

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21749

(13) С1

(46) 2018.04.30

(51) МПК

F 15B 11/22 (2006.01)

(54)

АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВАЯ ГИДРОМАШИНА

(21) Номер заявки: а 20150103

(22) 2015.02.20

(43) 2016.10.30

(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 14932 С1, 2011.

ВУ 6933 U, 2010.

ВУ 3902 U, 2007.

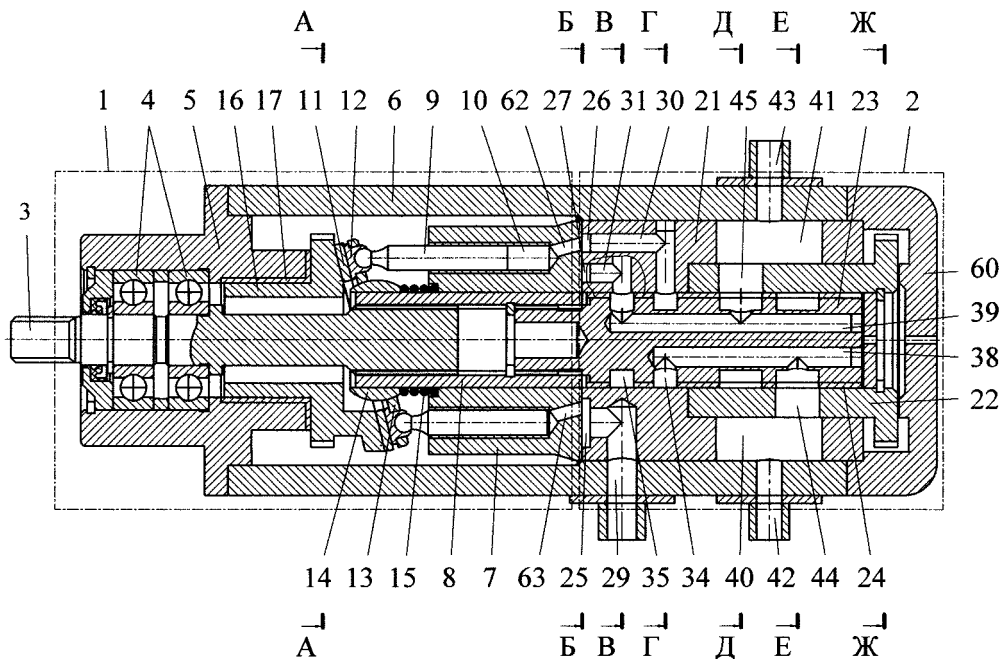
ВУ 3262 U, 2006.

RU 2232290 С1, 2004.

EP 0608144 A2, 1994.

(57)

Аксиально-поршневая гидромашина объемного гидропривода ходового или технологического оборудования, содержащая корпус (6), переднюю крышку (5), в подшипниковом узле (4) которой установлен приводной вал (3), связанный с блоком цилиндров (7), поршни (9) которого, образующие рабочие полости (10), прижаты к наклонной шайбе (11), заднюю крышку (60) и гидрораспределитель, закрепленный в корпусе (6) и связывающий рабочие полости (10) блока цилиндров (7) с всасывающими и напорными каналами, отличающаяся тем, что содержит зубчатое колесо червячного зацепления со ступицей (16),



Фиг. 1

ВУ 21749 С1 2018.04.30

выполненное с возможностью зацепления с червяком (18), установленным в подшипниковых узлах (19) корпуса (6) и соединенным с автономным двигателем (20) для поворота зубчатого колеса червячного зацепления со ступицей (16) относительно оси гидромашины на угол до 90° ; соединенную с приводным валом (3) посредством шлицевого соединения втулку (8), на которой установлен блок цилиндров (7); установленный в передней крышке (5) подшипниковый узел скольжения (17), в котором установлено зубчатое колесо червячного зацепления, на ступице (16) которого закреплена наклонная шайба (11), при этом гидрораспределитель (2) включает закрепленную в корпусе (6) неподвижную распределительную втулку (21), одним торцом опирающуюся на торцевую поверхность блока цилиндров (7) и содержащую связанные каналами (62, 63) с рабочими полостями (10) полукольцевой паз (25), связанный каналами (28, 29) с гидробаком объемного гидропривода ходового или технологического оборудования, и полукольцевые пазы (26, 27), и два диаметрально противоположных сегментных паза (40, 41), выполненных на ее цилиндрической поверхности; установленную в неподвижной распределительной втулке (21) подвижную распределительную втулку (22), содержащую зубчатый венец червячного зацепления, выполненный с возможностью зацепления с червяком (58), установленным в подшипниковых узлах (59) задней крышки (60) и соединенным с автономным двигателем (61) для ее поворота относительно оси гидромашины на угол $\pm 90^\circ$, две группы продольных каналов (44, 45), выполненных на ее цилиндрической поверхности, смещенных вдоль оси на угол 90° ; и установленный во втулке (8) блока цилиндров (7) и расположенный внутри неподвижной (21) и подвижной (22) распределительных втулок с возможностью вращения ротор (23) с втулкой (24), содержащий продольные каналы (38, 39), кольцевые канавки (34, 35, 48, 49), выполненные на его поверхности, и группы радиальных каналов (50, 51, 52, 53 и 54, 55, 56, 57), выполненных на втулке (24) и связанных с группами продольных каналов (44, 45), при этом полукольцевые пазы (26, 27) связаны каналами (30, 31, 32, 33) с кольцевыми канавками (34, 35), соединенными радиальными каналами (36, 37) с продольными каналами (38, 39) ротора (23), связанными радиальными каналами (46, 47) с кольцевыми канавками (48, 49).

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

Известна аксиально-поршневая гидромашина, содержащая приводной вал и связанный с ним блок цилиндров, поршни, взаимодействующие с наклонной шайбой гидромашины, образующие рабочие полости, связанные с двумя полукольцевыми пазами опорно-распределительного диска, соединенными с подводящим и отводящим каналами гидромашины [1].

Известная гидромашина обладает рядом положительных качеств: высокое рабочее давление; быстроходность; компактность; малые габаритные размеры и масса; высокие значения объемного и общего КПД и т.д.

Недостатком известной гидромашины являются ограниченные функциональные возможности. Это объясняется тем, что аксиально-поршневая гидромашина, работая в режиме насоса, обеспечивает один поток рабочей жидкости. Применение гидромашины в много моторных приводах при синхронном перемещении рабочих органов требует применения дополнительных гидроагрегатов деления потока рабочей жидкости, низкая эффективность работы которых ограничивает возможности реализуемых гидросистем, снижает эффективность работы аксиально-поршневой гидромашины.

Известна аксиально-поршневая гидромашина объемного гидропривода ходового или технологического оборудования, содержащая корпус (6), переднюю крышку (5), в подшипниковом узле (4) которой установлен приводной вал (3), связанный с блоком цилиндров (7), поршни (9) которого, образующие рабочие полости (10), прижаты к наклонной шайбе (11), заднюю крышку (60) и гидрораспределитель, закрепленный в корпусе (6) и связывающий рабочие полости (10) блока цилиндров (7) с всасывающими и напорными каналами [2].

Известная гидромашина обеспечивает два потока рабочей жидкости, позволяющих ее применение в двухмоторных приводах при синхронизации движений рабочих органов.

Недостатком известной гидромашины являются ограниченные функциональные возможности. Ограниченные функциональные возможности объясняются тем, что известная двухпоточная гидромашина не обеспечивает возможности регулирования параметров подачи рабочей жидкости по напорным магистралям.

Задачей изобретения является расширение функциональных возможностей аксиально-поршневой гидромашины.

Решение поставленной задачи достигается тем, что аксиально-поршневая гидромашина объемного гидропривода ходового или технологического оборудования, содержащая корпус (6), переднюю крышку (5), в подшипниковом узле (4) которой установлен приводной вал (3), связанный с блоком цилиндров (7), поршни (9) которого, образующие рабочие полости (10), прижаты к наклонной шайбе (11), заднюю крышку (60) и гидрораспределитель, закрепленный в корпусе (6) и связывающий рабочие полости (10) блока цилиндров (7) с всасывающими и напорными каналами, содержит зубчатое колесо червячного зацепления со ступицей (16), выполненное с возможностью зацепления с червяком (18), установленным в подшипниковых узлах (19) корпуса (6) и соединенным с автономным двигателем (20) для поворота зубчатого колеса червячного зацепления со ступицей (16) относительно оси гидромашины на угол до 90° ; соединенную с приводным валом (3) посредством шлицевого соединения втулку (8), на которой установлен блок цилиндров (7); установленный в передней крышке (5) подшипниковый узел скольжения (17), в котором установлено зубчатое колесо червячного зацепления, на ступице (16) которого закреплена наклонная шайба (11), при этом гидрораспределитель (2) включает закрепленную в корпусе (6) неподвижную распределительную втулку (21), одним торцом опирающуюся на торцовую поверхность блока цилиндров (7) и содержащую связанные каналами (62, 63) с рабочими полостями (10) полукольцевой паз (25), связанный каналами (28, 29) с гидробаком объемного гидропривода ходового или технологического оборудования, и полукольцевые пазы (26, 27), и два диаметрально противоположных сегментных паза (40, 41), выполненных на ее цилиндрической поверхности; установленную в неподвижной распределительной втулке (21) подвижную распределительную втулку (22), содержащую зубчатый венец червячного зацепления, выполненный с возможностью зацепления с червяком (58), установленным в подшипниковых узлах (59) задней крышки (60) и соединенным с автономным двигателем (61) для ее поворота относительно оси гидромашины на угол $\pm 90^\circ$, две группы продольных каналов (44, 45), выполненных на ее цилиндрической поверхности, смещенных вдоль оси на угол 90° ; и установленный во втулке (8) блока цилиндров (7) и расположенный внутри неподвижной (21) и подвижной (22) распределительных втулок с возможностью вращения ротор (23) с втулкой (24), содержащий продольные каналы (38, 39), кольцевые канавки (34, 35, 48, 49), выполненные на его поверхности, и группы продольных каналов (50, 51, 52, 53 и 54, 55, 56, 57), выполненных на втулке (24) и связанных с группами продольных каналов (44, 45), при этом полукольцевые пазы (26, 27) связаны каналами (30, 31, 32, 33) с кольцевыми канавками (34, 35), соединенными радиальными каналами (36, 37) с продольными каналами (38, 39) ротора (23), связанными радиальными каналами (46, 47) с кольцевыми канавками (48, 49).

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения расширяют функциональные возможности аксиально-поршневой гидромашины за счет регулирования параметров подачи рабочей жидкости по напорным магистралям.

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 Е-Е на фиг. 1; на фиг. 8 - разрез Ж-Ж на фиг. 1.

Аксиально-поршневая гидромашина состоит из двухпоточной нагнетающей секции 1 и гидрораспределителя 2. Двухпоточная нагнетающая секция 1 аксиально-поршневой гидромашины включает приводной вал 3, установленный в подшипниковом узле 4 передней крышки 5 корпуса 6 аксиально-поршневой гидромашины, блок цилиндров 7 с втулкой 8, установленный по внутренней поверхности втулки 8 на приводном валу 3, связанный посредством шлицевого соединения с приводным валом 3. Блок цилиндров 7 оснащен поршнями 9, образующими рабочие полости 10. Число цилиндров блока цилиндров 7 и поршней 9 четное. Поршни 9 прижимаются к поверхности наклонной шайбы 11 с помощью бронзовых башмаков 12, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 13, сферической втулки 14 и пружины 15.

Наклонная шайба 11 закреплена на ступице 16, установленной в подшипниковом узле скольжения 17 передней крышки 5 корпуса 6 с возможностью поворота относительно оси гидромашины на угол 0-90°. Для обеспечения поворота ступица 16 наклонной шайбы 11 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 18 червячного зацепления ступицы 16 установлен в подшипниковых узлах 19 корпуса 6 аксиально-поршневой гидромашины. Привод червяка 18 осуществляется автономным двигателем 20.

Гидрораспределитель 2 включает неподвижную распределительную втулку 21, подвижную распределительную втулку 22 и ротор 23 с втулкой 24. Неподвижная распределительная втулка 21 закреплена в корпусе 6. Подвижная распределительная втулка 22 установлена по наружной образующей поверхности в неподвижной распределительной втулке 21 с возможностью поворота на угол $\pm 90^\circ$. Ротор 23 с втулкой 24 установлен по наружной образующей поверхности в неподвижной 21 и подвижной 22 распределительных втулках с возможностью вращения и связан с втулкой 8 блока цилиндров 7 шлицевым соединением.

На торцевой поверхности неподвижной распределительной втулки 21 образованы три полукольцевых пазы 25, 26, 27 с центральными углами составляющими $\approx 180^\circ$. Полукольцевые пазы 25 и 26, 27 выполнены диаметрально противоположными. Полость полукольцевого паза 25 связана каналами 28, 29 с баком гидросистемы (не показан).

Полости полукольцевых пазов 26, 27 связаны каналами 30, 31, 32, 33 с полостями кольцевых канавок 34, 35, образованных на поверхности ротора 23. Полости кольцевых канавок 34, 35 соединены радиальными каналами 36, 37 с продольными каналами 38, 39 ротора 23. На цилиндрической поверхности неподвижной распределительной втулки 21 образованы два диаметрально противоположных сегментных паза 40, 41 с центральными углами, составляющими $\approx 180^\circ$, и полостями, связанными с каналами 42, 43 подключения потребителей.

На цилиндрической поверхности подвижной распределительной втулки 22 в зоне сегментных пазов 40, 41 образованы две группы продольных каналов 44, 45, смещенных одна относительно другой на угол 90° и по оси подвижной распределительной втулки 22. Центральные углы групп каналов 44, 45 составляют 90° . Полости продольных каналов 38, 39 связаны радиальными каналами 46, 47 с полостями кольцевых канавок 48, 49, образованных на поверхности ротора 23, и группами радиальных каналов (по четыре канала в группе 50, 51, 52, 53 и 54, 55, 56, 57 втулки 24) с полостями групп продольных каналов 44, 45.

Для обеспечения поворота подвижная распределительная втулка 22 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 58 червячного зацепления подвижной распределительной втулки 22 установлен в подшипниковых узлах 59 задней крышки 60 корпуса 6 аксиально-поршневой гидромашины. Привод червяка 58 осуществляется автономным двигателем 61.

Блок цилиндров 7 опирается торцевой поверхностью на торцевую поверхность неподвижной распределительной втулки 21. Рабочие полости 10 расположенных рядом цилиндров блока 7 связаны каналами 62, 63 с полукольцевыми пазами 25, 26, 27 неподвижной распределительной втулки 21.

Продольные каналы 38, 39 ротора 23 и радиальные каналы 32, 33 неподвижной распределительной втулки 21 закрыты технологическими заглушками. Дренаж утечек рабочей жидкости в бак гидросистемы осуществляется через канал в задней крышке 60 корпуса 6.

Аксиально-поршневая гидромашина работает следующим образом.

При работе аксиально-поршневой гидромашин в режиме двухпоточного насоса приводной вал 3 двухпоточной нагнетающей секции 1 вращается от двигателя (не показан) и приводит во вращение блок цилиндров 7 с поршнями 9 и ротор 23 гидрораспределителя 2 посредством шлицевых соединений втулки 8 с валом 3 и ротором 23.

При вращении блока цилиндров 7 поршни 9 прижимаются к поверхности наклонной шайбы 11 с помощью бронзовых башмаков 12, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 13, сферической втулки 14 и пружины 15 и совершают возвратно-поступательное движение в блоке цилиндров 7. Осевая и радиальная нагрузки наклонной шайбы 11 воспринимаются ступицей 16, установленной в подшипниковом узле 17 передней крышки 5 корпуса 6.

В нейтральном положении наклонной шайбы 11 (фиг. 3) плоскость симметрии полукольцевых пазов 25, 26, 27 перпендикулярна плоскости наклона шайбы 11. Рабочие полости 10 при движении поршней 9 наружу из блока цилиндров 7 (такт всасывания) связаны с каналами 29, 28, полукольцевым пазом 25, каналами 62, 63, с каналами 42, 43, сегментными пазами 40, 41, каналами 44, 45, кольцевыми канавками 48, 49, каналами 38, 39, кольцевыми канавками 34, 35, каналами 32, 33, 30, 31, полукольцевыми пазами 26, 27, каналами 62, 63 половину хода поршней 9. Аналогично, рабочие полости 10 цилиндров, поршни 9 которых совершают движение внутрь блока цилиндров 7 (такт нагнетания), связаны с каналами 62, 63, полукольцевыми пазами 26, 27, каналами 30, 31, 32, 33, кольцевыми канавками 34, 35, каналами 38, 39, кольцевыми канавками 48, 49, каналами 44, 45, сегментными пазами 40, 41, каналами 42, 43, каналами 62, 63, полукольцевым пазом 25, каналами 28, 29 половину хода поршней 9.

При движении поршней 9 наружу из блока цилиндров 7 при повороте приводного вала 3 и блока цилиндров 7 на угол $0-90^\circ$ - первая половина хода поршня 9 при всасывании (ход всасывания поршня 9 осуществляется за 180° поворота приводного вала 3 и блока цилиндров 7), рабочая жидкость поступает из бака (не показан) через каналы 29, 28 в полость полукольцевого паза 25 и по каналам 62, 63 в рабочие полости 10. При повороте приводного вала 3 и блока цилиндров 7 на угол $90-180^\circ$ - вторая половина хода поршня 9 при всасывании, рабочая жидкость поступает из напорных магистралей потребителей (не показаны) по каналам 42, 43 в полости сегментных пазов 40, 41, далее по каналам 44, 50, 51, 52, 53 и 45, 54, 55, 56, 57 в полости кольцевых канавок 48, 49. Из полостей кольцевых канавок 48, 49 рабочая жидкость поступает по каналам 38, 39 в полости кольцевых канавок 34, 35, по каналам 32, 33, 30, 31 в полости полукольцевых пазов 26, 27, по каналам 62, 63, в рабочие полости 10.

При движении поршней 9 внутрь блока цилиндров 7 при повороте приводного вала 3 и блока цилиндров 7 на угол $0-90^\circ$ - первая половина хода поршня 9 при нагнетании (ход нагнетания поршня 9 осуществляется за 180° поворота приводного вала 3 и блока цилиндров 7), рабочая жидкость из полостей 10 по каналам 62, 63 поступает в полости полукольцевых пазов 26, 27, по каналам 30, 31, 32, 33, в полости кольцевых канавок 34, 35, по каналам 38, 39 - в полости кольцевых канавок 48, 49. Из полостей кольцевых канавок 48, 49 рабочая жидкость по каналам 50, 51, 52, 53, 44 и 54, 55, 56, 57, 45 поступает в полости сегментных пазов 42 и 41, по каналам 42, 43 в напорные магистрали потребителей (не показаны). При повороте приводного вала 3 и блока цилиндров 7 на угол $90-180^\circ$ - вторая половина хода поршня 9 при нагнетании - рабочая жидкость из полостей 10 по каналам 62, 63 поступает в полость полукольцевого паза 25 и по каналам 28, 29 в бак гидросистемы (не показан).

ВУ 21749 С1 2018.04.30

При всасывании рабочая жидкость поступает в рабочие полости 10 из бака гидросистемы (не показан) через канал 29 и из напорных магистралей потребителей (не показаны) через каналы 42, 43. При нагнетании рабочая жидкость поступает в напорные магистрали потребителей через каналы 42, 43 и в бак гидросистемы через канал 29. Такты всасывания, нагнетания каждого цилиндра блока цилиндров 7 сдвинуты по времени, и суммарно движения рабочей жидкости в каналах 29, 42, 43 нет. Эквивалентный рабочий объем гидромашины, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров минимальный, - нулевой. Подача рабочей жидкости двухпоточной гидромашины в режиме насоса минимальная - нулевая.

При повороте ступицы 16 с наклонной шайбой 11 в подшипниковом узле 17 посредством двигателя 20 и червяка 18 на 90° против часовой стрелки плоскость симметрии полукольцевых пазов 25, 26, 27 совпадает с плоскостью наклона шайбы 11. При движении поршней 9 наружу из блока цилиндров 7 рабочие полости 10 связаны каналами 62, 63 с полостью полукольцевого паза 25 и каналами 28, 29 с баком гидросистемы (не показан). При движении поршней 9 внутрь блока цилиндров 7 рабочие полости 10 связаны каналами 62, 63 с полостями полукольцевых пазов 26, 27, связанных с полостями сегментных пазов 40, 41, и каналами 42, 43 с напорными магистралями потребителей (не показаны).

При движении поршней 9 наружу из блока цилиндров 7 рабочая жидкость поступает из бака гидросистемы (не показан) через каналы 29, 28 в полость полукольцевого паза 25 и через каналы 62, 63 в рабочие полости 10.

При движении поршней 9 внутрь блока цилиндров 7 рабочая жидкость из полостей 10 рядом расположенных цилиндров по каналам 62, 63 поступает в полости полукольцевых пазов 26, 27, далее по каналам 30, 31, 32, 33 в полости кольцевых канавок 34, 35 и по каналам 38, 39 в полости кольцевых канавок 48, 49. Из полостей кольцевых канавок 48, 49 рабочая жидкость по каналам 50, 51, 52, 53, 44 и 54, 55, 56, 57, 45 поступает в полости сегментных пазов 40 и 41 и по каналам 42, 43 в напорные магистрали потребителей (не показаны).

Канал 29 всасывающий, а каналы 42, 43 напорные. Каждый цилиндр полный ход поршня 9 работает в одной фазе, т.е. всасывает рабочую жидкость из канала 29 и подает ее в каналы 42, 43. Эквивалентный рабочий объем двухпоточной гидромашины, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров, максимальный. Подача рабочей жидкости двухпоточной гидромашины в режиме насоса максимальная. Изменяя положение ступицы 16 наклонной шайбы 11 в диапазоне $0-90^\circ$ посредством двигателя 20 и червяка 18, добиваемся плавного изменения подачи рабочей жидкости двухпоточной гидромашины в режиме насоса в диапазоне от нулевого до максимального значений.

Гидрораспределитель 2 обеспечивает режим изменения параметров подачи рабочей жидкости по напорным магистралям двух потребителей, связанных с каналами 42, 43.

При исходном положении подвижной распределительной втулки 22 (фиг. 6, 7) полость кольцевой канавки 48 связана с полостью сегментного паза 40 через каналы 44, а полость кольцевой канавки 49 - с полостью сегментного паза 41 через каналы 45, обеспечивается равенство параметров подач рабочей жидкости по магистралям потребителей через каналы 42, 43.

При повороте подвижной распределительной втулки 22 посредством двигателя 61 и червяка 58 на 90° по часовой стрелке от исходного положения (каналы 45 переместятся вниз в зону сегментного паза 40, а каналы 44 - влево, оставаясь в зоне сегментного паза 40) рабочая жидкость из каналов 38, 39 поступает через каналы 44, 45 в полость сегментного паза 40 и магистраль потребителя, подключенную к каналу 42. В магистраль потребителя, подключенную к каналу 43, рабочая жидкость не поступает.

При повороте подвижной распределительной втулки 22 посредством двигателя 61 и червяка 58 на 90° против часовой стрелки от исходного положения (каналы 45 переместятся влево, оставаясь в зоне сегментного паза 41, а каналы 44 - вверх, перемещаясь в зону сегментного паза 41) рабочая жидкость из каналов 38, 39 поступает через каналы 44, 45 в

BY 21749 C1 2018.04.30

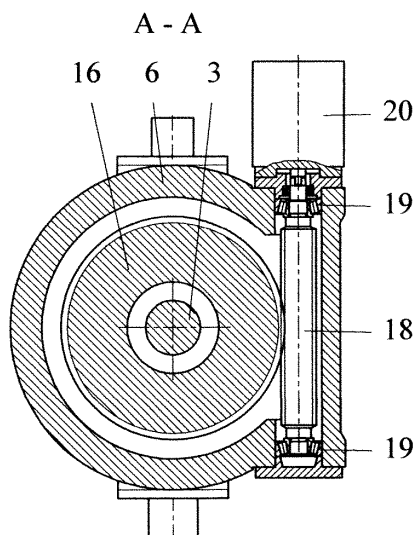
полость сегментного паза 41 и магистраль потребителя, подключенную к каналу 43. В магистраль потребителя, подключенную к каналу 42, рабочая жидкость не поступает.

Изменяя положение подвижной распределительной втулки 22 в диапазоне $0 \pm 90^\circ$ посредством двигателя 61 и червяка 58, добиваемся плавного изменения параметров подачи рабочей жидкости по магистралям потребителей в диапазоне от нулевого до максимального значений при заданном уровне параметров подачи нагнетающей секции 1 аксиально-поршневой гидромашины.

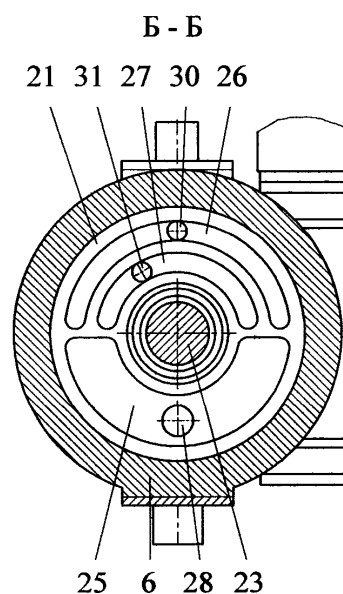
Таким образом, предлагаемое техническое решение расширяет функциональные возможности аксиально-поршневой гидромашины за счет регулирования параметров подачи рабочей жидкости по напорным магистралям.

Источники информации:

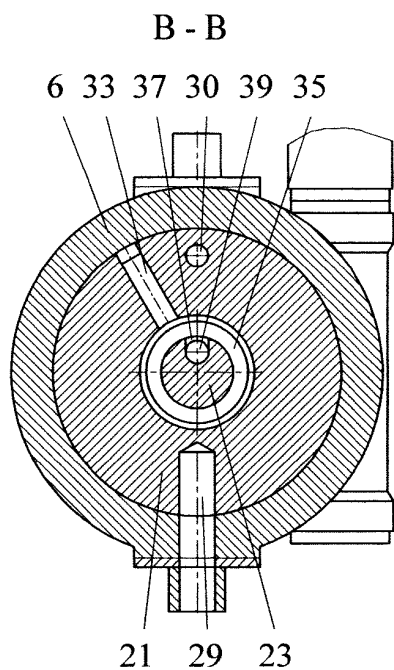
1. Андреев А.Ф., Барташевич Л.В., Богдан Н.В. и др. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашины и передачи: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В.Гуськова. - Минск: Выш. шк., 1987. - С. 104, рис. 5.4.
2. Патент РБ 1543, МПК F 03C 1/00, F 15B 11/00, 2004.



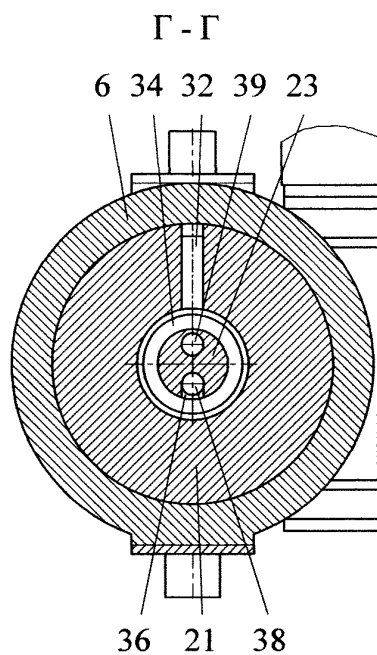
Фиг. 2



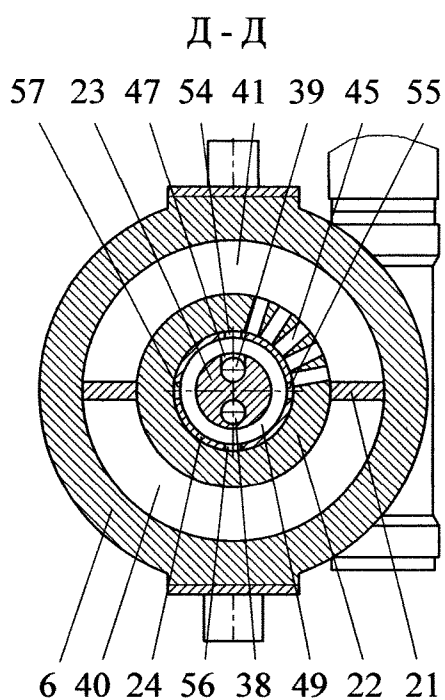
Фиг. 3



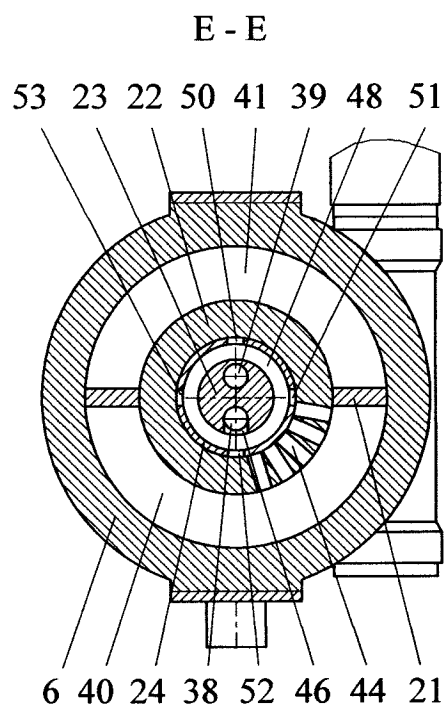
Фиг. 4



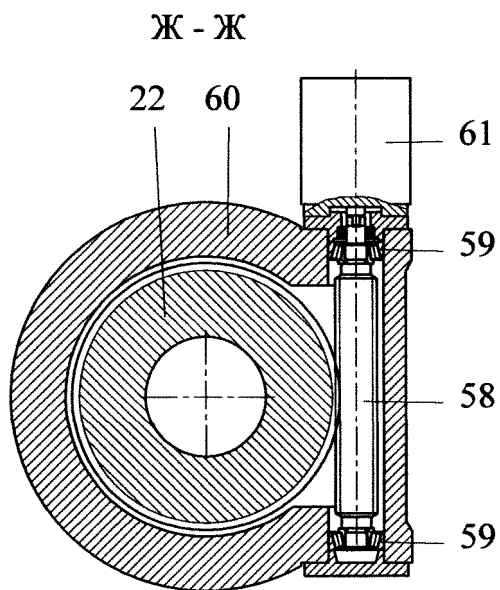
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8