

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 20692

(13) С1

(46) 2016.12.30

(51) МПК

F 04B 1/14 (2006.01)

(54)

## АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВОЙ НАСОС

(21) Номер заявки: а 20131197

(22) 2013.10.15

(43) 2015.06.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Котлобай Анатолий Яковлевич; Котлобай Андрей Анатольевич; Тамело Владимир Федорович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 3993 U, 2007.

ВУ а 20111501, 2013.

ВУ 5483 U, 2009.

ВУ 1850 U, 2005.

RU 2133376 C1, 1999.

SU 1011892 A, 1983.

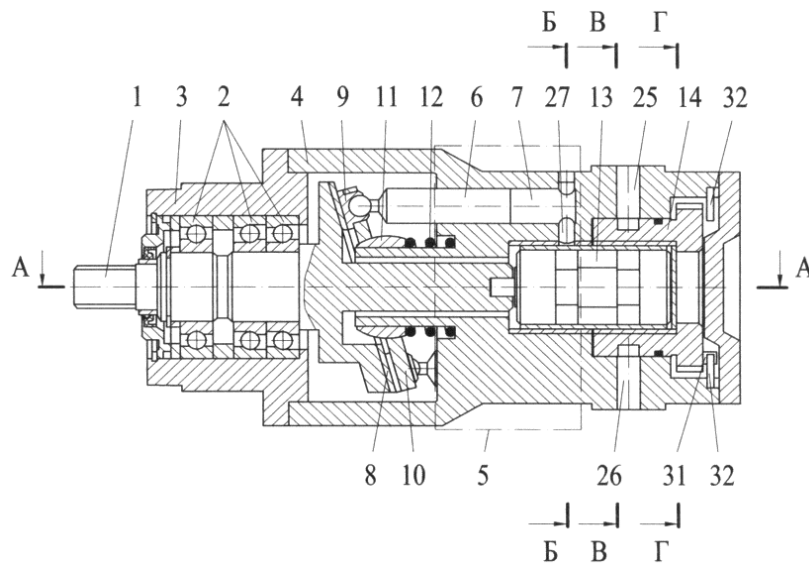
SU 1537889 A1, 1990.

DE 3928006 A1, 1990.

CN 2654897 Y, 2004.

(57)

Аксиально-поршневой насос, содержащий корпус, ведущий вал с наклонной шайбой, неподвижный блок цилиндров с поршнями, взаимосвязанными с упомянутой шайбой и образующими рабочие полости; гидрораспределитель с ротором, взаимосвязанным с упомянутым ведущим валом и выполненным с двумя группами диаметрально противоположных сегментных пазов, связанных попарно каналами, причем полости сегментных пазов первой группы соединены соответствующими радиальными каналами, выполненными в упомянутом блоке цилиндров, с его рабочими полостями, полости сегментных пазов второй группы соединены с подводящим и отводящим рабочую жидкость каналами насоса через соответствующие радиальные каналы, выполненные в распределительной втулке,



Фиг. 1

ВУ 20692 С1 2016.12.30

и секторные канавки, выполненные на наружной ее поверхности, причем упомянутая распределительная втулка установлена в корпусе насоса с возможностью поворота от нейтрального своего положения на угол  $90^\circ$  по часовой стрелке или против часовой стрелки относительно оси насоса, ротор гидрораспределителя установлен в корпусе насоса неподвижно в осевом направлении, а сегментные пазы двух групп выполнены с равными центральными углами.

---

Изобретение относится к гидромашиностроению и может быть использовано в объемном гидроприводе ходового и технологического оборудования технологических машин.

Известен аксиально-поршневой насос, содержащий приводной вал с наклонной шайбой, неподвижный блок цилиндров с поршнями, взаимодействующими с наклонной шайбой и образующими рабочие полости, гидрораспределитель с ротором, установленным в распределительной втулке, приводимым во вращение от приводного вала, оснащенным двумя диаметрально противоположными сегментными пазами, полости которых связаны с подводящим и отводящим каналами насоса и рабочими полостями цилиндров блока [1].

Известный аксиально-поршневой насос обладает рядом положительных качеств: высокое рабочее давление; быстроходность; компактность, малые габаритные размеры и масса; высокие значения объемного и общего КПД.

Недостатками известного аксиально-поршневого насоса являются ограниченные функциональные возможности. Это объясняется тем, что аксиально-поршневой насос данной конструктивной схемы не имеет возможности изменения рабочего объема, необходимой для оптимизации режимов работы систем приводов технологического и ходового оборудования.

Известен аксиально-поршневой насос, содержащий ведущий вал с наклонной шайбой, неподвижный блок цилиндров с поршнями, взаимодействующими с наклонной шайбой и образующими рабочие полости, гидрораспределитель с ротором, приводимым во вращение от вала насоса, оснащенным двумя группами сегментных пазов с полостями, связанными с рабочими полостями блока цилиндров, и распределительной втулкой, установленной в корпусе насоса и связывающей полости сегментных пазов с подводящим и отводящим каналами насоса [2].

Известный аксиально-поршневой насос имеет переменный рабочий объем и может использоваться в гидросистемах приводов технологического и ходового оборудования с переменными режимами нагружения агрегатов.

Недостатками известного аксиально-поршневого насоса являются ограниченные функциональные возможности и сложность конструкции.

Ограниченные функциональные возможности объясняются тем, что насос не обеспечивает реверсирование потока рабочей жидкости, используемое в насосах привода ходового оборудования технологических машин для обеспечения прямого и обратного хода. Сложность конструкции объясняется тем, что для обеспечения возможности изменения рабочего объема насоса необходимо наличие гидромеханической системы управления положением гидрораспределителя, предполагающей наличие отдельного насоса и распределяющей аппаратуры.

Задачей изобретения является расширение функциональных возможностей и упрощение конструкции аксиально-поршневого насоса.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в аксиально-поршневом насосе, содержащем корпус, ведущий вал с наклонной шайбой, неподвижный блок цилиндров с поршнями, взаимосвязанными с упомянутой шайбой и образующими рабочие полости; гидрораспределитель с ротором, взаимосвязанным с упомянутым ведущим валом и выполненным с двумя группами диаметрально противоположных сегментных пазов, связанных попарно каналами, причем полости сегментных пазов первой группы соединены

соответствующими радиальными каналами, выполненными в упомянутом блоке цилиндров, с его рабочими полостями, полости сегментных пазов второй группы соединены с подводным и отводящим рабочую жидкость каналами насоса через соответствующие радиальные каналы, выполненные в распределительной втулке, и секторные канавки, выполненные на наружной ее поверхности, причем упомянутая распределительная втулка установлена в корпусе насоса с возможностью поворота от нейтрального своего положения на угол  $90^\circ$  по часовой стрелке или против часовой стрелки относительно оси насоса, ротор гидрораспределителя установлен в корпусе насоса неподвижно в осевом направлении, а сегментные пазы двух групп выполнены с равными центральными углами.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения расширяют функциональные возможности аксиально-поршневого насоса за счет обеспечения возможности реверсирования потока рабочей жидкости и упрощают конструкцию аксиально-поршневого насоса за счет использования малоэнергоемкой электромеханической системы управления гидрораспределителем, обеспечивающей стабильные параметры работы насоса в широком диапазоне нагрузок.

На фиг. 1 представлен продольный разрез аксиально-поршневого насоса; на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - разрез Б-Б на фиг. 1; на фиг. 4 - разрез В-В на фиг. 1; на фиг. 5 - разрез Г-Г на фиг. 1.

Аксиально-поршневой насос включает ведущий вал 1, установленный в подшипниковом узле 2 передней крышки 3 корпуса 4 насоса. В корпусе 4 насоса образован неподвижный блок цилиндров 5. Поршни 6 образуют рабочие полости 7. Поршни 6 прижимаются к поверхности шайбы 8, выполненной заодно с валом 1, с помощью бронзовых башмаков 9, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 10, сферической втулки 11 и пружины 12.

Гидрораспределитель состоит из ротора 13, установленного в корпусе 4 насоса, и поворотной распределительной втулки 14. Ротор 13 соединен с валом 1 муфтой. На роторе 13 выполнены две группы диаметрально противоположных сегментных пазов с центральными углами, составляющими  $180^\circ$ : 15, 16 и 17, 18. Продольная плоскость сегментных пазов совпадает с плоскостью наклона шайбы 8. Сегментные пазы 15, 16 и 17, 18 связаны попарно каналами 19, 20. На наружной поверхности распределительной втулки 14 образованы две секторные канавки 21, 22. Полости секторных канавок 21, 22 связаны радиальными каналами 23, 24 в распределительной втулке 14 с полостями сегментных пазов 17, 18 и с каналами 25, 26, образованными в корпусе 4 насоса. Каждый из каналов 25, 26 может быть подводным и отводящим в зависимости от режима работы насоса.

Рабочие полости 7 блока цилиндров 5 насоса связаны радиальными каналами 27, выполненными в блоке цилиндров 5 насоса с полостями сегментных пазов 15, 16.

Для обеспечения поворота распределительная втулка 14 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 28 червячного зацепления распределительной втулки 14 установлен в подшипниковых узлах 29 корпуса 4 насоса. Привод червяка 28 осуществляется автономным двигателем 30. Для ограничения угла поворота распределительная втулка 14 оснащена упором 31, взаимодействующим в крайних положениях с ограничителями 32.

Радиальные каналы 27 закрыты технологическими заглушками.

Аксиально-поршневой насос работает следующим образом.

При работе аксиально-поршневого насоса вал 1 вращается (по часовой стрелке) от двигателя (не показан) и приводит во вращение наклонную шайбу 8. Наклонная шайба 8 приводит в движение с помощью прижимного диска 10, сферической втулки 11, пружины 12, бронзовых башмаков 9 поршни 6, совершающие возвратно-поступательное движение в блоке цилиндров 5.

При движении поршней 6 в блоке цилиндров 5 объем рабочих полостей 7 изменяется. Сегментные пазы 15, 16, связанные с рабочими полостями 7, ориентированы относительно плоскости наклона шайбы 8 таким образом, что полость сегментного паза 16 будет свя-

## ВУ 20692 С1 2016.12.30

зана с полостями 7 цилиндров, поршни 6 которых совершают движение наружу, а полость сегментного паза 15 - с полостями 7 цилиндров, поршни 6 которых совершают движение внутрь блока цилиндров 5.

При повороте распределительной втулки 14 относительно оси насоса изменяется положение сегментных пазов 17, 18, а также 15, 16 относительно каналов 25, 26.

В нейтральном положении распределительной втулки 14 (фиг. 4) рабочие полости 7 цилиндров, поршни которых совершают движение наружу блока цилиндров 5, связаны с каналами 25, 26 половину хода поршней 6. Аналогично рабочие полости 7 цилиндров, поршни которых совершают движение внутрь блока цилиндров 5, связаны с каналами 26, 25 половину хода поршней 6. При движении поршней 6 внутрь блока цилиндров 5 рабочая жидкость первую половину хода каждого поршня 6 поступает из канала 26 в полость секторной канавки 22 и через канал 24 в полость сегментного паза 18. Вторую половину хода каждого поршня 6 рабочая жидкость поступает из канала 25 в полость секторной канавки 21 и через канал 23 в полость сегментного паза 18. Из полости сегментного паза 18 рабочая жидкость по каналу 20 поступает в полость сегментного паза 16 и по радиальным каналам 27 в рабочие полости 7 блока цилиндров 5. При выдвигании поршней 6 из блока цилиндров 5 рабочая жидкость через радиальные каналы 27 поступает в полость сегментного паза 15 и по каналу 19 в полость сегментного паза 17. Из полости сегментного паза 17 рабочая жидкость первую половину хода каждого поршня 6 поступает через канал 23 в полость секторной канавки 21 и канал 25, а вторую половину хода каждого поршня 6 рабочая жидкость через канал 24 поступает в полость секторной канавки 22 и канал 26. Каждый поршень 6 работает обе половины своего хода в разных фазах, т.е. всасывает рабочую жидкость в процессе всасывания из разных каналов и нагнетает рабочую жидкость в процессе нагнетания в разные каналы. Эквивалентный рабочий объем насоса, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров минимальный, нулевой. Подача рабочей жидкости насоса минимальная - нулевая.

При повороте распределительной втулки 14 относительно нейтрального положения на  $90^\circ$  по часовой стрелке рабочие полости 7 цилиндров, поршни которых совершают движение наружу блока цилиндров 5, связаны с каналом 25, а цилиндров, поршни которых совершают движение внутрь блока цилиндров 5 - с каналом 26. При движении поршней 6 внутрь блока цилиндров 5 рабочая жидкость поступает из канала 26 в полость секторной канавки 22 и через канал 24 в полость сегментного паза 18. Из полости сегментного паза 18 рабочая жидкость по каналу 20 поступает в полость сегментного паза 16 и по радиальным каналам 27 в рабочие полости 7 блока цилиндров 5. При выдвигании поршней 6 из блока цилиндров 5 рабочая жидкость через радиальные каналы 27 поступает в полость сегментного паза 15 и по каналу 19 в полость сегментного паза 17. Из полости сегментного паза 17 рабочая жидкость поступает через канал 23 в полость секторной канавки 21 и канал 25. Каждый цилиндр насоса полный ход поршня работает в одной фазе, т.е. всасывает рабочую жидкость из канала 26 и подает ее в канал 25. Эквивалентный рабочий объем насоса, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров, максимальный. Подача рабочей жидкости насоса максимальная.

При повороте распределительной втулки 14 относительно нейтрального положения на  $90^\circ$  против часовой стрелки рабочие полости 7 цилиндров, поршни которых совершают движение наружу блока цилиндров 5, связаны с каналом 26, а цилиндров, поршни которых совершают движение внутрь блока цилиндров 5 - с каналом 25. При движении поршней 6 внутрь блока цилиндров 5 рабочая жидкость поступает из канала 25 в полость секторной канавки 21 и через канал 23 в полость сегментного паза 18. Из полости сегментного паза 18 рабочая жидкость по каналу 20 поступает в полость сегментного паза 16 и по радиальным каналам 27 в рабочие полости 7 блока цилиндров 5. При выдвигании поршней 6 из блока цилиндров 5 рабочая жидкость через радиальные каналы 27 поступает в полость сегментного паза 15 и по каналу 19 в полость сегментного паза 17. Из полости

## ВУ 20692 С1 2016.12.30

сегментного паза 17 рабочая жидкость поступает через канал 24 в полость секторной канавки 22 и канал 26. Каждый цилиндр насоса полный ход поршня работает в одной фазе, т.е. всасывает рабочую жидкость из канала 25 и подает ее в канал 26. Эквивалентный рабочий объем насоса, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров, максимальный. Подача рабочей жидкости насоса максимальная.

При повороте распределительной втулки 14 на  $90^\circ$  от нейтрального положения по часовой стрелке и против посредством двигателя 30 и червяка 28 обеспечивается реверсирование подачи насоса при изменении ее от нулевого до максимального значений. Упор 31 и ограничители 32 обеспечивают крайние положения распределительной втулки 14. Червячная передача самотормозящаяся и обеспечивает стабильное положение распределительной втулки 14 и параметры насоса. Для реализации необходимого промежуточного значения эквивалентного рабочего объема насоса и его подачи распределительная втулка 14 устанавливается в необходимое промежуточное положение посредством двигателя 30. При этом поршень каждого цилиндра подает рабочую жидкость в напорную магистраль только часть своего хода.

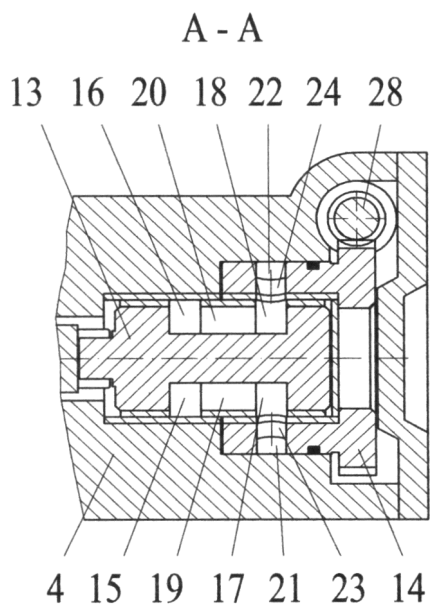
Предлагаемый способ реверсирования и регулирования рабочего объема насоса является малоэнергоёмким. Это объясняется тем, что момент сопротивления повороту распределительной втулки при жидкостном трении незначителен, и с учетом передаточного отношения червячной передачи потребуется применение относительно маломощного двигателя (электродвигателя), существенно понижающего энергоёмкость привода управления. Также распределительная втулка 14 может оснащаться датчиком положения, совмещенным, например, с упором 31, и системой автоматики, обеспечивающей управление двигателем 30. Применение электродвигателей управления обеспечивает большие потенциальные возможности автоматизации системы управления. Это позволит обеспечить необходимые параметры насоса и надежную работу его в гидросистемах приводов технологического и ходового оборудования. Предлагаемый способ реверсирования и регулирования рабочего объема насоса позволяет применять аппаратуру управления малых габаритов с низкими нагрузками.

Таким образом, предлагаемое техническое решение расширяет функциональные возможности аксиально-поршневого насоса за счет обеспечения возможности реверсирования потока рабочей жидкости и упрощает конструкцию аксиально-поршневого насоса за счет использования малоэнергоёмкой электромеханической системы управления гидрораспределителем, обеспечивающей стабильные параметры работы насоса в широком диапазоне нагрузок.

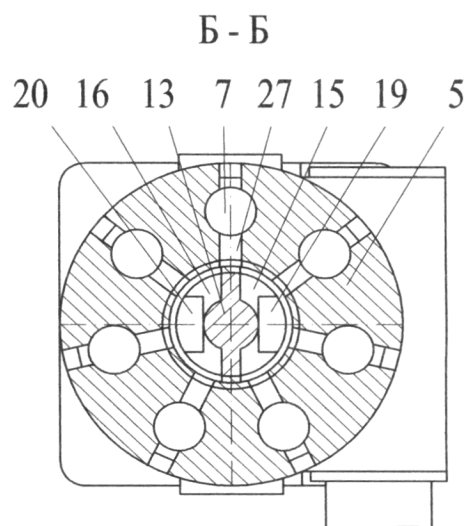
Источники информации:

1. Патент РБ 3838, МПК (2006) F 15B 11/00, 2007.
2. Патент РБ 3993, МПК (2006) F 15B 11/00, 2007.

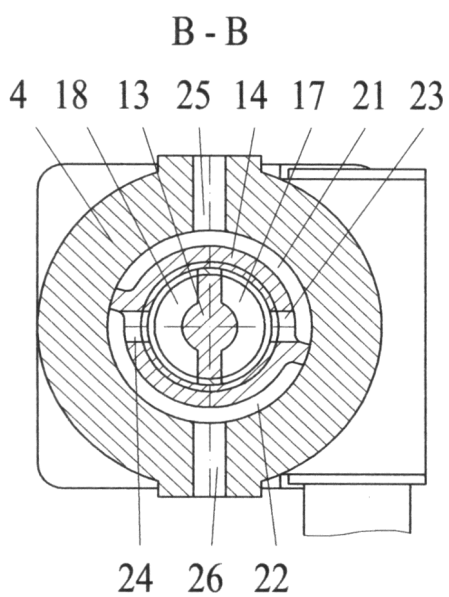
# BY 20692 C1 2016.12.30



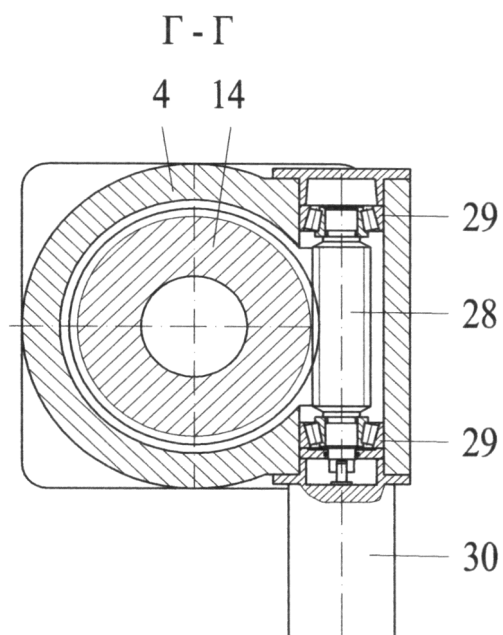
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5