(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 026979 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.06.30

(21) Номер заявки
201491468

(22) Дата подачи заявки
2009.12.08

(51) Int. Cl. ***F04B 17/03*** (2006.01)
F04B 9/02 (2006.01)
F04B 35/04 (2006.01)

(54) ПРИВОДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАСОСА, КОМПРЕССОРА ИЛИ АНАЛОГИЧНОГО УСТРОЙСТВА

(31) **20085103**
(32) **2008.12.08**
(33) **NO**
(43) **2015.03.31**
(62) **201190033; 2009.12.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ИНГ. ПЕР ГЬЕРДРУМ АС; ТЕКНИ АС (NO)

(72) Изобретатель:
Ларсен Андреас Бёрре, Бендиксен Ян Мартин, Сьюльстад Тронд, Брандсетер Тор Хельге, Странд Ола, Петерсен Кристиан (NO)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В. (RU)

(56) EP-A2-1114933
EP-A1-0728489
US-A-4276003
US-A-4145165
RU-C1-2073092

(57) Описано приводное устройство (11) для насоса, компрессора или аналогичного устройства, выполненное с возможностью обеспечения переменного давления по меньшей мере в двух камерах (27a, 27b, 27', 27''), таких как камеры насоса или компрессора, вследствие возвратно-поступательного перемещения стержня (23), который на каждом своем конце соединен с соответствующей подвижной поверхностью камеры давления, являющейся поршнем (21a, 21b), и который закреплен в корпусе (19) с возможностью совершения возвратно-поступательного перемещения, причем приводное устройство дополнительно содержит электродвигатель (31), выполненный с возможностью обеспечения возвратно-поступательного перемещения стержня (23). Указанный электродвигатель является роторным электродвигателем (31), а указанный стержень проходит через ротор (31b) электродвигателя (31), и между стержнем и ротором двигателя функционально присоединено средство (33) преобразования вращательного перемещения в прямолинейное перемещение с обеспечением преобразования вращательного перемещения ротора в прямолинейное перемещение стержня. Ротор (31b) электродвигателя (31) и средство (33) преобразования вращательного перемещения в прямолинейное перемещение расположены в камере (41) для текучей среды, ограниченной, по меньшей мере, указанным корпусом (19) и указанными поршнями (21a, 21b) и наполненной жидкостью, которая протекает мимо ротора электродвигателя при возвратно-поступательном перемещении стержня.

026979 B1

026979 B1

Настоящее изобретение относится, в целом, к устройству для приведения в действие насосов и компрессоров. В частности, изобретение относится к узлу, состоящему из такого приводного устройства и нескольких насосов, для которых данное приводное устройство особенно хорошо подходит.

Предпосылки изобретения

Известны различные типы приводных устройств для приведения в действие насосов и компрессоров. Тип приводного устройства обычно выбирается, исходя из таких параметров, как вес, объем, сила, скорость, уровень звука, уровень вибраций, надежность, доступность источника питания, цена и т.д. Например, при использовании в подводных условиях необходимо иметь безопасное приводное устройство, которое требует минимум технического обслуживания и которое может приводиться в действие гидравлически или с помощью электропитания.

Из патента США № 7287595 известно использование электродвигателя для приведения в действие гидравлического поршня с целью обеспечения гидравлического давления при подводном режиме работы. Электродвигатель соединён с роликово-винтовым узлом (170) посредством планетарной передачи (190). К роликовому винту присоединен шток (134) поршня, противоположный конец которого соединен с гидравлическим поршнем (130). Таким образом, узел может создавать гидравлическое давление посредством подачи электроэнергии на электродвигатель, причем это гидравлическое давление накапливается в аккумуляторе (142). Таким образом, например, можно избежать прокладки гидравлического составного шланга от поверхности моря до подводной скважины.

Следует отметить, что в решении, раскрытом в патенте США № 7287595, длина хода штока (134) поршня ограничена участком между планетарной передачей (190) и внешним (самым нижним) пределом перемещения роликово-винтового узла (170).

В патенте США № 4145165 описан длинноходовой насос, имеющий резьбовой шток, проходящий через ротор электродвигателя. При работе ротора, вследствие резьбового зацепления с ротором, шток совершает возвратно-поступательное перемещение в осевом направлении. Упомянутые два конца штока функционируют как два поршня, обеспечивая накачку путем повторяющегося входа и выхода из двух смежных камер.

Кроме того, в заявке на патент США № 2009/0053074, опубликованной 26 февраля 2009, описан сходный поршневой насос с электрическим линейным двигателем, обеспечивающим аналогичное возвратно-поступательное перемещение штока поршня. В данном насосе используются поршни на соответствующих концах штока поршня.

Кроме того, известно, что перемещение поршня обеспечивается путем непосредственного или опосредованного присоединения штока поршня к коленчатому валу (см. фиг. 1) или маховику. Осевое направление такого коленчатого вала или маховика расположено поперек хода поршня. Этот факт делает узел требующим большого пространства. Кроме того, длина хода поршня ограничена радиальными размерами коленчатого вала или маховика.

Целью настоящего изобретения является создание приводного устройства для приведения в действие насосов и компрессоров, устраняющего упомянутые выше недостатки и демонстрирующего дополнительные преимущества по сравнению с известным уровнем техники.

Сущность изобретения

В соответствии с изобретением предложено приводное устройство для насоса, компрессора или аналогичного устройства, выполненное с возможностью обеспечения переменного давления по меньшей мере в двух камерах, таких как камеры насоса или компрессора, вследствие возвратно-поступательного перемещения стержня, который на каждом своем конце соединен с соответствующей подвижной поверхностью камеры давления, являющейся поршнем, и который закреплен в корпусе с возможностью совершения возвратно-поступательного перемещения, причем приводное устройство дополнительно содержит электродвигатель, выполненный с возможностью обеспечения возвратно-поступательного перемещения стержня, причем указанный электродвигатель является роторным электродвигателем, указанный стержень проходит через ротор электродвигателя, и между стержнем и ротором двигателя функционально присоединено средство преобразования вращательного перемещения в прямолинейное перемещение с обеспечением преобразования вращательного перемещения ротора в прямолинейное перемещение стержня, и ротор электродвигателя и средство преобразования вращательного перемещения в прямолинейное перемещение расположены в камере для текучей среды, ограниченной, по меньшей мере, указанным корпусом и указанными поршнями и наполненной жидкостью, которая протекает мимо ротора электродвигателя при возвратно-поступательном перемещении стержня.

Жидкость в камере для текучей среды может находиться под давлением более высоким, чем давление на противоположных сторонах поршней.

Поверхность камеры давления может иметь разное конструктивное исполнение. Как правило, эта поверхность является стороной, перемещение которой приводит к изменению объема в камере давления, перед которой она находится. Например, поверхность может быть поршнем, установленным на стержне, или штоке. Также она может быть мембраной в мембранном насосе, механически соединенной со штоком. Кроме того, она может быть подвижной частью камеры давления насоса. Шток может быть соединен с камерой давления механически или посредством проточного соединения. При этом шток может

представлять собой, например, поршень, движущая энергия которого гидравлически передается насосу или компрессору.

Ротор может представлять собой вращающуюся часть роторного электродвигателя или же не вращающуюся часть линейного электродвигателя. Таким образом, шток является частью, которая соединяет движущую энергию двигателя с поверхностью камеры давления. Это соединение может происходить непосредственно или опосредованно.

Корпус приводного устройства имеет стенку, ограничивающую камеру для текучей среды.

Преимущественно камера давления, ограничивающая камеру для текучей среды, может содержать две подвижные поверхности. Указанные две поверхности камеры давления предпочтительно соединены со штоком, расположенным на каждой соответствующей стороне электрического ротора, так что между указанными двумя камерами давления устанавливается равновесие сил при наличии давления подачи в указанной камере.

Предпочтительно камера для текучей среды заполнена жидкостью. Это имеет множество преимуществ, описанных ниже более подробно. Тем не менее, камера для текучей среды также может быть заполнена газом.

Подвижные поверхности камеры давления могут представлять собой поршни, взаимное расстояние между которыми остается по существу постоянным благодаря штоку, с которым они соединены. Таким образом, объем в камере для текучей среды тоже остается постоянным. При перемещении поршней это приводит к снижению колебания давления в камере для текучей среды. Кроме того, следует отметить, что в камере для текучей среды над жидкостью преимущественно не совершается работа сжатия.

Приводное устройство может быть соединено с насосами или компрессорами, с которыми действуют совместно указанные соответствующие две подвижные поверхности камеры давления. Преимущественно одна подвижная поверхность действует с одним из двух насосов или компрессоров. Для накачки или сжатия среды указанные два насоса или компрессора могут быть соединены с одним и тем же источником среды. Преимущественно это приводит к тому, что давление в указанной среде со стороны впуска соответствующего насоса или компрессора по существу одинаковое.

Предпочтительно электродвигатель может быть роторным двигателем, а приводное устройство может содержать роликово-винтовой узел для преобразования вращательного перемещения электродвигателя в прямолинейное перемещение штока. Роликово-винтовой узел предусматривает включение всех типов соответствующих устройств для преобразования вращательного перемещения роторного двигателя в прямолинейное перемещение штока. Преимущественно наряду с преобразованием вращательного перемещения в прямолинейное перемещение, может также происходить передача усилия. Приводное устройство может также содержать большое количество роликово-винтовых узлов. Предпочтительно местоположение штока определяется количеством оборотов, произведенных ротором электродвигателя. Преимущественно осевое положение штока можно контролировать путем отсчета количества оборотов.

Приводное устройство может быть выполнено с возможностью выработки электроэнергии при использовании электродвигателя в качестве генератора, путем замедления скорости его перемещения. Таким образом получают энергоэффективное приводное устройство, в котором часть накопленной кинетической энергии может возвращаться, выходя из приводного устройства в виде электроэнергии. Передача кинетической энергии от находящегося в фазе замедления приводного устройства через двигатель и систему управления к одному или нескольким двигателям другого привода(ов), находящихся одновременно в фазе ускорения, обеспечивает сохранение энергии, необходимой для вращательного и прямолинейного перемещения всего насосного узла, за вычетом потерь.

В вариантах выполнения изобретения, в которых камера для текучей среды заполнена жидкостью, внутри камеры давления преимущественно может использоваться та же жидкость, что и снаружи. При этом возможная утечка по поверхностям камеры давления имеет меньшее значение.

Предпочтительно заполнение жидкостью камеры для текучей среды происходит под давлением, более высоким, чем давление снаружи камеры давления. Это гарантирует то, что возможная утечка будет происходить из камеры для текучей среды.

Приводное устройство может дополнительно содержать замыкаемое проточное соединение между первой и второй камерами. Указанное соединение или канал подходят для установки положения штока и поверхностей камеры давления, а также для регулирования количества текучей среды в камерах.

Возможность управления точным положением обеспечивает возможность свободного выбора рабочих кривых приводного устройства, в пределах рабочих характеристик приводов, с учетом крутящего момента, инерции, скорости, длины хода, тока и имеющегося напряжения. Насос выполняет непрерывный технологический процесс до тех пор, пока в течение всего времени разные рабочие кривые для скорости всех узлов штоков соответствуют постоянной суммарной величине. Это предусматривает суммарное изменение скорости, соответствующее формуле $dv/dt = 0$. Результатом постоянной суммарной мгновенной скорости с неподвижно закрепленной рабочей площадью поршня является равномерный поток перекачиваемой среды. Кроме того, это означает, что промежуток времени, в течение которого привод ускоряется, должен соответствовать промежутку времени, в течение которого другое приводное устройство замедляется. Это позволяет в течение продолжительного времени сохранять суммарную величину

ускорения и постоянную величину мощности. При этом ускорение и замедление могут быть равными нулю, что также приводит к постоянной суммарной скорости.

В соответствии с предпочтительным вариантом выполнения изобретения приводные устройства в узле, состоящем из двух или большего количества приводных устройств, содержат регулятор электродвигателя, выполненный с возможностью управления работой электродвигателя, в зависимости от режима работы другого приводного устройства в узле. Преимущественно рабочая кривая первого электродвигателя или приводного устройства будет при этом адаптирована к кривой, описывающей положение второго электродвигателя или приводного устройства. Это позволяет использовать напорный поток, исходя из внутреннего состава закачиваемых сред. На однородность нагнетаемых сред может оказывать влияние наличие примесей, а именно, частиц, крупных обломков породы, пузырей, больших объемов газа. Кроме того, и в дополнение к вышеперечисленному, сбой(и) могут быть скомпенсированы в пределах допустимой области рабочих режимов приводов.

Предложенное приводное устройство преимущественно демонстрирует компактную форму конструкции, низкий уровень сложности, небольшой вес, имеет мало частей, что обеспечивает использование двигателя с высоким крутящим моментом, а также различное расположение двигателя.

Другие преимущественные признаки описаны в пунктах формулы изобретения.

Примерный вариант выполнения

Для лучшей оценки различных технических признаков и принципа действия настоящего изобретения приведено иллюстративное описание варианта выполнения изобретения. Описание дано со ссылками на чертежи, на которых

фиг. 1 представляет собой известный объемный насос с картером и крейцкопфом;

фиг. 2 изображает схематически принципиальный чертеж предпочтительного варианта выполнения изобретения;

фиг. 3 изображает схематически принципиальные схематичные чертежи мембранного насоса и шлангового мембранного насоса;

фиг. 4 представляет собой альтернативный вариант выполнения привода, показанного на фиг. 2;

фиг. 5 представляет собой вид в разрезе более реалистичного варианта выполнения привода, показанного на фиг. 2;

фиг. 6 представляет собой вид в аксонометрии роликового винта для преобразования вращательного перемещения в прямолинейное перемещение;

фиг. 7 представляет собой разрез роликового винта, показанного на фиг. 6;

фиг. 8 представляет собой вид в аксонометрии насосного узла в соответствии с изобретением;

фиг. 9 представляет собой разрез насосного узла, показанного на фиг. 8;

фиг. 10 представляет собой кривые электроэнергии, мощности насоса и скорости вращения ротора приводного устройства, в соответствии с изобретением;

фиг. 11 представляет собой предпочтительные варианты кривых, показанных на фиг. 10;

фиг. 12 представляет собой защитное устройство для защиты приводного устройства от повреждений вследствие избыточных нагрузок;

фиг. 13-19 представляют собой различные кривые, описывающие возвратно-поступательные перемещения, выполняемые приводными устройствами в насосном узле;

фиг. 20 представляет собой предпочтительный вариант выполнения блока управления двигателем;

фиг. 21 представляет собой другой вариант выполнения приводного устройства, в соответствии с изобретением; и

фиг. 22 представляет собой более подробный разрез, поясняющий предпочтительный вариант выполнения приводного устройства.

На фиг. 1 показан известный объемный насос с картером и крейцкопфом. Как видно на чертеже, для картера и крейцкопфа требуется относительно большое пространство и крупные элементы, несмотря на то, что устройство не содержит двигатель. В следующем примере выполнения изобретения описано приводное устройство, заменяющее устройство, находящееся в пределах штриховой линии, показанной на фиг. 1, и содержащее, кроме того, приводной двигатель.

На фиг. 2 показан схематический принципиальный чертеж приводного устройства 11 первого и второго мембранных насосов 13a, 13b. Каждый мембранный насос 13a, 13b имеет впускной клапан 15a, 15b и соответственно выпускной клапан 17a, 17b.

Впускной и выпускной клапаны открываются и закрываются в зависимости от разности в них давлений. Кроме того, клапанами можно управлять другим способом, например, электрически или гидравлически. Имеющиеся на чертеже стрелки показывают направления потока в мембранных насосах 13a, 13b.

Однако изобретение не ограничено мембранными насосами или насосами как таковыми. Таким образом, в соответствии с изобретением, приводное устройство может использоваться, например, для работы компрессора или другого устройства. На фиг. 3 представлены схематические принципиальные чертежи мембранного насоса 13a, показанные на фиг. 2, а также принципиальный чертеж шлангового мембранного насоса 13c. Предполагается, что насосы и компрессоры известны специалисту в данной области

техники, поэтому в данном документе они не будут в дальнейшем описываться. Вместо них более подробно будет описано приводное устройство 11 для подобных устройств.

Как показано на фиг. 2, приводное устройство 11 содержит цилиндрический корпус 19. Корпус 19 выполнен с возможностью размещения в нем первого и второго поршней 21a, 21b, соединенных друг с другом штоком 23 поршня. Поршни плотно прилегают к внутренней лицевой поверхности корпуса 19 с помощью уплотнений 25a, 25b, так что они формируют барьер в контакте с каждой поверхностью соответствующего поршня 21a, 21b. Кроме того, поршни могут быть размещены в дополнительном цилиндре или во втулке на внутренней поверхности корпуса 19. Таким образом, на левой поверхности первого поршня 21a между первым поршнем 21a и мембраной 29a первого мембранного насоса 13a сформирована первая рабочая камера 27a. Соответственно, вторая рабочая камера 27b сформирована между вторым поршнем 21b и мембраной 29b второго мембранного насоса 13b.

В средней части корпуса 19 размещен электродвигатель 31. Электродвигатель 31 выполнен с возможностью размещения в камере 41 для текучей среды между первым и вторым поршнями 21a, 21b. Статор 31a двигателя соединен с внутренней стенкой корпуса 19. Радиально внутри статора 31a размещен ротор 31b двигателя. Источник питания электродвигателя 31 не показан. Шток 23 поршня размещен радиально внутри ротора 31b таким образом, что ротор 31b может свободно вращаться относительно него. Предпочтительно электродвигатель 31 может быть электродвигателем с постоянными магнитами.

Гайка 33a прикреплена к ротору 31b так, что она вращается с ротором 31b. Гайка 33a является частью роликово-винтового узла 33 и находится в зацеплении с пазами в штоке 23 поршня таким образом, что вращение гайки 33a приводит к перемещению штока 23 в осевом направлении. Находящиеся в зацеплении с гайкой 33a пазы в штоке 23 не показаны. Таким образом, при вращении электродвигателя 31 первый и второй поршни 21a, 21b могут перемещаться в осевом направлении. Кроме того, осевое направление может быть определено, исходя из направления вращения ротора 31b.

Следует отметить, что изобретение не ограничено типом устройства, использующегося для преобразования вращательного перемещения электродвигателя 31 в перемещение в осевом направлении штока 23 поршня. Таким образом, специалисты смогут выбрать наиболее удовлетворяющее требованиям устройство для передачи мощности, принимая во внимание, например, силы, скорости, вес, объем, энергетические потери, техническое обслуживание, надежность и цену.

Кроме того, в зависимости от области применения приводного устройства, можно использовать такое же передаточное число между электродвигателем 31 и гайкой 33a, как и с планетарной зубчатой передачей.

Теперь ссылка делается на фиг. 5, на котором изображен разрез более реалистичного примера привода, показанного на фиг. 2. Камера 41, расположенная между первым и вторым поршнями 21a, 21b, преимущественно может быть заполнена жидкостью. Тип жидкости зависит от области применения приводного устройства. Тем не менее, во многих применениях применяемой жидкостью предпочтительно является нефть. При этом будут смазываться подвижные части механизма, например, электродвигатель 31 и роликово-винтовой узел 33 (гайка 33a). Одновременно жидкость способствует охлаждению электродвигателя 31.

Особое преимущество при использовании в корпусе 19 жидкости заключается в том, что приводное устройство пригодно для использования при высоких давлениях, например, на значительных морских глубинах. Кроме того, если мембранные насосы 13a, 13b (фиг. 2) подключены к одному и тому же источнику, то давление в этом источнике будет воздействовать на обе поверхности приводного устройства, т.е., на левую и правую поверхность, соответственно, первого и второго поршней 21a, 21b. Таким образом, электродвигателю не придется работать при постоянном противодавлении, как это было бы при работе с одним поршнем. Еще одно преимущество состоит в том, что падение давления на поршнях 21a, 21b становится меньше, в результате чего через уплотнения 25a, 25b возникает меньше протечек. Данный узел особо эффективен, если в первой и второй рабочих камерах 27a, 27b движущая среда является такой же, что и жидкость в камере 41, расположенной между первым и вторым поршнями 21a, 21b. К тому же, протечка через уплотнения 25a, 25b не будет иметь большого значения. Кроме того, жидкость в камере 41 может преимущественно находиться под давлением, чтобы давление жидкости было выше давления жидкости снаружи поршней 21a, 21b. В таком случае возможная протечка будет происходить в направлении из данной камеры 41, поэтому жидкость в ней не будет загрязняться. Это обеспечит длительный срок службы и эксплуатационную надежность устройства. Жидкость в камере 41 преимущественно как охлаждает, так и смазывает электродвигатель 31 и другие механические подвижные части, например, роликово-винтовой узел 33.

При осевом перемещении поршней, вследствие того, что камера 41, расположенная между первым и вторым поршнями 21a, 21b, заполнена текучей средой, которая может быть жидкостью или газом, текучая среда должна протекать мимо электродвигателя 31 и роликово-винтового узла 33 (гайки 33a). Поэтому между штоком 23 и ротором 31b соответствующим образом расположен паз 37. Жидкость может также протекать через паз между статором 31a и ротором 31b.

Иногда в камере 41 предпочтительнее использовать газ вместо жидкости. В таких случаях возникает меньшее гидродинамическое трение, чем при использовании жидкости. Это является особенно пре-

имущественным при использовании легкого, быстро перемещающегося оборудования.

В оптимальном варианте выполнения изобретения между первой и второй рабочей камерами 27a, 27b расположено замыкаемое проточное соединение (не показано). При этом можно перемещать поршни 21a, 21b без совершения нагнетания. Таким образом, можно устанавливать или регулировать поршни 21a, 21b в соответствующее или требуемое положение, или регулировать количество текучей среды в рабочих камерах 27a, 27b. Такое проточное соединение может также быть использовано для нагревания внутренней среды и в цикле пуска. Кроме того, предпочтительно разместить один или несколько клапанов для доступа в камеру 41. Таким образом, можно заставить жидкость в этой камере циркулировать снаружи корпуса 19. При этом возможно нагревание или охлаждение жидкости, а так же очистка и/или замена жидкости без разборки приводного устройства.

Установка датчика температуры (не показан), контактирующего с жидкостью в камере 41, преимущественно обеспечивает возможность размещения блока управления двигателем, регулирующего режим работы двигателя, в зависимости от измеряемой температуры. Таким образом, при работе на скоростях, требующих соблюдения определенной минимальной температуры жидкости, обеспечивается защита от перегрева, а также поддерживается температура жидкости на достаточно высоком уровне.

Поперечина 35 предусмотрена для того, чтобы препятствовать вращению штока поршня с гайкой 33a. Поперечина 35 прикреплена к штоку 23 поршня и проходит крестообразно относительно него. Двумя концами поперечина 35 взаимодействует с проходящими в осевом продольном направлении вдоль внутренней стенки корпуса 19 направляющими пазами. Таким образом, поперечина 35 не допускает вращения штока 23 поршня (или поршней) относительно корпуса 19. Кроме того, имеются другие способы, предотвращающие это вращение. Например, поршни и корпус могут иметь неконцентрическое поперечное сечение.

На фиг. 5 показано, что каждый конец корпуса 19 выполнен с возможностью размещения фланцев 39a, 39b для соединения с насосом или компрессором (не показаны).

Как видно из примера со ссылкой на фиг. 2, вместо жидкости, в качестве движущей среды для передачи усилий от поршней 21a, 21b к мембранам 29a, 29b может быть использовано приводное устройство, приводящее в действие насосы или компрессоры путем механической передачи усилий. Таким образом, вместо соединения с одним (или двумя) поршнем(ями), приводное устройство может быть соединено непосредственно с мембраной в мембранном насосе. Можно также использовать устройство, показанное на фиг. 2, без мембран 29a, 29b. При этом поршни 21a, 21b будут находиться в непосредственном контакте с перекачиваемой средой.

Как показано со ссылкой на фиг. 2 или 5, особое преимущество приводного устройства состоит в том, что оно в целом может быть герметично закрыто. Следовательно, динамические уплотнения не требуются. Таким образом, на показанном на фиг. 2 устройстве можно заметить, что указанные две мембраны 29a, 29b и корпус 19 образуют закрытое пространство. При этом в корпусе 19 предпочтительно может быть размещен клапан (не показан) для обеспечения возможности пополнения текучей среды или при проведении в корпусе 19 испытаний давлением текучей среды.

На фиг. 4 показан альтернативный вариант выполнения узла, представленного на фиг. 2. Узел, показанный на фиг. 4, соединен только с одним насосом. На правой поверхности узла расположен поршень 21b, но в камеру, соответствующую на фиг. 2 второй рабочей камере 27b, может быть запущен воздух до атмосферного давления, или она может быть заполнена газом. При наличии второго поршней 21b можно герметично закрыть камеру 41 и, таким образом, достичь упомянутых выше преимуществ, несмотря на то, что приводное устройство приводит в действие только один насос.

Фиг. 6 представляет собой вид в аксонометрии роликово-винтового узла 33', использующегося в приводном устройстве, как описано со ссылкой на фиг. 2. Узел 33' содержит гайку 33a' на штоке 23' поршня. Шток 23' имеет винтовые канавки, с которыми гайка 33a' находится в зацеплении. Таким образом, вращение гайки 33a' приводит к перемещению гайки вдоль штока 23'. Как уже упоминалось, шток 23' приводного устройства, показанного на фиг. 2, должен иметь такие канавки по длине заданной величины длины хода. На фиг. 7 показан тот же роликово-винтовой узел, что и представлен на фиг. 6, в разрезе (канавки не показаны). Как упоминалось выше, в соответствии с изобретением, приводное устройство не ограничено показанными устройствами для преобразования вращательного перемещения в прямолинейное перемещение.

На фиг. 8 и 9 показан конкретный пример варианта выполнения для применения приводного устройства, подобного одному из описанных выше в соответствии с изобретением. На чертежах показан насосный узел 101, содержащий два приводных устройства 103, конструктивное исполнение которых показано на фиг. 2, а так же четыре шланговых мембранных насоса 105. Впускные отверстия четырех шланговых мембранных насосов 105 преимущественно соединены с одним и тем же источником, а их выпускные отверстия соединены таким образом, что насосный узел 101 действует как одна логическая схема насосного узла. Как видно из описанного на фиг. 2 приводного узла, впускные отверстия шланговых насосов 105 расположены на их соответствующих впускных клапанах 15', а их выпускные отверстия расположены на их соответствующих выпускных клапанах 17'.

Как указывалось, приводные устройства 103 предпочтительно могут быть такого типа, как были

описаны выше.

Каждое приводное устройство выполнено с возможностью размещения гнезда 107 источника электропитания для приведения в действие соответствующего электродвигателя 31.

Для соединения рабочих камер 27' приводных устройств 103 со шланговыми мембранными насосами 105 имеются каналы для текучей среды, выполненные в виде соединительных трубок 109 и расположенные между рабочими камерами 27' и насосами 105. Трубки 109 являются частью общей камеры, приводные устройства 103 которых содержат рабочие камеры 27' и камеры 27" (фиг. 9), расположенные снаружи мембран 111 насосов 105.

На фиг. 9 шланговые мембранные насосы показаны более детально. Мембраны 111 имеют форму шланга и расположены между впускным клапаном 15' и выпускным клапаном 17'. Клапаны 156', 17' являются невозвратными клапанами.

Другие компоненты показанного на фиг. 8 и 9 насосного узла 101 описаны выше со ссылками на фиг. 2 и 5.

При использовании двух электродвигателей 31, т.е. по одному двигателю в каждом приводном устройстве 103, они могут преимущественно приводиться в действие таким образом, чтобы вращаться в противоположных направлениях. Следовательно, вращательное перемещение всего насосного узла 101 может быть нейтрализовано.

Два шланговых мембранных насоса 105, соединенных с одним и тем же приводным устройством 103, будут приводиться в действие в противофазе. Это означает, что, когда один насос 105 находится под повышенным давлением от приводного устройства 103, другой насос 105 находится под пониженным давлением. Кроме того, с показанным на фиг. 8 и 9 насосным узлом 101, указанные два приводных устройства 103 могут приводиться в действие таким образом, при котором один приводится в действие, запаздывая на четверть цикла, или на 90° от второго.

Кроме того, в одном насосном узле может быть более двух приводных устройств 103. К примеру, можно разместить три или большее количество приводных устройств, соединенных, например, с шестью или большим количеством насосов. Таким образом, можно обеспечить достаточно равномерную подачу закачиваемой среды, позволяющую в некоторой степени уменьшить износ механических частей. Например, в устройстве с шестью насосами можно закачивать каждым насосом в течение 60 градусов 360-градусного цикла. Можно разместить насосы таким образом, чтобы они перекрывали друг друга, например, чтобы каждый насос был размещен с возможностью выполнения накачки в течение 70 градусов 360-градусного цикла. Таким образом, первые пять и последние пять градусов функциональной длины каждого насоса могут быть общими, соответственно, с предшествующим и следующим насосом в цикле.

Особым преимуществом использования электродвигателя в приводном устройстве является возможность дозирования длины хода штока поршня. На фиг. 10 изображен иллюстративный вариант накачки в одной общей длине хода (направление хода), где вся энергия вращения двигателя (и гайки, и возможной зубчатой передачи) передается к закачиваемой среде (жидкости между поршнями 21a, 21b и мембранами 29a, 29b, показанными на фиг. 2). Как можно видеть из графика скорости вращения ротора электродвигателя, в общих чертах процесс можно разделить на фазу ускорения, в которой скорость вращения ротора увеличивается, установившуюся фазу, в которой скорость вращения ротора является относительно равномерной, и заключительную фазу замедления, в которой скорость вращения ротора уменьшается до нулевого значения вращения. Кроме того, ближе к концу цикла для проталкивания поршней к конечной позиции используется больше электроэнергии.

На фиг. 11 показан пример накачки по всей длине хода, где часть энергии вращения передается закачиваемой среде, при этом оставшаяся энергия вращения путем использования двигателя отводится назад для замедления вращения. Таким образом, в конце длины хода электродвигатель действует как генератор. Например, вырабатываемая электрическая энергия может косвенно накапливаться в емкостном аккумуляторе или передаваться непосредственно другому электродвигателю, например, расположенному в другом приводном устройстве.

Таким образом, электрическое управление электродвигателем преимущественно позволяет обеспечить эффективное управление двигателем. Можно регулировать скорость двигателя, его ускорение и крутящий момент, основываясь, например, на параметрах и характеристиках закачиваемой среды (температура, вязкость, плотность и т.д.) и на параметрах приводного устройства (температура, тип текучей среды в камере для текучей среды, срок службы и т.д.). Кроме того, при определении требуемой скорости предпочтительно учитывать частоту собственных колебаний.

В соответствии с изобретением в устройстве преимущественно может быть использован роторный электродвигатель с постоянными магнитами. Кроме того, электродвигатель может представлять собой асинхронный электродвигатель или синхронный электродвигатель. Предпочтительными являются электродвигатели с высокой энергоэффективностью и высоким крутящим моментом. Кроме того, могут использоваться как электродвигатели постоянного тока, так и электродвигатели переменного тока.

Вместо изменения направления вращения электродвигателя на последующее противоположное направление хода, можно использовать роликово-винтовой узел или соответствующее устройство для преобразования вращательного перемещения в прямолинейное перемещение, которые выполнены с воз-

можностью автоматического изменения направления хода при не меняющемся направлении вращения электродвигателя.

В альтернативном варианте выполнения изобретения статор электродвигателя может быть выполнен с возможностью размещения снаружи корпуса 19. Статор, таким образом, будет выполнен с возможностью съема и замены при необходимости обслуживания, без необходимости открывать наполненную камеру для текучей среды приводного устройства. Также статор может быть размещен в корпусе 19.

На фиг. 12 показан преимущественный вариант выполнения изобретения, в котором предложено приводное устройство со сцепляющим механизмом 145a, 145b или расцепляющим механизмом. Для простоты на фиг. 12 показаны только некоторые основные части приводного устройства, выполненного в соответствии с изобретением. В соответствии с описанным выше приводным устройством, шток 123 поршня имеет гайку 133a, предназначенную для преобразования вращательного перемещения электродвигателя в прямолинейное перемещение штока 123. На каждом конце штока 123 поршня размещены поршни 121a, 121b. Чтобы не допустить вращения штока 123 с гайкой 133a, линейная направляющая 135 находится в зацеплении со штоком 123. Линейная направляющая может, например, представлять собой направляющую одного из следующих типов: пазы под шарики, шлицы, многогранные валы или аналогичные узлы. Направляющая 135 дает возможность штоку 123 перемещаться прямолинейно, поддерживая его в постоянном положении вращения. Таким образом, при штатном режиме работы между направляющей 135 и штоком 123 существует вращательное усилие.

В случае непредусмотренной или избыточной нагрузки, действующей на шток 123 поршня, целесообразно обеспечить возможность вращения штока 123 с гайкой 133a, для того, чтобы остановить его прямолинейное перемещение и уменьшить избыточный крутящий момент. Для этого предусмотрен сцепляющий механизм, содержащий внутреннюю сцепляющую часть 145a и внешнюю сцепляющую часть 145b. Внешняя сцепляющая часть 145b с возможностью вращения прикреплена к корпусу (не показан). Когда избыточное крутящее усилие штока 123 воздействует на внутреннюю сцепляющую часть 145a и на линейную направляющую 135, вращательное соединение между внутренней и внешней сцепляющими частями 145a, 145b начинает проскальзывать. При этом шток 123 начинает вращаться вместе с гайкой 133a, прекращая свое прямолинейное перемещение.

Сцепляющий механизм 145a, 145 может быть выполнен различного типа. Функциональные возможности зависят, например, от магнитов, жесткости пружины, сопротивления качению или трения. Можно также использовать предохранительный штифт, но его применение требует больших усилий после приведения в действие функций сцепления или расцепления.

Преимущественно порог крутящего момента сцепляющего механизма можно установить, например, путем регулировки силы, которая толкает внутреннюю и нижнюю сцепляющие части 145a, 145b в контакт друг с другом.

Указанная особенность механического предохранительного механизма предотвращает влияние избыточных нагрузок поршней 121a, 121b на текучую среду, в которой они функционируют.

Преимущество сцепляющего механизма заключается в том, что при приведении в действие он не повреждает приводное устройство. Более того, после приведения в действие приводное устройство сразу же готово к эксплуатации.

Дополнительной преимущественной особенностью является возможность использования на электродвигателе приводного устройства с обратной связью, для контроля положения двигателя или штока поршня в любой момент времени. Для этого может использоваться, например, датчик углового положения, отслеживающий угол поворота вала электромотора или датчик линейного перемещения, контролирующий прямолинейное перемещение штока, или же путем измерения полного сопротивления двигателя с помощью контроллера электродвигателя, по возможности использующегося с датчиками конечного положения.

Как было описано в данном документе, в альтернативном варианте выполнения приводного устройства электродвигатель может быть заменен гидравлическим двигателем.

На фиг. 13 изображены кривые скоростей двух приводных устройств насосного узла. Насосный узел предпочтительно может представлять собой насосный узел (101), описанный со ссылками на фиг. 8 и фиг. 9. Указанные два приводных устройства могут быть приводными устройствами 103, в соответствии с приведенным выше описанием.

Кривые, изображенные на фиг. 13, показывают абсолютную скорость четырех поршней A, B, C и D, причем первое приводное устройство 103 содержит указанные два поршня A и B, а второе приводное устройство 103 содержит указанные два поршня C и D. Слева на фиг. 13 можно увидеть, что поршень A увеличивает скорость перемещения с постоянным ускорением от нулевой скорости до скорости, приведенное значение которой равно 1. В конце одного хода штока 23 поршня скорость равна нулю. В среднем положении, между двумя конечными положениями направления возвратно-поступательного хода, скорость максимальна. В соответствии с кривыми, изображенными на фиг. 13, один цикл одного приводного устройства 103 управления заканчивается, когда поршень A и поршень B совершили одно закачивающее действие на присоединенном насосе 105 (см. фиг. 8 и 9).

Кривая C и D поршней второго приводного устройства 103 отстает на 90°, или на четверть цикла, от

кривой первого приводного устройства 103. Как видно из фиг. 13, сумма двух кривых первого и второго приводных устройств 103 является постоянной. Таким образом, их суммарная абсолютная скорость всегда равна "1" (приведенная). Эта особенность приводит к постоянной, без колебаний, скорости накачки приводного устройства насосного узла 101.

Соотношение между положением, скоростью и ускорением штока 23 поршня, а также положением присоединенных поршней 21a, 21b (или A, B, C и D) изображено на фиг. 14-16.

Начиная с фиг. 16, который показывает ускорение поршней или штока поршня, можно видеть, что ускорение поочередно меняется между положительной постоянной величиной и соответствующей отрицательной постоянной величиной. Таким образом, начиная от среднего положения между двумя конечными положениями возвратно-поступательного хода штока поршня, скорость уменьшается. Это уменьшение скорости приводит к нулевой скорости в конечном положении. Относительное уменьшение скорости продолжается, но так как оно продолжается от нулевой скорости, то фактически оно является абсолютным ускорением. Таким образом, скорость увеличивается от конечного положения до тех пор, пока шток поршня не достигнет среднего положения. В этом положении ускорение меняет знак, и шток поршня снова уменьшает скорость до тех пор, пока он не достигнет другого конечного положения. Конечное положение может отличаться от фактического конечного положения полного хода.

На фиг. 15 показаны суммарные скорости для двух штоков поршня первого и второго приводных устройств 103 насосного узла 101 (см. фиг. 8 и 9). Как видно на фиг. 15, кривые суммарной скорости являются "хэт-функцией" или треугольной функцией. Такие функции являются результатом интегрирования кривых ускорения, показанных на фиг. 16.

Интегрирование кривых скорости, показанных на фиг. 15, приводит к квадратичным кривым или кривым второй степени, как показано на фиг. 14. Верхние и нижние пиковые точки этих кривых представляют собой конечные положения двух штоков поршня двух приводных устройств.

Преимущественно в соответствии с данным вариантом выполнения штоки 23 не испытывают никакого внезапного перемещения. Однако, фактическое перемещение поршней может быть не таким ровным, как предусмотрено в пределах рабочих режимов, для обеспечения постоянного совокупного потока из насосного узла. Дополнительным преимуществом этой особенности является повышенная износостойкость присоединенного оборудования, например, труб и клапанов.

На фиг. 17 показаны крутящие моменты, действующие на соответствующие два штока 23 поршня каждого приводного устройства 103 насосного узла 101. Вызванное ускорение, если смотреть от соответствующих электродвигателей 31 двух приводных устройств 103, похоже на кривые крутящего момента с продолжительностью цикла, равной половине других кривых. Сила, действующая от двигателя через роликово-винтовой узел 33 на шток поршня, будет постоянной между двумя пересечениями линий в среднем положении. Однако, вследствие изменения направления вращения электродвигателя в конечном положении, кривые крутящего момента имеют половину периода относительно других показанных кривых. Это означает, что поступающая к насосному узлу 101 с двумя приводными устройствами 103 мощность будет постоянной, если смотреть с точки зрения электрической сети. На фиг. 18 показаны те же кривые, что и на фиг. 17, но с некоторыми показателями относительно ускорения и замедления указанных двух приводов, обозначенных как привод I и привод II.

На фиг. 19 показано изменение кривых скорости штока поршня относительно скорости накачки. Для сохранения постоянной суммы двух скоростей первого и второго приводных устройств 103, при снижении скорости первого устройства, второе устройство также должно соответственно снизить свою скорость, чтобы их циклы были одинаковой длины. На фиг. 19 это соответствует двум разным скоростям V_A и V_B. В соответствии с чертежом цикл первого приводного устройства, обозначенный на чертеже двумя разными показателями продолжительности цикла t_{1A} и t_{2A}, должен соответствовать продолжительности цикла второго приводного устройства, а именно, t_{1B} и t_{2B}. Сказанное выше действительно также в течение части продолжительности цикла.

Можно использовать также другие формы кривой для определения постоянной суммарной скорости. Такие формы могут быть вычислены путем математической аппроксимации управления двигателем, исходя из решения суммарных дифференциальных уравнений. Это можно выполнить в реальном времени с помощью аппроксимированного решения, основанного на методе Галеркина.

Кроме того, можно использовать больше двух приводных устройств 103 в одном насосном узле, например три, четыре или больше, при условии, что суммарные суммы мгновенных скоростей сохраняются постоянными во времени. Сказанное выше также учитывает отсутствие периодических комбинаций кривых скорости.

Приводное устройство с комбинацией роликово-винтового узла и электродвигателя с постоянными магнитами предусматривает точное регулирование крутящего момента и скорости штока 23 поршня и присоединенных поршней 21a, 21b. С описанной комбинацией можно передавать энергию от приводного устройства, находящемуся в состоянии замедления, к приводному устройству, находящемуся в состоянии ускорения.

Кроме того, в соответствии с изобретением приводные устройства 103 выполнены с возможностью регулирования, в зависимости от режима работы другого приводного элемента 103. Это проиллюстриро-

вано на фиг. 20 с помощью кривых скорости двух приводных устройств 103 насосного узла 101 (см. фиг. 8 и 9). Каждое приводное устройство 103 соединено с двумя насосами 105 или выходными патрубками насоса. Датчики и/или котроллер двигателя (не показан) электродвигателей 31 предоставляют информацию о режиме работы приводных устройств 103. В случае, показанном на этом чертеже, первое приводное устройство А (обозначено сплошной линией) изменяет свою характеристику ускорения в пределах хода за время t. Причиной подобного изменения может быть изменение в закачиваемой среде, а также другие внешние или внутренние причины. Второе приводное устройство В (обозначено пунктирной линией) адаптируется к этому изменению для сохранения постоянной суммарной скорости (сравните с непрерывной горизонтальной кривой). Таким образом, во время t_1 оно меняет свое замедление, в соответствии со сниженным ускорением первого приводного устройства А.

Следует отметить, что в пределах рабочих режимов приводных устройств кривые могут быть более или менее произвольными, одновременно сохраняя постоянную сумму их скоростей.

На фиг. 20 видно, что кривая первого приводного устройства А не достигает своей заданной верхней точки $^1/_4$ цикла. Однако приводное устройство выполнено таким образом, что кривая, тем не менее, достигает заданной нижней точки $^1/_2$ цикла. Аналогичные результаты получены применительно к кривой второго приводного устройства В.

После точки во времени, равной $^1/_2$ цикла, ускорение второго приводного устройства В снижается и, соответственно, снижается ускорение первого приводного устройства А. Тем не менее, его суммарная скорость остается прежней. Следует заметить, что площадь под кривой скорости в пределах одного направленного хода представляет собой длину хода поршня для этого хода поршня.

Ускорение/замедление, являющиеся ограничивающими факторами представлены здесь темпом возрастания или уменьшения линейных кривых.

На фиг. 21 изображен дополнительный вариант выполнения приводного устройства 11, выполненного в соответствие с изобретением. В данном варианте выполнения имеется сцепляющий механизм 145 и линейная направляющая 135, описанные подробнее со ссылкой на фиг. 12. Кроме того, предусмотрена пружина 204, выполненная с возможностью уменьшения возможного неконтролируемых избыточных прямолинейных перемещений штока 23 поршня.

На фиг. 22 более подробно описано действие пружины 204. Пружина 204 выполнена с возможностью скольжения относительно первой втулки 203. Кроме того, вторая втулка 202 может скользить относительно корпуса 219. Если, как показано на фиг. 22, шток 223 поршня все время движется к крайнему правому положению, то кольцо 201 прижимается к первой втулке 203, которая, с помощью второй втулки 202, воздействует на пружину 204.

Если, как показано на фиг. 22, шток 223 поршня все время движется к крайнему левому положению, край 8 штока 223 поршня вынужденно прижимается к краю 209 первой втулки 203, заставляя первую втулку 203 обеспечивать силу растяжения, совершающую сжатие пружины 204 справа. Пружина 204 сжимается вплотную к корпусу 219. Характеристики пружины 204 преимущественно можно адаптировать к заданному тормозному пути.

Путем использования пружины 204 достигается компактная конструкция, с целью уменьшения нерегулируемого или избыточного перемещения штока 23 поршня в обоих направлениях. Пружина 204 может иметь разное конструктивное исполнение, например, тарельчатой пружины.

Приводное устройство, выполненное в соответствии с изобретением, может преимущественно создавать повышенное давление до 90 бар при мощности 3000 л/мин. Как правило, приводное устройство может создавать повышенное давление даже до 120 бар при мощности 4000 л/мин.

Следует отметить, что возможны дополнительные варианты выполнения изобретения. Объем изобретения ограничен формулой изобретения, причем специалист в данной области техники может выполнить многочисленные изменения вышеупомянутых иллюстративных примеров, не выходя за пределы объема изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

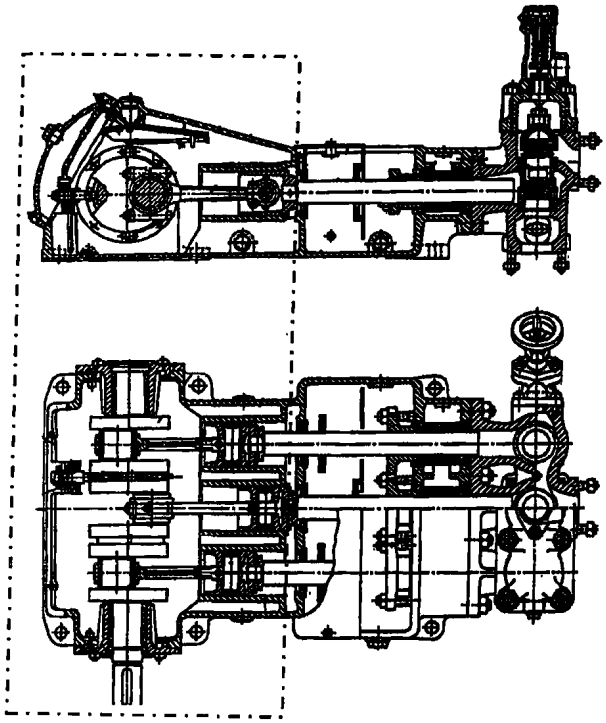
1. Приводное устройство (11) для насоса, компрессора или аналогичного устройства, выполненное с возможностью обеспечения переменного давления по меньшей мере в двух камерах (27a, 27b, 27', 27"), таких как камеры насоса или компрессора, вследствие возвратно-поступательного перемещения стержня (23), который на каждом своем конце соединен с соответствующей подвижной поверхностью камеры давления, являющейся поршнем (21a, 21b), и который закреплен в корпусе (19) с возможностью совершения возвратно-поступательного перемещения, причем приводное устройство дополнительно содержит электродвигатель (31), выполненный с возможностью обеспечения возвратно-поступательного перемещения стержня (23), отличающееся тем, что

указанный электродвигатель является роторным электродвигателем (31), указанный стержень проходит через ротор (31b) электродвигателя (31) и между стержнем и ротором двигателя функционально присоединено средство (33) преобразования вращательного перемещения в прямолинейное перемещение с обеспечением преобразования вращательного перемещения ротора в прямолинейное перемещение

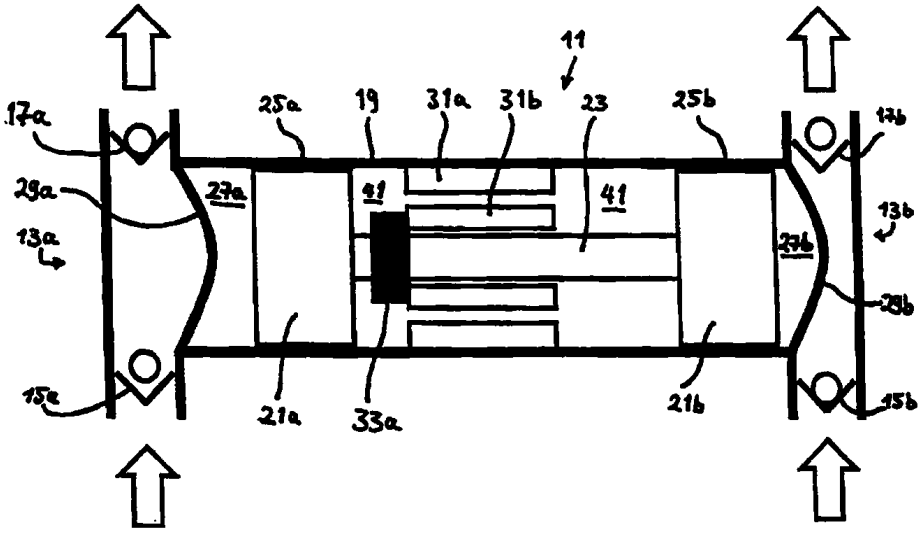
стержня, и

ротор (31b) электродвигателя (31) и средство (33) преобразования вращательного перемещения в прямолинейное перемещение расположены в камере (41) для текучей среды, ограниченной, по меньшей мере, указанным корпусом (19) и указанными поршнями (21a, 21b) и наполненной жидкостью, которая протекает мимо ротора электродвигателя при возвратно-поступательном перемещении стержня.

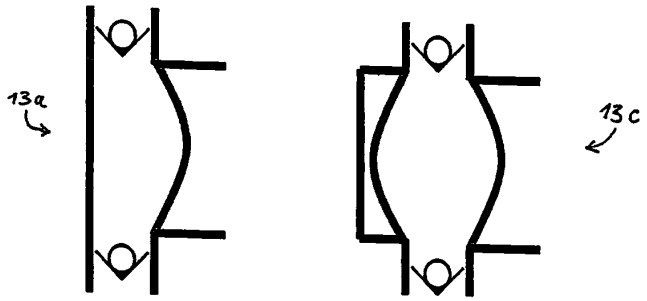
2. Приводное устройство по п.1, отличающееся тем, что жидкость в камере (41) для текучей среды находится под давлением более высоким, чем давление на противоположных сторонах поршней (21a, 21b).



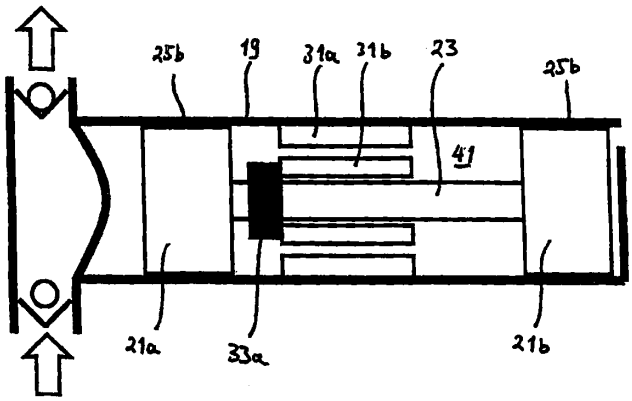
Фиг. 1



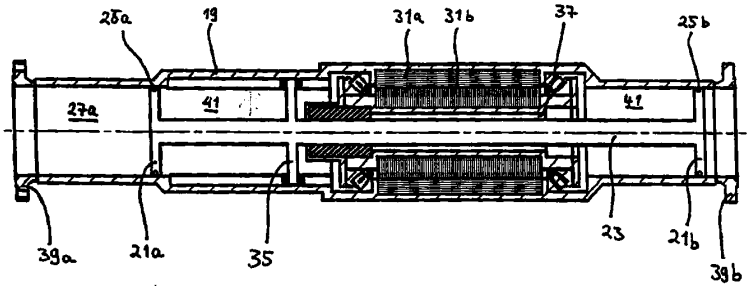
Фиг. 2



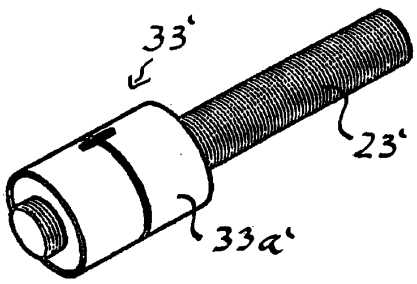
Фиг. 3



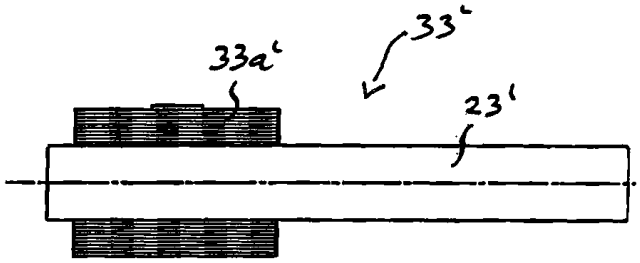
Фиг. 4



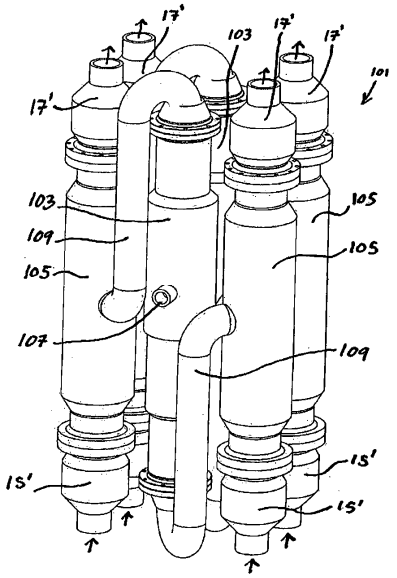
Фиг. 5



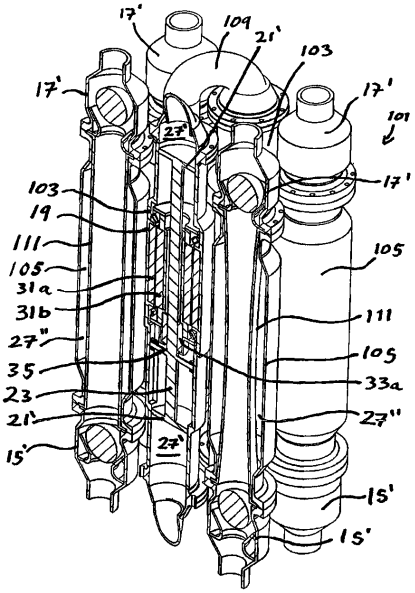
Фиг. 6



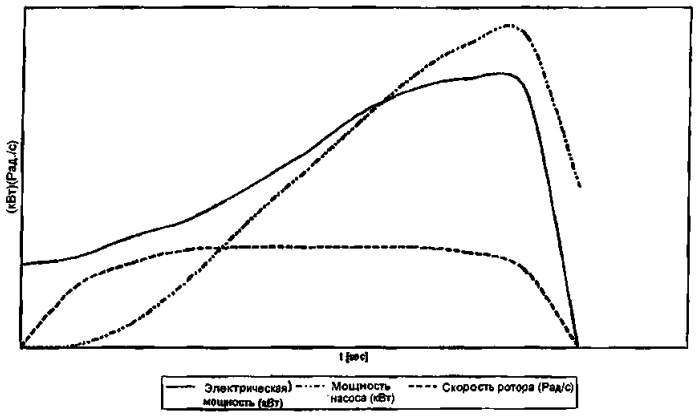
Фиг. 7



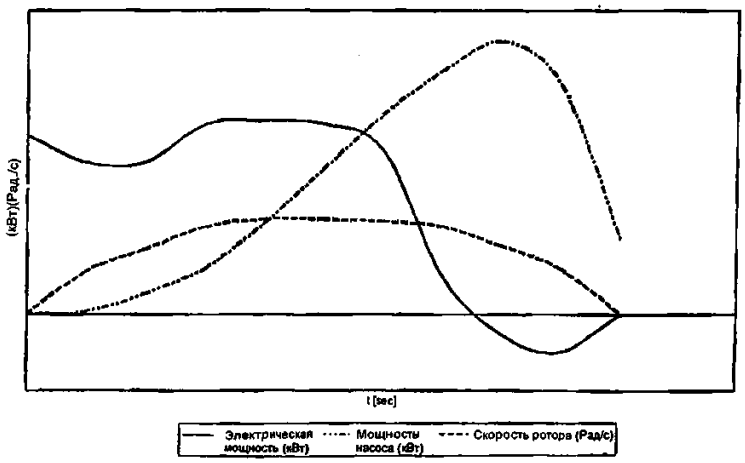
Фиг. 8



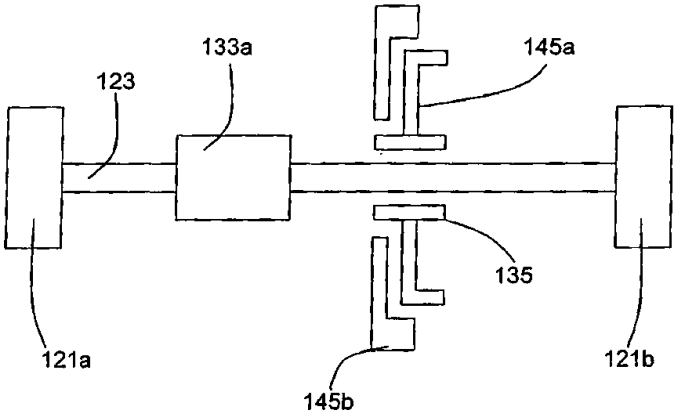
Фиг. 9



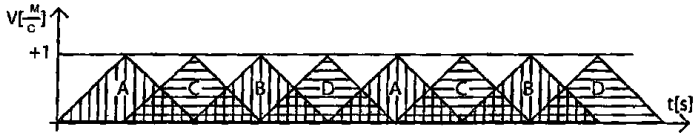
Фиг. 10



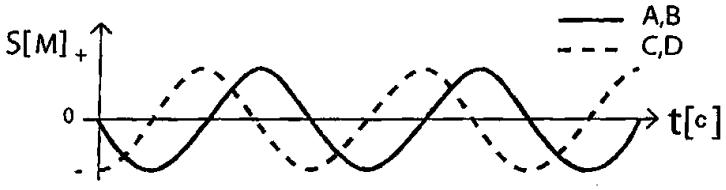
Фиг. 11



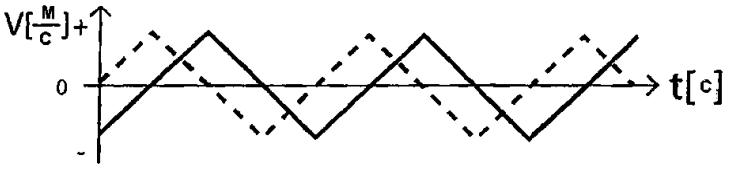
Фиг. 12



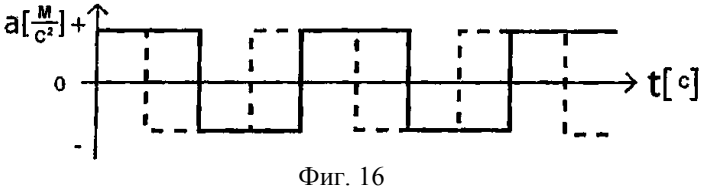
Фиг. 13



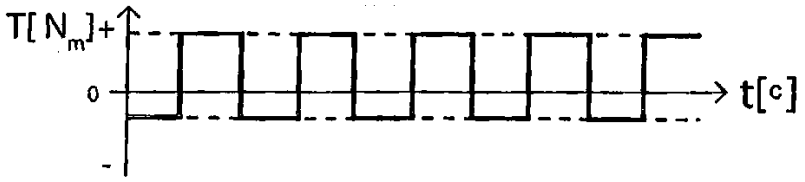
Фиг. 14



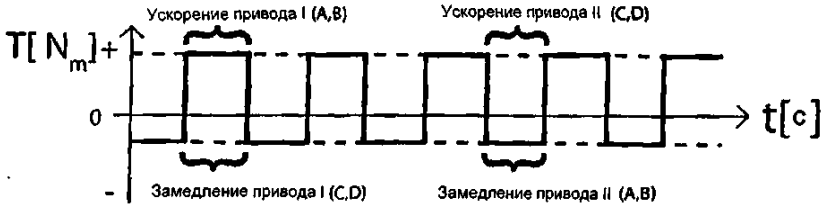
Фиг. 15



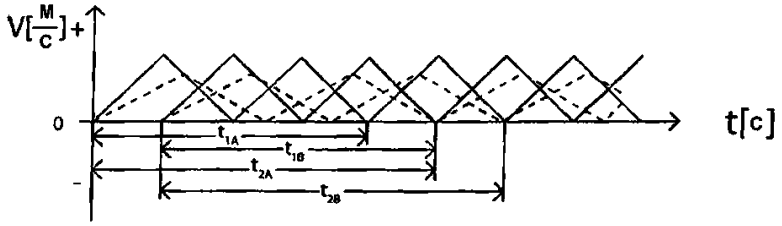
Фиг. 16



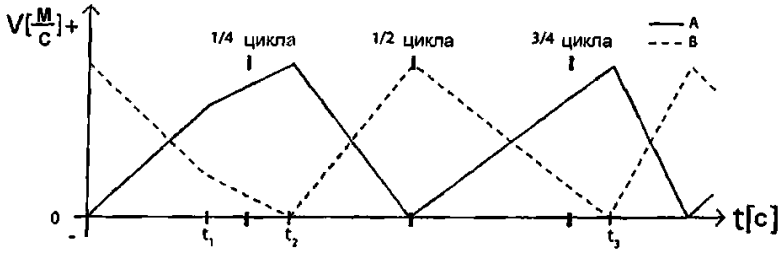
Фиг. 17



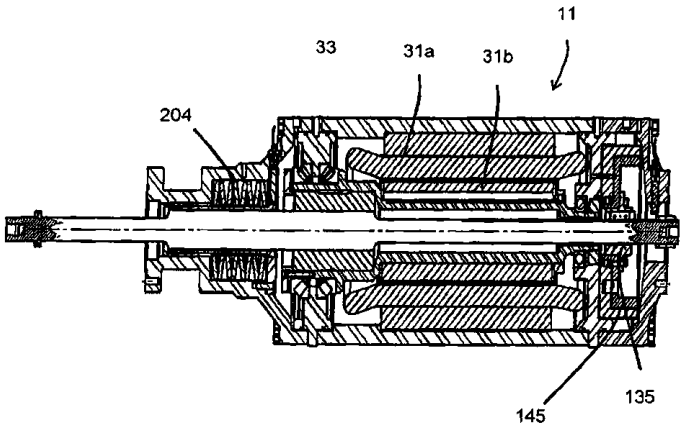
Фиг. 18



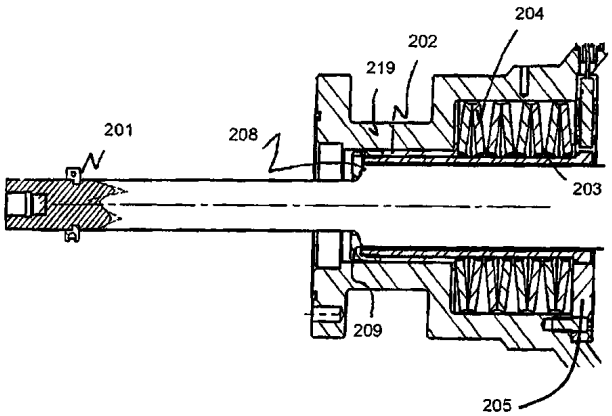
Фиг. 19



Фиг. 20



Фиг. 21



Фиг. 22