

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21000

(13) С1

(46) 2017.04.30

(51) МПК

F 16H 61/44 (2006.01)

F 15B 11/22 (2006.01)

(54)

ГИДРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА

(21) Номер заявки: а 20130689

(22) 2013.05.29

(43) 2014.12.30

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

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

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

(56) RU 2099615 С1, 1997.

US 4794756 А, 1989.

US 2008/0098732 А1.

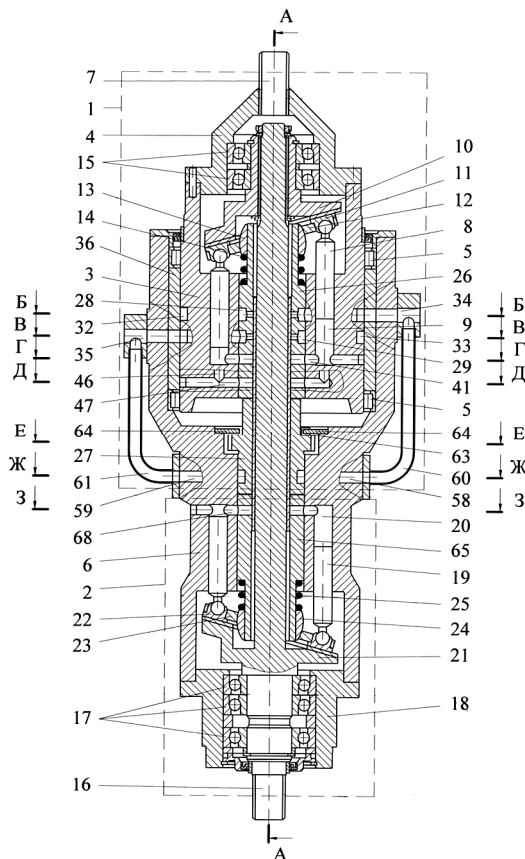
US 5247794 А, 1993.

ВУ 655 U, 2002.

ВУ 1740 U, 2004.

(57)

Гидродифференциальная передача, содержащая ведущий (7) и ведомый (16) валы, корпус (6), в котором выполнены каналы для подключения контура подпитки, напорный и сливной каналы и установлены насос переменной производительности с блоком цилиндров (3) и гидромотор постоянного объема с неподвижным блоком цилиндров, рабочие



Фиг. 1

ВУ 21000 С1 2017.04.30

полости каждого из которых образованы поршнями, взаимодействующими с установленными наклонно шайбой (10) и шайбой (21) соответственно, и гидрораспределители насоса переменной производительности и гидромотора постоянного объема, связывающие рабочие полости насоса переменной производительности и гидромотора постоянного объема, отличающаяся тем, что корпус (6) содержит крышку (18), насос переменной производительности содержит крышку (4) и центрирующую втулку (36), в которой выполнены каналы, связанные с каналами подключения контура подпитки, при этом ведущий (7) вал закреплен в крышке (4); блок цилиндров (3) установлен с возможностью поворота в подшипниках корпуса (6), а на его наружной поверхности выполнены радиальные каналы (41, 47), продольные каналы (46), диаметрально противоположные сегментные пазы (52, 53) и кольцевые канавки (32, 33); шайба (10) установлена в подшипниковом узле (15) крышки (4) и закреплена на ведомом (16) валу, установленном в подшипниковом узле (17) крышки (18) корпуса (6); шайба (21) выполнена заодно с ведомым (16) валом, на наружной поверхности которого выполнены диаметрально противоположные сегментные пазы (42, 43); гидрораспределитель насоса переменной производительности включает распределительную втулку (27), на наружной поверхности которой выполнен зубчатый венец червячного зацепления с возможностью зацепления с червяком, установленным в подшипниковых узлах корпуса (6), неподвижно закрепленную в блоке цилиндров (3) распределительную втулку (26), на наружной поверхности которой выполнены две кольцевые канавки (28, 29), связанные каналами (30, 31) с кольцевыми канавками (32, 33) и с каналами для подключения контура подпитки центрирующей втулке (36), каналами (37, 38) с сегментными пазами (39, 40); радиальные каналы (41), связанные с радиальными каналами (41) блока цилиндров (3) и с сегментными пазами (42, 43); каналы (44, 45), связанные с сегментными пазами (39, 40); секторные канавки (56, 57); сегментные пазы (48, 49), выполненные на наружной поверхности ведомого (16) вала и связанные с продольными (46), радиальными (47), напорным (50) и сливным (51) каналами, связанные каналами (54, 55) с секторными канавками (56, 57), которые радиальными каналами (58, 59) связаны с каналами для подключения контура подпитки; гидрораспределитель гидромотора постоянного объема включает распределительную втулку (65), закрепленную в корпусе (6), диаметрально противоположные сегментные пазы (66, 67), выполненные на наружной поверхности ведомого (16) вала, связанные с напорным и сливным каналами и с рабочими полостями гидромотора постоянного объема радиальными каналами (68).

Изобретение относится к гидромашиностроению и может быть использовано в объемном гидроприводе мобильных и стационарных технологических машин.

Известна гидродифференциальная передача, содержащая ведущий (7) и ведомый (16) валы, корпус (6), в котором выполнены каналы для подключения контура подпитки, напорный и сливной каналы и установлены насос переменной производительности с блоком цилиндров (3) и гидромотор постоянного объема с неподвижным блоком цилиндров, рабочие полости каждого из которых образованы поршнями, взаимодействующими с установленными наклонно шайбой (10) и шайбой (21) соответственно, и гидрораспределители насоса переменной производительности и гидромотора постоянного объема, связывающие рабочие полости насоса переменной производительности и гидромотора постоянного объема [1].

Известная гидродифференциальная передача обладает рядом положительных качеств: высокое рабочее давление и КПД; быстроходность; возможность бесступенчатого регулирования скорости выходного вала в широком диапазоне.

Недостатками известной гидродифференциальной передачи являются высокие габариты и материалоемкость.

Высокие габариты и материалоемкость гидродифференциальной передачи объясняются тем, что применяемый способ регулирования частоты вращения выходного звена передачи, состоящий в изменении хода поршней насоса посредством изменения угла наклона шайбы, требует наличия мощных и материалоемких гидравлических агрегатов систем приводов механизма поворота насоса, что приводит к существенному увеличению габаритов и материалоемкости гидродифференциальной передачи. Кроме того, изменение хода поршня в конструктивной схеме насоса с вращающейся наклонной шайбой является сложной инженерной задачей, не получившей технического решения в настоящее время.

Задачей изобретения является снижение сложности конструкции гидродифференциальной передачи и ее материалоемкости.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в гидродифференциальной передаче, содержащей ведущий (7) и ведомый (16) валы, корпус (6), в котором выполнены каналы для подключения контура подпитки, напорный и сливной каналы и установлены насос переменной производительности с блоком цилиндров (3) и гидромотор постоянного объема с неподвижным блоком цилиндров, рабочие полости каждого из которых образованы поршнями, взаимодействующими с установленными наклонно шайбой (10) и шайбой (21) соответственно, и гидрораспределители насоса переменной производительности и гидромотора постоянного объема, связывающие рабочие полости насоса переменной производительности и гидромотора постоянного объема, корпус (6) содержит крышку (18), насос переменной производительности содержит крышку (4) и центрирующую втулку (36), в которой выполнены каналы, связанные с каналами подключения контура подпитки, при этом ведущий (7) вал закреплен в крышке (4); блок цилиндров (3) установлен с возможностью поворота в подшипниках корпуса (6), а на его наружной поверхности выполнены радиальные каналы (41, 47), продольные каналы (46), диаметрально противоположные сегментные пазы (52, 53) и кольцевые канавки (32, 33); шайба (10) установлена в подшипниковом узле (15) крышки (4) и закреплена на ведомом (16) валу, установленном в подшипниковом узле (17) крышки (18) корпуса (6); шайба (21) выполнена заодно с ведомым (16) валом, на наружной поверхности которого выполнены диаметрально противоположные сегментные пазы (42, 43); гидрораспределитель насоса переменной производительности включает распределительную втулку (27), на наружной поверхности которой выполнен зубчатый венец червячного зацепления с возможностью зацепления с червяком, установленным в подшипниковых узлах корпуса (6), неподвижно закрепленную в блоке цилиндров (3) распределительную втулку (26), на наружной поверхности которой выполнены две кольцевые канавки (28, 29), связанные каналами (30, 31) с кольцевыми канавками (32, 33) и с каналами для подключения контура подпитки центрирующей втулке (36), каналами (37, 38) с сегментными пазами (39, 40); радиальные каналы (41), связанные с радиальными каналами (41) блока цилиндров (3) и с сегментными пазами (42, 43); каналы (44, 45), связанные с сегментными пазами (39, 49); секторные канавки (56, 57); сегментные пазы (48, 49), выполненные на наружной поверхности ведомого (16) вала и связанные с продольными (46), радиальными (47), напорным (50) и сливным (51) каналами, связанные каналами (54, 55) с секторными канавками (56, 57), которые радиальными каналами (58, 59) связаны с каналами для подключения контура подпитки; гидрораспределитель гидромотора постоянного объема включает распределительную втулку (65), закрепленную в корпусе (6), диаметрально противоположные сегментные пазы (66, 67), выполненные на наружной поверхности ведомого (16) вала, связанные с напорным и сливным каналами и с рабочими полостями гидромотора постоянного объема радиальными каналами (68).

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения уменьшают сложность конструкции и материалоемкость гидродифференциальной передачи за счет применения рационального способа регулирования эквивалентного объема насоса переменной производительности, исключая необходимость применения мощных и мате-

ВУ 21000 С1 2017.04.30

риалоемких гидравлических агрегатов механизма поворота наклонной шайбы насоса переменной производительности.

На фиг. 1 представлен поперечный разрез гидродифференциальной передачи; 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; на фиг. 9 - разрез З-З на фиг. 1.

Гидродифференциальная передача включает аксиально-поршневой насос 1 переменной производительности, аксиально-поршневой гидромотор 2 постоянного объема.

Насос 1 переменной производительности включает блок цилиндров 3 с четным числом цилиндров и крышкой 4, установленный в подшипниках 5 корпуса 6 гидродифференциальной передачи с возможностью поворота относительно оси. В крышке 4 закреплен ведущий вал 7. Поршни 8 образуют рабочие полости 9 и прижимаются к поверхности шайбы 10 с помощью бронзовых башмаков 11, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 12, сферической втулки 13 и пружины 14. Шайба 10 установлена в подшипниковом узле 15 крышки 4 и закреплена на ведомом валу 16 посредством шлицевого соединения. Ведомый вал 16 установлен в подшипниковом узле 17 крышки 18 корпуса 6.

Гидромотор 2 постоянного объема включает неподвижный блок цилиндров, выполненный в корпусе 6 гидродифференциальной передачи. Поршни 19 образуют рабочие полости 20. Поршни 19 прижимаются к поверхности шайбы 21, выполненной заодно с валом 16, с помощью бронзовых башмаков 22, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 23, сферической втулки 24 и пружины 25.

Гидрораспределитель насоса 1 переменной производительности включает распределительные втулки 26, 27. Распределительная втулка 26 закреплена неподвижно в блоке цилиндров 3. Распределительная втулка 27 установлена с возможностью поворота относительно корпуса 6. На наружной поверхности распределительной втулки 26 образованы две кольцевые канавки 28, 29, связанные каналами 30, 31 с полостями кольцевых канавок 32, 33, образованных на наружной поверхности блока цилиндров 3, и связанные с каналами 34, 35 подключения предохранительного клапана и контура подпитки (не показаны), образованными в центрирующей втулке 36 блока цилиндров 3 и корпусе 6. Кольцевые канавки 28, 29 связаны также каналами 37, 38 с полостями диаметрально противоположных сегментных пазов 39, 40, с центральными углами, составляющими 180° , образованных на наружной поверхности ведомого вала 16.

Рабочие полости 7 половины диаметрально противоположных цилиндров насоса 1 связаны радиальными каналами 41, выполненными в блоке цилиндров 3 и распределительной втулке 26, с полостями сегментных пазов 42, 43 первой группы насоса 1, образованными на наружной поверхности ведомого вала 16, и связанными каналами 44, 45 с полостями сегментных пазов 39, 40 первой группы насоса 1. Сегментные пазы 42, 43 выполнены с центральными углами, составляющими 180° .

Рабочие полости 7 второй половины диаметрально противоположных цилиндров насоса 1 связаны посредством продольных 46 и радиальных 47 каналов, выполненных в блоке цилиндров 3 и распределительной втулке 26, с полостями сегментных пазов 48, 49 второй группы насоса 1 переменной производительности, образованных на наружной поверхности ведомого вала 16. Сегментные пазы 48, 49 связаны также с напорным 50 и сливным 51 каналами с полостями диаметрально противоположных сегментных пазов 52, 53, с центральными углами, составляющими 180° , образованных на наружной поверхности ведущего вала 3. В свою очередь, сегментные пазы 52, 53 связаны каналами 54, 55 с полостями секторных канавок 56, 57, выполненных на наружной поверхности поворотной распределительной втулки 26. Полости секторных канавок 56, 57 связаны радиальными каналами 58, 59, трубопроводами 60, 61 с каналами 34, 35.

Для обеспечения поворота распределительная втулка 27 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 60 червячного зацепления распределительной втулки 27

ВУ 21000 С1 2017.04.30

установлен в подшипниковых узлах 61 корпуса 6 гидродифференциальной передачи. Привод червяка 60 осуществляется автономным двигателем 62. Для ограничения угла поворота распределительная втулка 27 оснащена упором 63, взаимодействующим в крайних положениях с ограничителями 64.

Рабочие полости 9 рядом расположенных цилиндров насоса 1 переменной производительности связаны с сегментными пазами 42, 43 первой и 48, 49 второй групп.

Продольная плоскость сегментных пазов ведомого вала 16 совпадает с плоскостью наклона шайбы 21.

Гидрораспределитель гидромотора 2 постоянного объема включает распределительную втулку 65, закрепленную в корпусе 6. На наружной поверхности ведомого вала 16 образованы диаметрально противоположные сегментные пазы 66, 67 с центральными углами, составляющими 180° , и полостями, связанными с напорным 50 и сливным 51 каналами гидродифференциальной передачи.

Рабочие полости 20 цилиндров корпуса 6 гидромотора 2 постоянного объема связаны радиальными каналами 68 с полостями сегментных пазов 66, 67.

Радиальные каналы 41, 47, 68 закрыты технологическими заглушками.

Гидродифференциальная передача работает следующим образом.

При работе гидродифференциальной передачи канал 35 подключается к контуру подпитки, а канал 34 соединяется с предохранительным клапаном (не показаны). Ведущий вал 7 насоса 1 переменной производительности вращается (по часовой стрелке) от двигателя (не показан) и приводит во вращение блок цилиндров 3 насоса 1 переменной производительности. Поршни 8, взаимодействуя с наклонной шайбой 10, посредством бронзовых башмаков 11, прижимного диска 12, сферической втулки 13, пружины 14 совершают возвратно-поступательное движение в блоке цилиндров 3.

При движении поршней 8 в блоке цилиндров 3 объем рабочих полостей 9 изменяется. Сегментные пазы 43, 42, связанные с рабочими полостями 9 половины цилиндров блока 3 каналами 41, ориентированы относительно плоскости наклона шайбы 10 таким образом, что при вращении блока цилиндров 3 по часовой стрелке полость сегментного паза 43 будет связана с полостями 9 тех цилиндров, поршни 8 которых совершают движение наружу, а полость сегментного паза 42 - с полостями 9 цилиндров, поршни 8 которых совершают движение внутрь блока цилиндров 3.

При движении поршней 8 первой половины цилиндров блока 3 внутрь блока цилиндров 3 объем рабочих полостей 9 увеличивается, рабочая жидкость из сливного канала 51 поступает в полость сегментного паза 53 и через канал 55 в полость секторной канавки 57, откуда по каналу 58, трубопроводу 61, каналу 35 - в полость кольцевой канавки 33. Из полости кольцевой канавки 33 рабочая жидкость через канал 31 поступает в полость кольцевой канавки 29, и по каналам 38 в полость сегментного паза 40. Из полости сегментного паза 40 рабочая жидкость по каналу 45 поступает в полость сегментного паза 43 и по радиальным каналам 41 в рабочие полости 9. При выдвигании поршней 8 первой половины цилиндров блока 3 из блока цилиндров 3 объемы рабочих полостей 9 уменьшаются, рабочая жидкость через радиальные каналы 41 поступает в полость сегментного паза 42 и по каналу 44 в полость сегментного паза 39. Из полости сегментного паза 39 рабочая жидкость по каналам 37 поступает в полость кольцевой канавки 28 и по каналу 30 в полость кольцевой канавки 32, откуда по каналу 34, трубопроводу 60, каналу 58 в полость секторного паза 56, и по каналу 54 - в полость сегментной канавки 52 и напорный канал 50.

При движении поршней 8 второй половины цилиндров блока 3 внутрь блока цилиндров 3 рабочая жидкость из сливного канала 51 поступает в полость сегментного паза 49, и по каналам 47, 46 - в рабочие полости 9. При выдвигании поршней 8 второй половины цилиндров блока 3 из блока цилиндров 3 рабочая жидкость из рабочих полостей 9 поступает через каналы 46, 47 в полость сегментного паза 48 и напорный канал 50.

ВУ 21000 С1 2017.04.30

При положении распределительной втулки 27, представленном на фиг. 8, при движении поршней 8 второй половины цилиндров блока 3 внутрь блока цилиндров 3 рабочая жидкость из сливного канала 51 поступает в рабочие полости 9, как описано выше. При выдвигании поршней 8 второй половины цилиндров блока 3 из блока цилиндров 3 рабочая жидкость поступает в напорный канал 50, как описано выше. Все цилиндры насоса 1 переменной производительности работают в одной фазе, т.е. всасывают рабочую жидкость из сливного канала 51 и подают ее в напорный канал 50. Эквивалентный рабочий объем насоса 1 переменной производительности, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров максимальный. Подача рабочей жидкости насоса 1 переменной производительности максимальная.

При повороте распределительной втулки 27 на 180° по часовой стрелке посредством двигателя 62 и червяка 60 секторные канавки 56, 57, связанные каналами 54, 55 с полостями сегментных пазов 52, 53, меняют свое положение относительно полостей сегментных пазов 52, 53. Изменяется положение сегментных пазов 42, 43 относительно каналов 50, 51 и рабочих полостей 9 первой половины цилиндров блока цилиндров 3 относительно плоскости наклона шайб 10, 21. При данном положении распределительной втулки 27 при выдвигании поршней 8 первой половины цилиндров блока 3 из блока цилиндров 3 рабочая жидкость из напорного канала 50 и сегментного паза 52 по каналу 55 поступает в полость секторной канавки 57, откуда по каналу 58, трубопроводу 61, каналу 35 - в полость кольцевой канавки 33. Из полости кольцевой канавки 33 рабочая жидкость через канал 31 поступает в полость кольцевой канавки 29, и по каналам 38 в полость сегментного паза 40. Из полости сегментного паза 40 рабочая жидкость по каналу 45 поступает в полость сегментного паза 43 и по радиальным каналам 41 в рабочие полости 9. При выдвигании поршней 8 первой половины цилиндров блока 3 из блока цилиндров 3 объемы рабочих полостей 9 уменьшаются, рабочая жидкость через радиальные каналы 41 поступает в полость сегментного паза 42 и по каналу 44 в полость сегментного паза 39. Из полости сегментного паза 39 рабочая жидкость по каналам 37 поступает в полость кольцевой канавки 28 и по каналу 30 в полость кольцевой канавки 32, откуда по каналу 34, трубопроводу 60, каналу 58 в полость секторной канавки 56, и по каналу 54 - в полость сегментного паза 53 и сливной канал 50. Каждые два рядом расположенных цилиндра блока 3 насоса 1 работают в разных фазах, т.е. половина цилиндров блока цилиндров 3 всасывает рабочую жидкость из сливного канала 51, а половина цилиндров блока цилиндров 3 всасывает рабочую жидкость из напорного канала 50. Эквивалентный рабочий объем насоса 1 переменной производительности, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров, минимальный - нулевой. Подача рабочей жидкости насоса 1 переменной производительности минимальная - нулевая.

Упор 63 и ограничители 64 обеспечивают крайние положения распределительной втулки 27. Червячная передача самотормозящаяся и обеспечивает стабильное положение распределительной втулки 27 и параметры насоса 1. Для реализации промежуточного значения эквивалентного рабочего объема насоса 1 переменной производительности и его подачи распределительная втулка 27 устанавливается в необходимое промежуточное положение посредством двигателя 62, обеспечивая плавное регулирование подачи рабочей жидкости насоса в напорный канал 50.

Предлагаемый способ регулирования рабочего объема насоса переменной производительности 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. Применение электродвигателей управления обеспечивает большие потенциальные возможности автоматизации системы управления. Предлагаемый способ регулирования рабочего объема насоса переменной производительности позволяет применять аппаратуру управления малых габаритов с низкими нагрузками.

ВУ 21000 С1 2017.04.30

Из напорного канала 50 рабочая жидкость поступает в полость сегментного паза 66 и по каналам 68 в рабочие полости 20 корпуса 6 гидродифференциальной передачи гидромотора 2 постоянного объема. Поршни 19 перемещаются, и, взаимодействуя посредством башмаков 22 с наклонной шайбой 21, прижимного диска 23, сферической втулки 24, пружины 25 поворачивают ведомый вал 16 вместе с наклонной шайбой 10 в подшипниковых узлах 17 крышки 18 корпуса 6 относительно оси гидродифференциальной передачи. При относительном положении наклонных шайб 10, 21 (фиг. 1) поворот ведомого вала 16 осуществляется против часовой стрелки, т.е. движение валов 7 и 16 разнонаправленное. При движении поршней 19 наружу из корпуса 6 гидродифференциальной передачи гидромотора 2 постоянного объема рабочая жидкость из полостей 20 поступает по каналам 68 в полость сегментного паза 67 и сливной канал 51.

Для компенсации утечек рабочей жидкости в сливной канал 51 подается рабочая жидкость из контура подпитки (не показан). При перегрузке ведомого вала 16 часть рабочей жидкости сливается из напорного канала 50 через предохранительный клапан (не показан) гидросистемы.

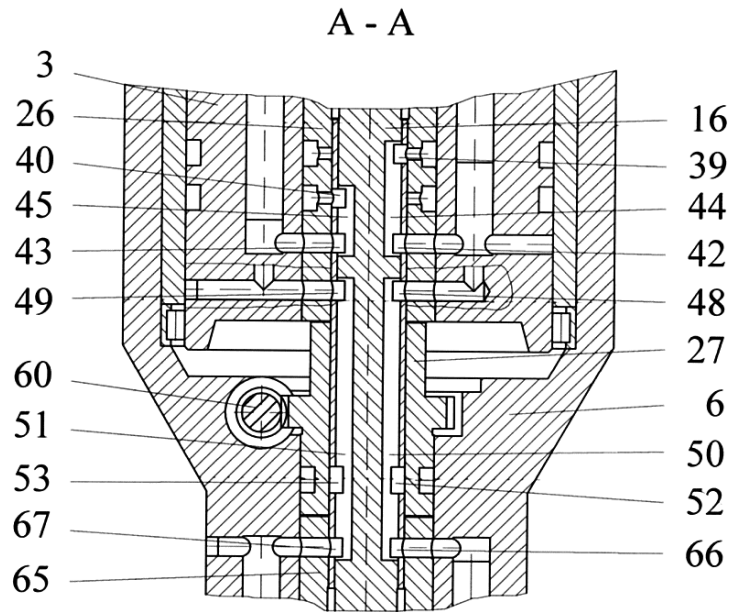
При повороте распределительной втулки 27 в режим минимальной (нулевой) подачи насоса 1 переменной производительности рабочая жидкость не поступает в напорный канал 50, поршни 19 гидромотора 2 постоянного объема неподвижны и ведомый вал 16 остановлен. При увеличении подачи рабочей жидкости насоса 1 переменной производительности посредством поворота распределительной втулки 27 (против часовой стрелки) скорость вращения ведомого вала 16 увеличивается. При этом, при заданной скорости вращения ведущего вала 7, увеличение скорости вращения ведомого вала 16 увеличивает скорость относительного перемещения блока цилиндров 3 и наклонной шайбы 10, что в свою очередь увеличивает подачу насоса 1 переменной производительности. При одинаковых параметрах насоса 1 переменной производительности и гидромотора 2 постоянного объема гидродифференциальная передача обеспечивает изменение скорости вращения ведомого вала в диапазоне $n_2 = 0 \div 2n_1$ (где n_1, n_2 - скорость вращения ведущего и ведомого валов).

Гидродифференциальная передача обеспечивает передачу мощности ведущего вала 7 на ведомый вал 16 двумя потоками: гидравлическим посредством рабочей жидкости и механическим, через реактивное взаимодействие поршней 9 и наклонной шайбы 10 насоса 1 переменной производительности. Разделение потока мощности внутреннее.

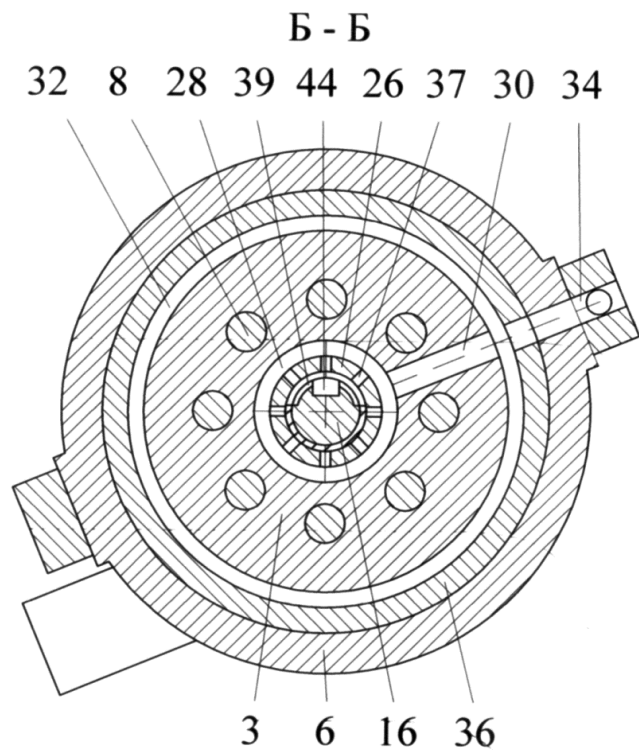
Таким образом, предлагаемое техническое решение уменьшает сложность конструкции и материалоемкость гидродифференциальной передачи за счет применения рационального способа регулирования эквивалентного объема насоса переменной производительности, исключая необходимость применения мощных и материалоемких гидравлических агрегатов систем приводов механизма поворота наклонной шайбы насоса переменной производительности.

Источники информации:

1. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. - М.: Машиностроение, 1988. - С. 139, рис. 59,



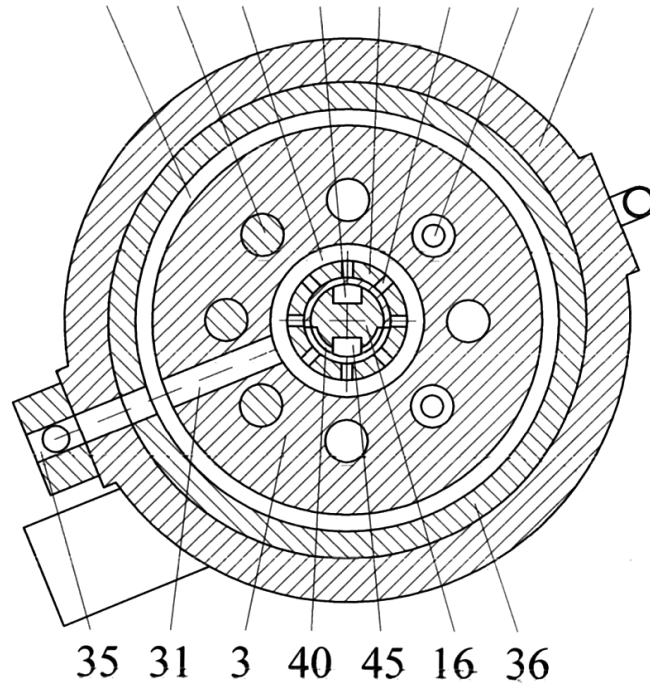
Фиг. 2



Фиг. 3

В - В

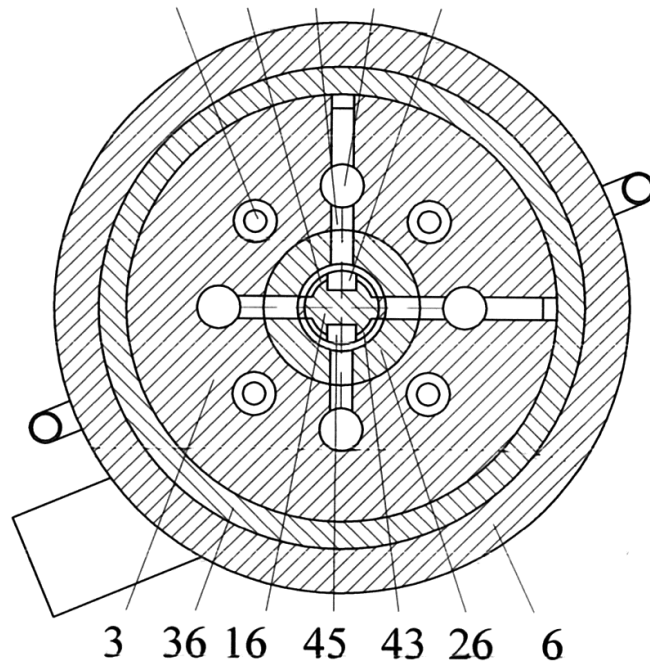
33 8 29 44 26 38 46 6



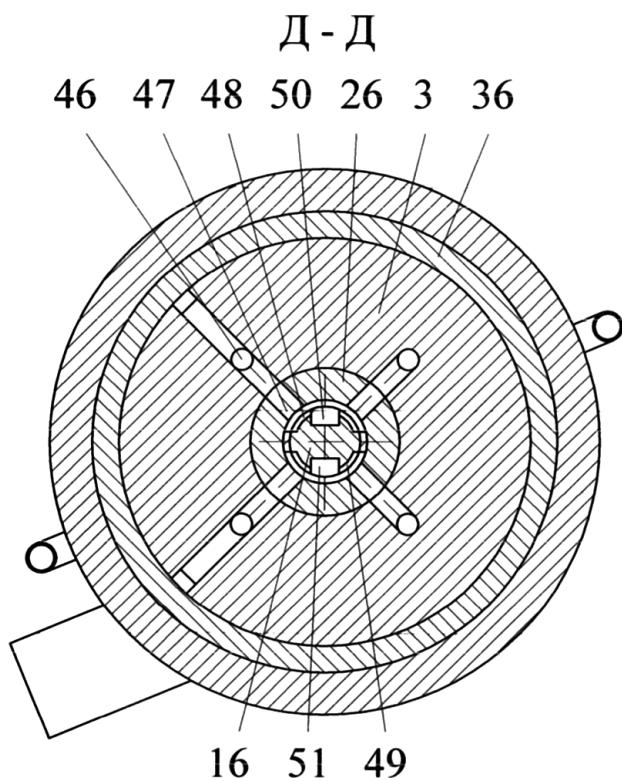
Фиг. 4

Г - Г

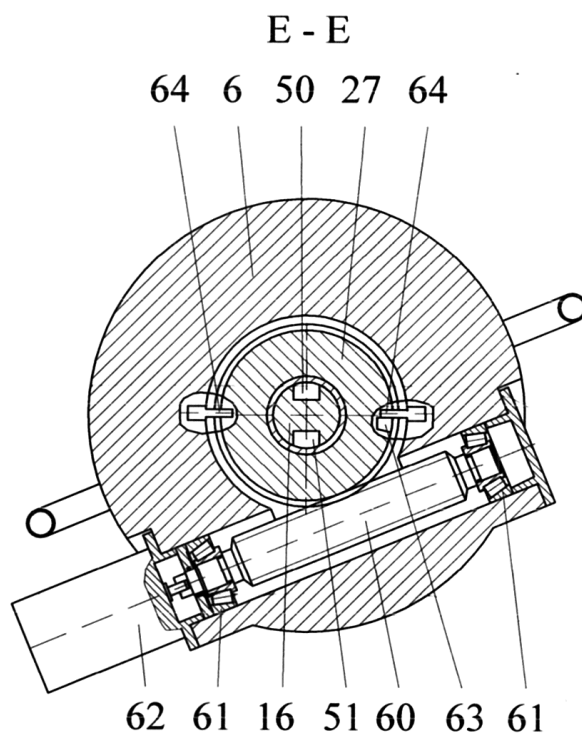
46 42 41 9 44



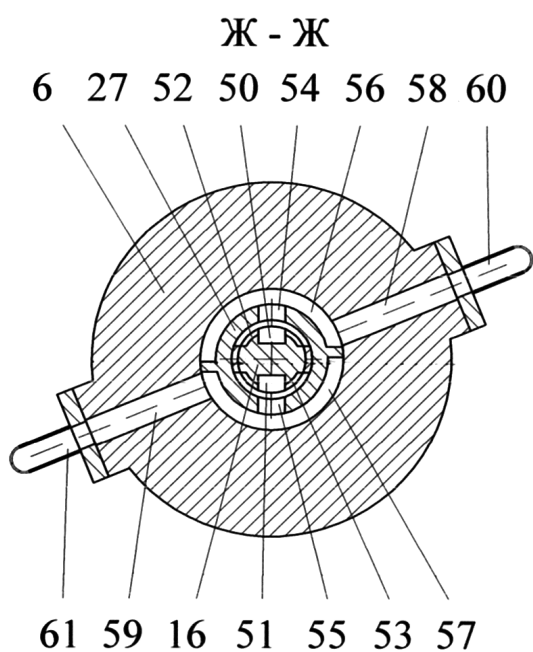
Фиг. 5



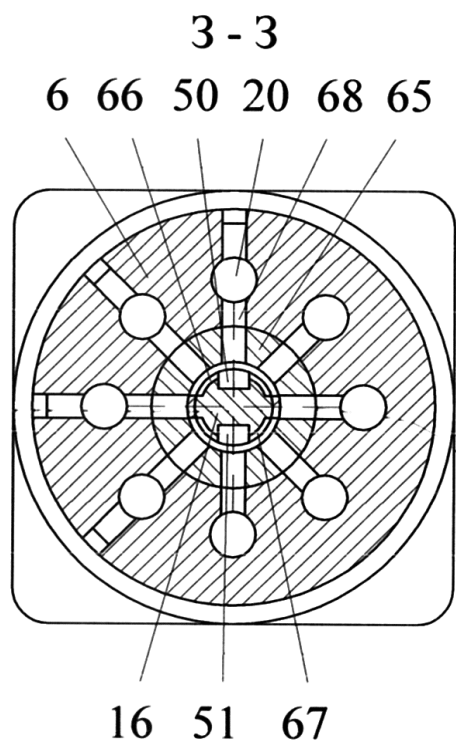
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9