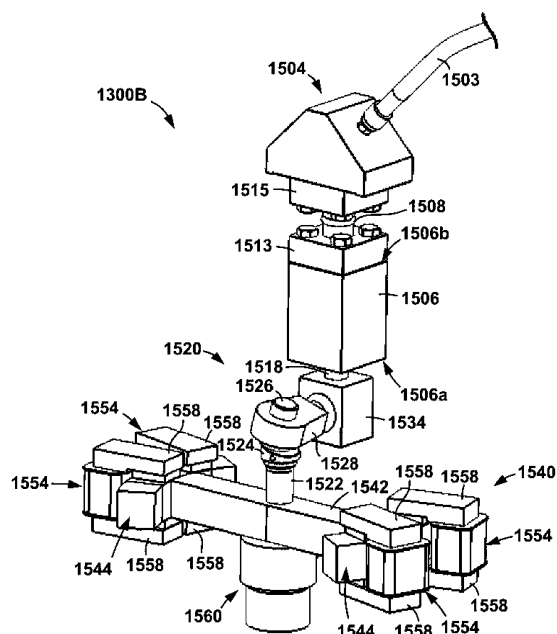
Фиг. 51



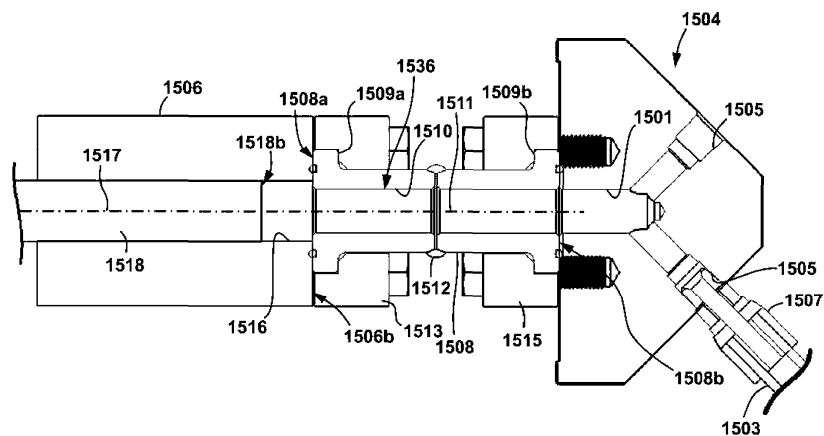
Фиг. 52



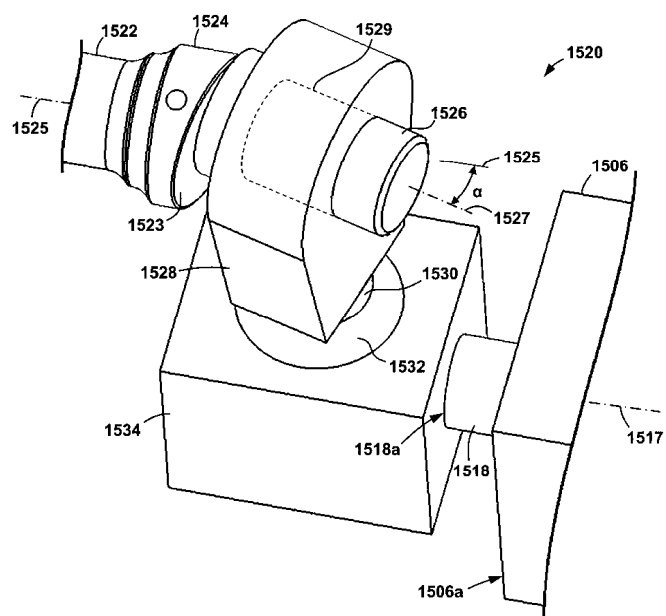
Фиг. 53



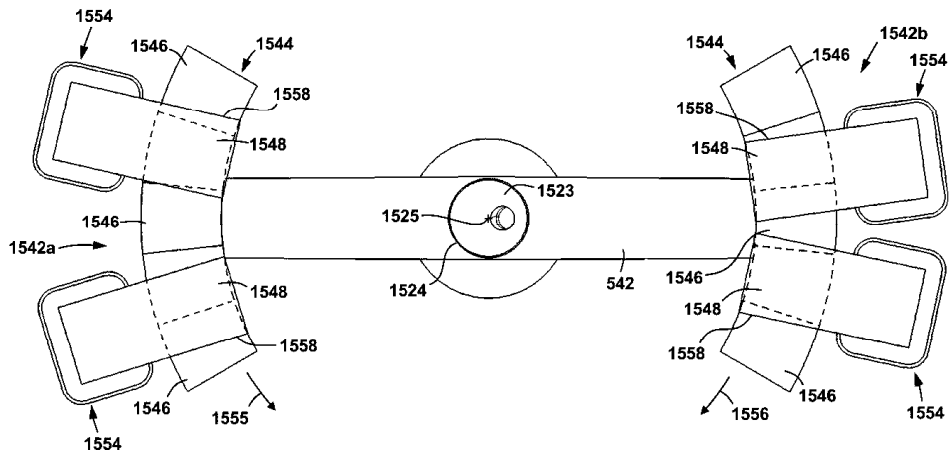
ФИГ. 54



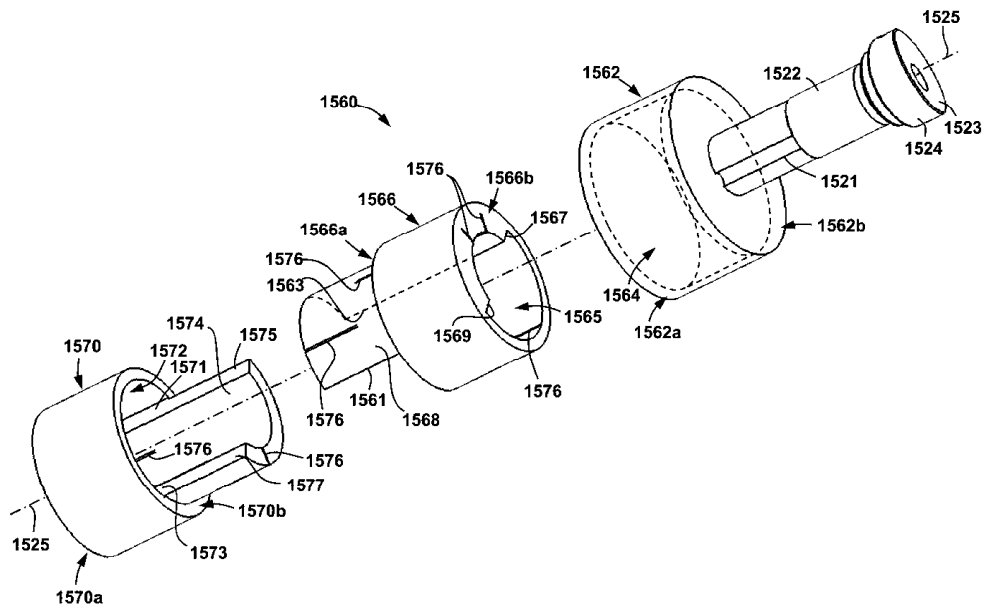
ФИГ. 55



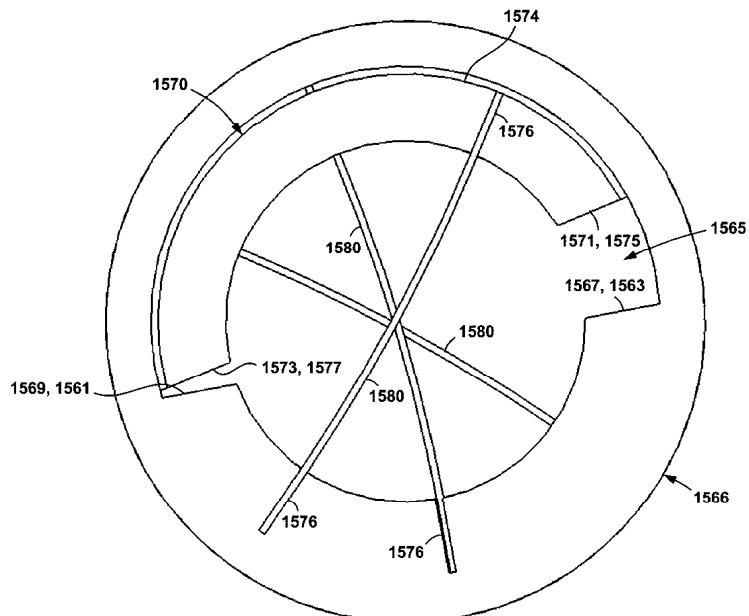
ФИГ. 56



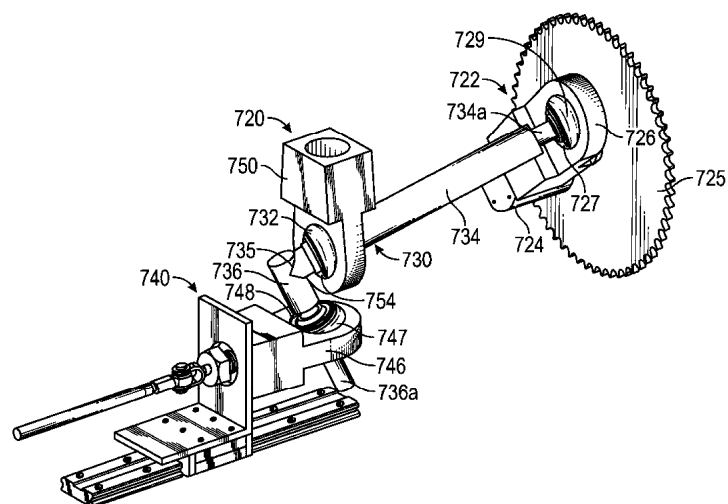
Фиг. 57



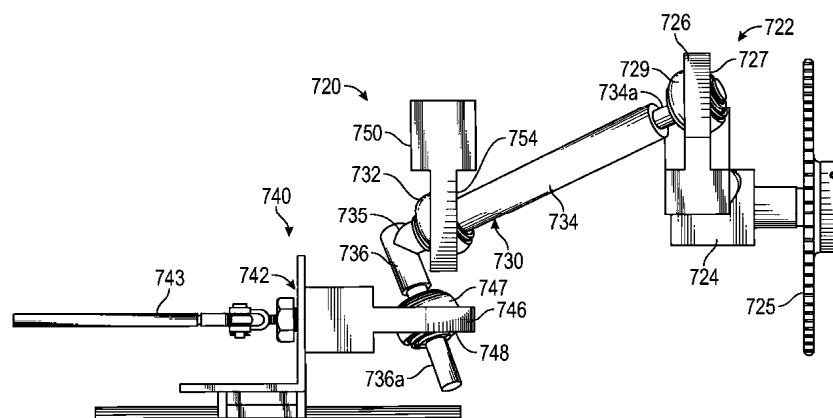
Фиг. 58



Фиг. 59



Фиг. 60



Фиг. 61



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2