

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **20156**

(13) **С1**

(46) **2016.06.30**

(51) МПК

*F 04B 1/22* (2006.01)

*F 15B 11/22* (2006.01)

(54)

**АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВАЯ ГИДРОМАШИНА**

(21) Номер заявки: а 20130062

(22) 2013.01.18

(43) 2014.08.30

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

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

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

(56) ВУ 3838 U, 2007.

ВУ 14932 С1, 2011.

ВУ 15486 С1, 2012.

RU 2232290 С1, 2004.

RU 66448 U1, 2007.

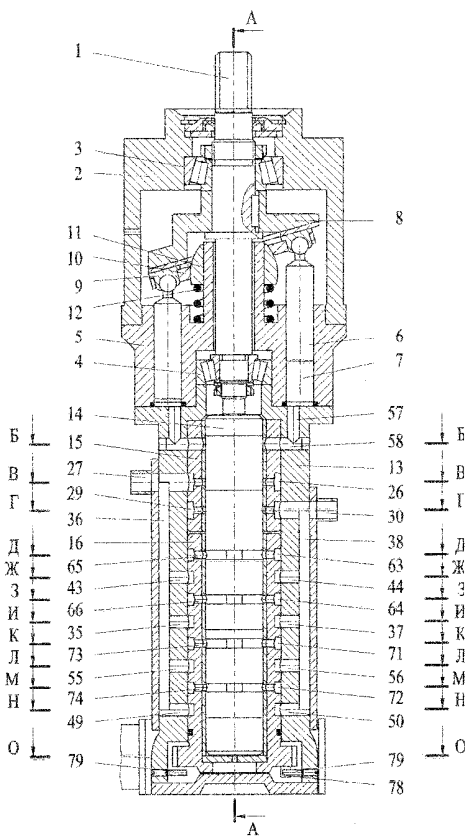
UA 89298 С2, 2010.

EP 0976912 A2, 2000.

DE 102010005429 A1, 2011.

(57)

Аксиально-поршневая гидромашина, содержащая корпус, в котором в подшипниках установлен вал с наклонно закрепленной на нем шайбой, к поверхности которой посредством бронзовых башмаков, завальцованных на их сферических головках, прижимного



Фиг. 1

**ВУ 20156 С1 2016.06.30**

диска, сферической втулки и пружины прижаты поршни неподвижного блока цилиндров, образующие рабочие полости; гидрораспределитель, который содержит корпус, закрепленный на блоке цилиндров, ротор, соединенный с валом муфтой и установленный в основной неподвижной и дополнительной поворотной распределительных втулках корпуса гидрораспределителя соосно с валом гидромашины; на роторе выполнены первая основная группа, вторая и третья дополнительные группы диаметрально противоположных сегментных пазов с одинаковыми центральными углами, равными  $180^\circ$ ; продольная плоскость сегментных пазов всех групп совпадает с плоскостью наклона шайбы гидромашины; причем полости сегментных пазов первой основной группы связывают рабочие полости цилиндров блока с подводящим и отводящим каналами гидромашины через радиальные каналы и кольцевые канавки на наружной поверхности распределительной втулки, а полости сегментных пазов второй и третьей дополнительных групп связывают рабочие полости двух диаметрально противоположных цилиндров блока с подводящим и отводящим каналами гидромашины через радиальные каналы и секторные канавки на наружной поверхности дополнительной распределительной втулки, установленной в корпусе гидромашины с возможностью поворота относительно оси гидромашины на угол  $0-180^\circ$ ; рабочие полости рядом расположенных цилиндров блока связаны продольными и радиальными каналами с сегментными пазами основной и дополнительных групп ротора гидрораспределителя.

---

Изобретение относится к гидромашиностроению и может быть использовано в объемном гидроприводе машин для перемещения исполнительных органов.

Известна аксиально-поршневая гидромашина, содержащая корпус, в котором в подшипниках установлен вал с наклонно закрепленной на нем шайбой, к поверхности которой посредством бронзовых башмаков, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска, сферической втулки и пружины прижаты поршни неподвижного блока цилиндров, образующие рабочие полости, связанные через гидрораспределитель с подводящими и отводящими каналами [1].

Известная гидромашина может применяться в много моторных приводах при синхронном перемещении рабочих органов без применения дополнительных гидроагрегатов деления потока рабочей жидкости.

Недостатками известной гидромашины являются сложность конструкции и низкая надежность работы. Это объясняется тем, что аксиально-поршневая гидромашина оснащена сложным гидрораспределителем, выполненным в виде одного на каждый цилиндр двухпозиционного гидрораспределителя с золотником, взаимодействующим с кулачком, установленным на приводном валу, и пружинным возвратом. Гидрораспределитель каждого цилиндра включает детали, требующие высокого уровня технологии изготовления. Объединение подводящих и отводящих каналов в группы требует наличия коммуникаций, усложняющих конструкцию гидромашины. Плунжеры гидрораспределителя, имеющие пружинный возврат, при высоких частотах вращения ведущего вала могут отрываться от поверхности кулачка, что приведет к сбою фаз всасывания и нагнетания для каждого цилиндра, увеличению гидравлических сопротивлений в подводящих и отводящих каналах и снижению надежности работы гидромашины.

Известна аксиально-поршневая гидромашина, содержащая корпус, в котором в подшипниках установлен вал с наклонно закрепленной на нем шайбой, к поверхности которой посредством бронзовых башмаков, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска, сферической втулки и пружины прижаты поршни неподвижного блока цилиндров, образующие рабочие полости; гидрораспределитель, который содержит корпус, закрепленный на блоке цилиндров, ротор, соединенный с валом муфтой и установленный в распределительной втулке корпуса гидрораспределителя соосно с валом гид-

ромашины; на роторе выполнены группы диаметрально противоположных сегментных пазов с одинаковыми центральными углами, равными  $180^\circ$ ; продольная плоскость сегментных пазов совпадает с плоскостью наклона шайбы гидромашины; причем полости сегментных пазов связывают рабочие полости цилиндров блока с подводящим и отводящим каналами гидромашины через радиальные каналы и кольцевые канавки на наружной поверхности распределительной втулки [2].

Известное техническое решение упрощает конструкцию аксиально-поршневой гидромашины за счет замены ряда двухпозиционных гидрораспределителей с плунжерами, совершающими возвратно-поступательное движение, гидрораспределителем с одним валом и подшипником скольжения. Уменьшается число деталей гидрораспределителя. Применение цапфенного распределителя с валом, вращающимся от ведущего вала насоса, обеспечивает четкое отработывание фаз всасывания и нагнетания для каждого цилиндра.

Недостатками известной аксиально-поршневой гидромашины являются ограниченные функциональные возможности. Это объясняется тем, что аксиально-поршневая гидромашина данной конструктивной схемы имеет постоянный рабочий объем. Изменение подачи рабочей жидкости в режиме насоса осуществляется установкой в напорной магистрали дросселей и слива части рабочей жидкости в бак гидросистемы. Дроссельное регулирование снижает общий КПД гидромашины.

Задачей изобретения является расширение функциональных возможностей аксиально-поршневой гидромашины.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в аксиально-поршневой гидромашине, содержащей корпус, в котором в подшипниках установлен вал с наклонно закрепленной на нем шайбой, к поверхности которой посредством бронзовых башмаков, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска, сферической втулки и пружины прижаты поршни неподвижного блока цилиндров, образующие рабочие полости; гидрораспределитель, который содержит корпус, закрепленный на блоке цилиндров, ротор, соединенный с валом муфтой и установленный в основной неподвижной и дополнительной поворотной распределительных втулках корпуса гидрораспределителя соосно с валом гидромашины; на роторе выполнены первая основная группа, вторая и третья дополнительные группы диаметрально противоположных сегментных пазов с одинаковыми центральными углами, равными  $180^\circ$ ; продольная плоскость сегментных пазов всех групп совпадает с плоскостью наклона шайбы гидромашины; причем полости сегментных пазов первой основной группы связывают рабочие полости цилиндров блока с подводящим и отводящим каналами гидромашины через радиальные каналы и кольцевые канавки на наружной поверхности распределительной втулки, а полости сегментных пазов второй и третьей дополнительных групп связывают рабочие полости двух диаметрально противоположных цилиндров блока с подводящим и отводящим каналами гидромашины через радиальные каналы и секторные канавки на наружной поверхности дополнительной распределительной втулки, установленной в корпусе гидромашины с возможностью поворота относительно оси гидромашины на угол  $0-180^\circ$ ; рабочие полости рядом расположенных цилиндров блока связаны продольными и радиальными каналами с сегментными пазами основной и дополнительной групп ротора распределителя.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения обеспечивают расширение функциональных возможностей аксиально-поршневой гидромашины за счет регулирования рабочего объема гидромашины без снижения общего КПД гидромашины.

На фиг. 1 представлен продольный разрез аксиально-поршневой гидромашины; 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; на фиг. 6 - разрез Д-Д на фиг. 1; на фиг. 7 - разрез Ж-Ж на фиг. 1; на фиг. 8 - разрез З-З на фиг. 1; на фиг. 9 - разрез И-И на фиг. 1; на фиг. 10 - разрез К-К на фиг. 1; на фиг. 11 - разрез Л-Л на фиг. 1; на фиг. 12 - разрез М-М на фиг. 1; на фиг. 13 - разрез Н-Н на фиг. 1; на фиг. 14 - разрез О-О на фиг. 1.

## ВУ 20156 С1 2016.06.30

Аксиально-поршневая гидромашина включает вал 1, установленный в корпусе 2 гидромашин в подшипниках 3, 4, неподвижный блок цилиндров 5 с четным числом цилиндров. Поршни 6 образуют рабочие полости 7. Поршни 6 прижимаются к поверхности шайбы 8, закрепленной наклонно на валу 1, с помощью бронзовых башмаков 9, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 10, сферической втулки 11 и пружины 12.

Гидрораспределитель состоит из корпуса 13, закрепленного на блоке цилиндров 5, с ротором 14, установленным в основной неподвижной и дополнительной поворотной распределительных втулках 15, 16 корпуса 13 распределителя соосно с валом 1 гидромашин. Ротор 14 соединен с валом 1 муфтой. На роторе 14 выполнены три группы диаметрально противоположных сегментных пазов с одинаковыми центральными углами, составляющими 180°: основной первой группы 17, 18 и 19 и дополнительных второй 20 и 21 и третьей 22 и 23 групп. Продольная плоскость сегментных пазов всех групп совпадает с плоскостью наклона шайбы 8.

Полости сегментных пазов 17, 18 связаны каналом 24. Полость сегментного паза 19 связана каналами 25 с полостью кольцевой канавки 26, образованной на наружной поверхности распределяющей втулки 15, и подводным каналом 27 гидромашин. Полость сегментного паза 18 связана каналами 28 с полостью кольцевой канавки 29, образованной на наружной поверхности распределяющей втулки 15, и отводящим каналом 30 гидромашин.

Полость сегментного паза 21 второй группы пазов связана периодически каналами 31, 32 с полостями диаметрально противоположных секторных канавок 33, 34, образованных на наружной поверхности распределяющей втулки 16, связанных в свою очередь каналами 35, 36 и 37, 38 с подводным 27 и отводящим 30 каналами гидромашин. Полость сегментного паза 20 второй группы пазов связана периодически каналами 39, 40 с полостями диаметрально противоположных секторных канавок 41, 42, образованных на наружной поверхности распределяющей втулки 16, связанных в свою очередь каналами 43, 36 и 44, 38 с подводным 27 и отводящим 30 каналами гидромашин.

Полость сегментного паза 23 третьей группы пазов связана периодически каналами 45, 46 с полостями диаметрально противоположных секторных канавок 47, 48, образованных на наружной поверхности распределяющей втулки 16, связанных в свою очередь каналами 49, 36 и 50, 38 с подводным 27 и отводящим 30 каналами гидромашин. Полость сегментного паза 22 третьей группы пазов связана периодически каналами 51, 52 с полостями диаметрально противоположных секторных канавок 53, 54, образованных на наружной поверхности распределяющей втулки 16, связанных в свою очередь каналами 55, 36 и 56, 38 с подводным 27 и отводящим 30 каналами гидромашин.

Рабочие полости 7 половины диаметрально противоположных цилиндров блока цилиндров 5 связаны посредством продольных 57 и радиальных 58 каналов, выполненных в корпусе 13 гидрораспределителя и распределяющей втулке 15 с полостями сегментных пазов 19, 17 первой группы.

Рабочие полости 7 двух диаметрально противоположных цилиндров блока цилиндров 5 связаны посредством продольных 59, 60 и радиальных 61, 62 каналов, выполненных в корпусе 13 гидрораспределителя с полостями кольцевых канавок 63, 64, образованных на наружной поверхности распределяющей втулки 16. Полости кольцевых канавок 63, 64 связаны каналами 65, 66 с полостями сегментных пазов 20, 21 второй группы.

Рабочие полости 7 двух диаметрально противоположных цилиндров блока цилиндров 5 связаны посредством продольных 67, 68 и радиальных 69, 70 каналов, выполненных в корпусе 13 гидрораспределителя с полостями кольцевых канавок 71, 72, образованных на наружной поверхности распределяющей втулки 16. Полости кольцевых канавок 71, 72 связаны каналами 73, 74 с полостями сегментных пазов 22, 23 третьей группы.

## ВУ 20156 С1 2016.06.30

Продольные каналы 57, 59, 60, 67, 68 ориентированы таким образом, что связывают рабочие полости 7 рядом расположенных цилиндров блока цилиндров 5 с полостями основной и дополнительной групп сегментных пазов ротора 14.

Радиальные каналы 58, 61, 62, 69, 70 закрыты технологическими заглушками.

Распределяющая втулка 16 установлена в корпусе 13 гидрораспределителя с возможностью поворота относительно оси гидромашины на угол 0-180°. Для обеспечения поворота распределяющая втулка 16 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 75 червячного зацепления распределяющей втулки 16 установлен в подшипниковых узлах 76 корпуса 13 гидрораспределителя. Привод червяка 75 осуществляется автономным двигателем 77. Для ограничения угла поворота распределяющая втулка 16 оснащена упором 78, взаимодействующим в крайних положениях с ограничительными штифтами 79 корпуса 13 гидрораспределителя.

Аксиально-поршневая гидромашинка работает следующим образом.

При работе аксиально-поршневой гидромашины в режиме насоса подводящий канал 27 соединяется с баком гидросистемы (не показан), а отводящий канал 30 соединяется с напорной магистралью потребителя. 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 19, 17 первой группы, связанные с рабочими полостями 7 половины цилиндров блока 5 каналами 57, 58, ориентированы относительно плоскости наклона шайбы 8 таким образом, что при вращении вала 1 по часовой стрелке полость сегментного паза 19 будет связана с полостями 7 тех цилиндров, поршни 6 которых совершают движение наружу, а полость сегментного паза 17 - с полостями 7 цилиндров, поршни 6 которых совершают движение внутрь блока цилиндров 5.

При выдвигании поршня 6 первой половины цилиндров блока 5 из блока цилиндров 5 объем рабочей полости 7 увеличивается, рабочая жидкость из бака гидросистемы (не показан) через канал 27, кольцевую канавку 26, каналы 25 поступает в полость сегментного паза 19 и далее, через каналы 58, 57, в рабочую полость 7. При движении поршня 6 первой половины цилиндров блока 5 внутрь блока цилиндров 5 объем рабочей полости 7 уменьшается, рабочая жидкость через каналы 57, 58 поступает в полость сегментного паза 19, и далее, через канал 24 в полость сегментного паза 18, и через каналы 28, кольцевую канавку 29, канал 30 рабочая жидкость поступает в напорную магистраль потребителя.

Рабочая полость 7 каждого второго цилиндра блока цилиндров 5 постоянно связана с полостью одного из сегментных пазов 21, 20, 23, 22 второй и третьей групп, связанных каналами 31, 39, 45, 51 и 32, 40, 46, 52, с подводящим 27 и отводящим 30 каналами гидромашины. При этом рабочие полости 7, связанные с полостями сегментных пазов каждой дополнительной группы диаметрально противоположны. При неизменном геометрическом положении сегментных пазов 21, 20, и 23, 22 относительно плоскости наклона шайбы 8 поворот распределительной втулки 16 относительно оси гидромашины изменяет взаимное положение полостей сегментных пазов 21, 20, 23, 22 и каналов 31, 39, 45, 51 и 32, 40, 46, 52, обеспечивающих связь полостей сегментных пазов 21, 20, 23, 22 с подводящим 27 и отводящим 30 каналами гидромашины.

При положении распределительной втулки 16, представленном на фиг. 7-13, полости сегментных пазов 21, 20, 23, 22 будут связаны с подводящим 27 каналом при движении поршней 6 наружу из блока цилиндров 5 и отводящим 30 каналом при движении поршней 6 внутрь блока цилиндров 5.

При выдвигании поршней 6 второй половины цилиндров блока 5 из блока цилиндров 5 объемы рабочих полостей 7 увеличиваются, рабочая жидкость из бака гидросистемы (не

## ВУ 20156 С1 2016.06.30

показан) через каналы 27, 36, 43, 35, 55, 49, секторные канавки 41, 33, 53, 47, каналы 39, 31, 51, 45 поступает в полости сегментных пазов 20, 21, 22, 23 и через продольные и радиальные каналы 61, 59, 62, 60, 69, 67, 70, 68 поступает в рабочие полости 7. При движении поршней 6 второй половины цилиндров блока 5 внутрь блока цилиндров 5 объемы рабочих полостей 7 уменьшаются, рабочая жидкость через каналы 59, 61, 60, 62, 67, 69, 68, 70 поступает в полости сегментных пазов 20, 21, 22, 23, откуда через каналы 40, 32, 52, 46 - в полости секторных канавок 42, 34, 54, 48 и через каналы 44, 37, 56, 50, 38, 30 - в напорную магистраль потребителя.

Все цилиндры гидромашины работают в одной фазе, т.е. всасывают рабочую жидкость из бака через канал 27 и подают ее в напорную магистраль потребителя через канал 30. Эквивалентный рабочий объем гидромашины, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров, максимальный. При работе гидромашины в режиме насоса подача рабочей жидкости максимальная.

При повороте распределительной втулки 16 на  $180^\circ$  по часовой стрелке посредством двигателя 77 и червяка 75 секторные канавки 41, 33, 53, 47, связанные с каналом 27 и 42, 34, 54, 48, связанные с каналом 30, меняют свое положение относительно плоскости наклона диска 8. Аналогично меняют свое положение каналы 39, 31, 51, 45 и 40, 32, 52, 46, связывающие полости секторных канавок 41, 33, 53, 47 и 42, 34, 54, 48 с полостями сегментных пазов 20, 21, 22, 23. При данном положении распределительной втулки 16 при выдвигании поршней 6 второй половины цилиндров блока 5 из блока цилиндров 5 рабочая жидкость из напорной магистрали потребителя через каналы 30, 38, 44, 37, 56, 50, секторные канавки 42, 34, 54, 48, каналы 40, 32, 52, 46 поступает в полости сегментных пазов 20, 21, 22, 23 и через каналы 61, 59, 62, 60, 69, 67, 70, 68 - в рабочие полости 7. При движении поршней 6 второй половины цилиндров блока 5 внутрь блока цилиндров 5 рабочая жидкость через каналы 59, 61, 60, 62, 67, 69, 68, 70 поступает в полости сегментных пазов 20, 21, 22, 23, откуда через каналы 39, 31, 51, 45 - в полости секторных канавок 41, 33, 53, 47 и через каналы 43, 35, 55, 49, 36, 27 - в бак гидросистемы (не показан).

Каждые два рядом расположенных цилиндра блока гидромашины работают в разных фазах, т.е. половина цилиндров блока цилиндров 5 всасывает рабочую жидкость из бака через канал 27 и подают ее в напорную магистраль потребителя через канал 30, а половина цилиндров блока цилиндров 5 всасывает рабочую жидкость из напорной магистрали потребителя через канал 30 и подают ее в бак гидросистемы через канал 27. Эквивалентный рабочий объем гидромашины, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров, минимальный - нулевой. При работе гидромашины в режиме насоса подача рабочей жидкости минимальная - нулевая.

Упор 78 и ограничительные штифты 79 обеспечивают крайние положения распределительной втулки 16. Червячная передача самотормозящаяся и обеспечивает стабильное положение распределяющей втулки 16 и параметры гидромашины.

Для реализации необходимого промежуточного значения эквивалентного рабочего объема гидромашины распределительная втулка устанавливается в необходимое промежуточное положение посредством двигателя 77.

При работе гидромашины в режиме гидромотора рабочая жидкость подается через канал 27 в рабочие полости 7 цилиндров блока цилиндров 5, как описано выше, поршни 6 перемещаются и, взаимодействуя с наклонным диском 8, поворачивают вал 1. Из рабочих полостей 7 рабочая жидкость сливается через канал 30 в бак гидросистемы, как описано выше.

Предлагаемый способ регулирования рабочего объема гидромашины является малоэнергоемким. 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 энергоемкость привода управления. При-

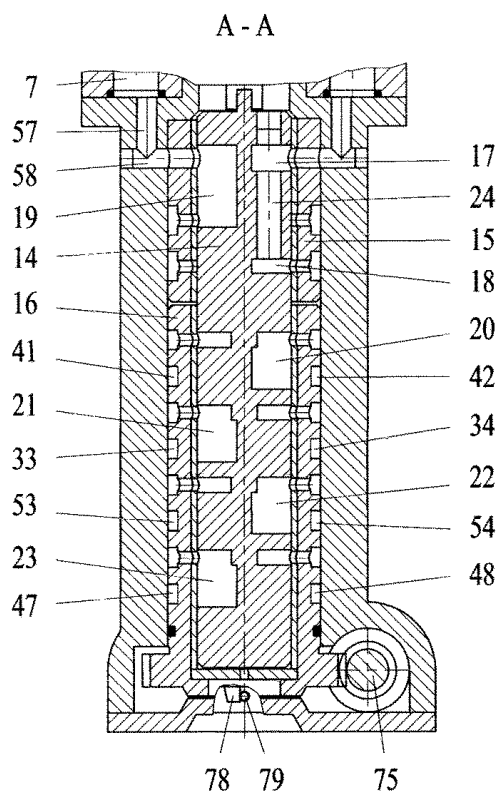
# ВУ 20156 С1 2016.06.30

менение электродвигателей управления обеспечивает большие потенциальные возможности автоматизации системы управления. Предлагаемый способ регулирования рабочего объема гидромашины позволяет применять аппаратуру управления малых габаритов с низкими нагрузками.

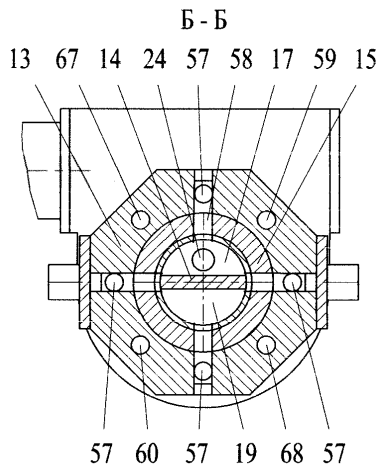
Таким образом, предлагаемое техническое решение обеспечивает расширение функциональных возможностей аксиально-поршневой гидромашины за счет регулирования рабочего объема гидромашины без снижения общего КПД гидромашины.

Источники информации:

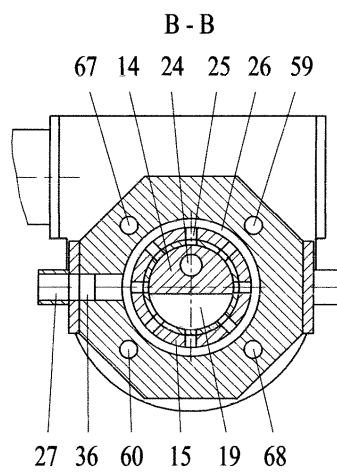
1. Патент РБ 1683, МПК<sup>7</sup> F 15B 11/22, 2004.
2. Патент РБ 3838, МПК (2006) F 15B 11/00, 2007.



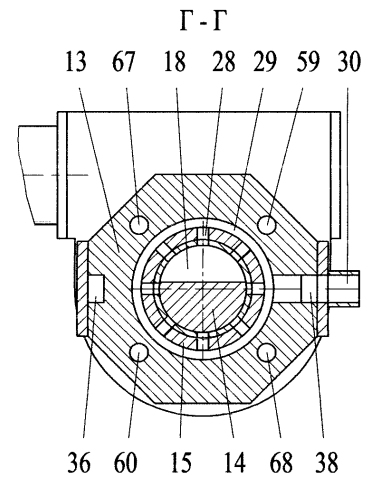
Фиг. 2



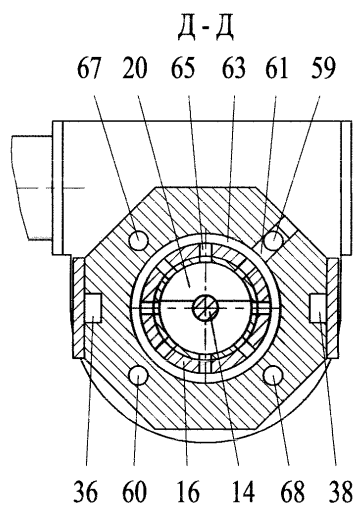
Фиг. 3



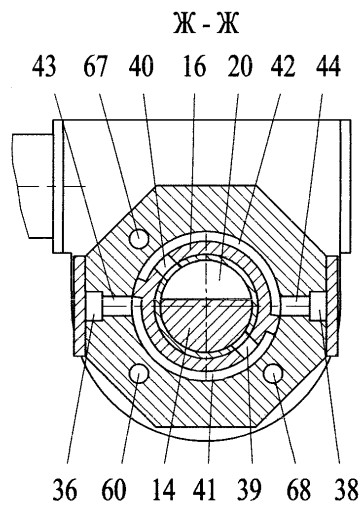
Фиг. 4



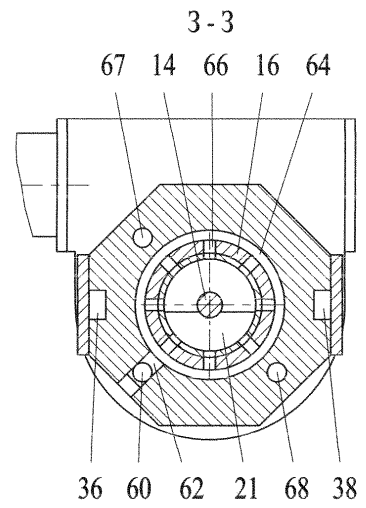
Фиг. 5



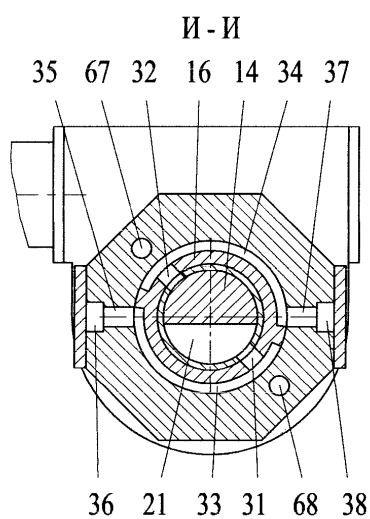
Фиг. 6



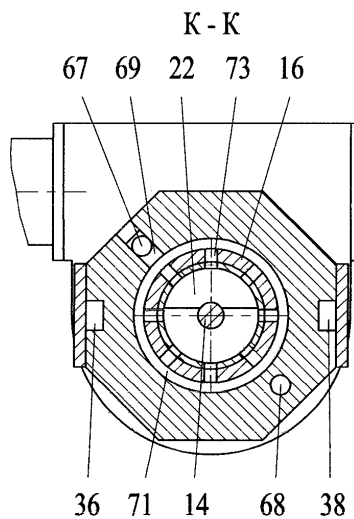
Фиг. 7



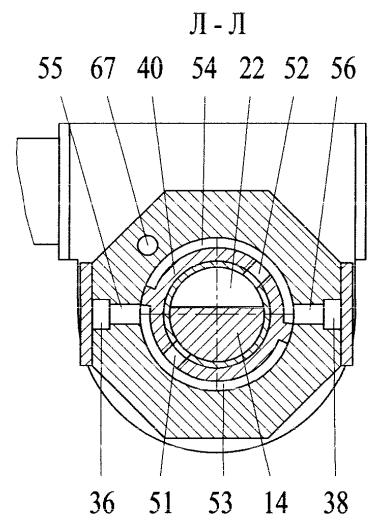
Фиг. 8



Фиг. 9



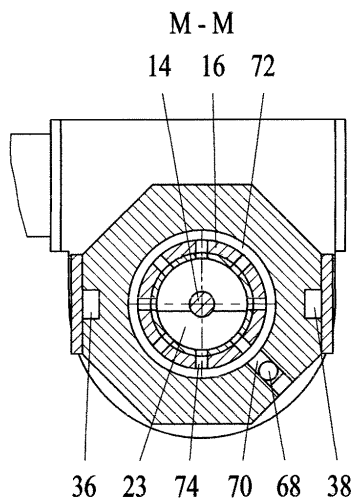
Фиг. 10



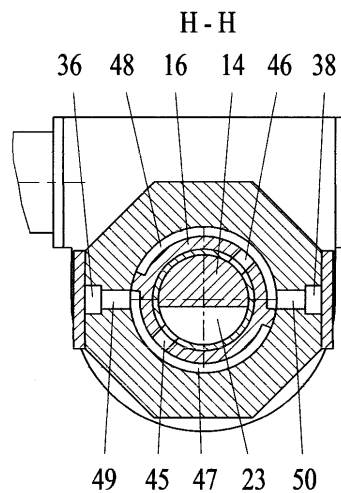
Фиг. 11



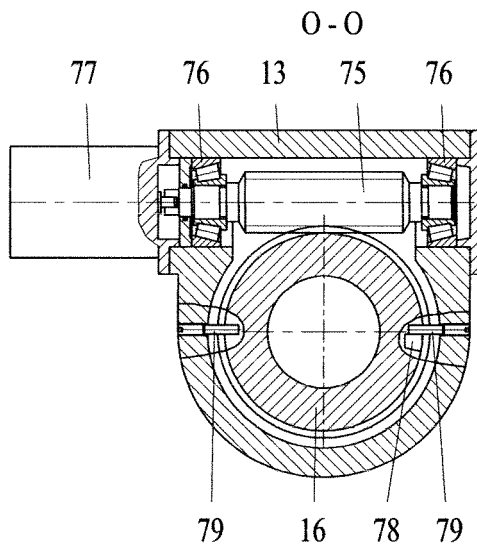
# BY 20156 C1 2016.06.30



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14