

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 22410

(13) С1

(46) 2019.02.28

(51) МПК

F 16H 61/44 (2006.01)

(54)

ГИДРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА

(21) Номер заявки: а 20170114

(22) 2017.04.05

(43) 2018.12.30

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

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

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

(56) ВУ 9928 U, 2014.

ВУ 9682 U, 2013.

ВУ 9927 U, 2014.

RU 2062375 C1, 1996.

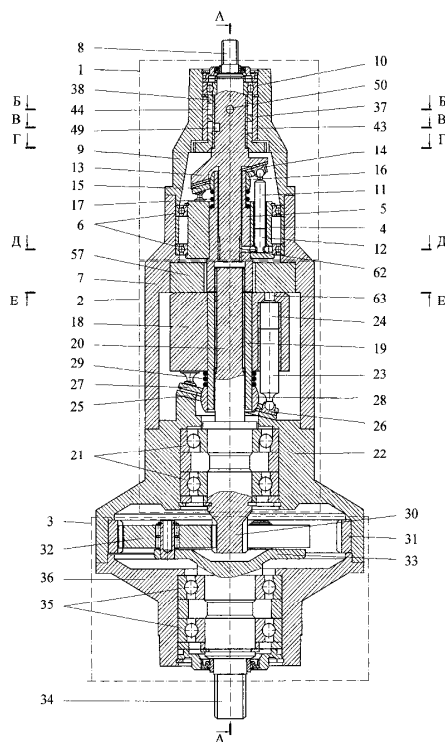
RU 2099615 C1, 1997.

US 5247794 A, 1993.

FR 2289063 A2, 1976.

(57)

Гидродифференциальная передача, содержащая корпус (7), в котором выполнены каналы (55, 56) подключения контура подпитки и установлены насос (1) переменной производительности с ведущим валом (8) и блоком цилиндров (4); гидромотор (2) постоянного



Фиг. 1

ВУ 22410 С1 2019.02.28

BY 22410 C1 2019.02.28

объема с валом (20) и блоком цилиндров (18), рабочие полости каждого из которых образованы поршнями (11, 23), взаимодействующими с установленными под углом шайбой (13) и шайбой (25) соответственно, и гидрораспределители, связывающие рабочие полости насоса (1) переменной производительности и гидромотора (2) постоянного объема, отличающаяся тем, что содержит планетарный редуктор (3), включающий картер (22), солнечную шестерню (30), выполненную заодно с валом (20) гидромотора (2), коронную шестерню (31), установленную в картере (22), сателлиты (32), установленные на осях водила (33), соединенного с ведомым валом (34), установленным в подшипниковом узле (35) крышки (36) картера (22), при этом шайба (25) неподвижно и под углом установлена в картере (22);

корпус (7) содержит заднюю (17) крышку и переднюю (9) крышку, подшипниковый узел (10), в котором расположен ведущий вал (8), соединенный с шайбой (13);

вал (20) гидромотора (2) установлен в подшипниковом узле (21) планетарного редуктора (3);

гидрораспределитель насоса (1) переменной производительности включает закрепленную неподвижно в передней крышке (9) корпуса (7) распределительную втулку (37), в которой с возможностью поворота на угол до 180° установлена подвижная распределительная втулка (38), на наружной поверхности которой выполнены диаметрально противоположные смещенные вдоль оси продольные каналы (43, 44), и две группы диаметрально противоположных сегментных пазов (39, 40 и 41, 42), одна из которых выполнена на наружной поверхности ведущего вала (8), а другая - на наружной поверхности распределительной втулки (37), при этом сегментные пазы (39, 40) связаны продольными каналами (45, 46) ведущего вала (8), радиальными каналами (47, 48), соединенными секторной канавкой (49), радиальным каналом (50) и каналами (43, 44) с сегментными пазами (41, 42), которые каналами (51, 52) и трубопроводами (53, 54) связаны с каналами (55, 56) подключения контура подпитки;

гидрораспределитель гидромотора (2) включает взаимодействующий с торцевой поверхностью блока цилиндров (18) и закрепленный неподвижно в корпусе (7) опорно-распределительный диск (57), на торцевой поверхности которого выполнена группа полукольцевых пазов (58, 59), соединенных каналами (60, 61) с каналами (55, 56) подключения контура подпитки;

при этом рабочие полости (12) блока цилиндров (4) связаны радиальными каналами (62), выполненными в блоке цилиндров (4) и втулке (5), с сегментными пазами (39, 40), рабочие полости (24) блока цилиндров (18) связаны каналами (63) с полукольцевыми пазами (58, 59) опорно-распределительного диска (57), а распределительная втулка (38) оснащена зубчатым венцом червячного зацепления, червяк (64) которого установлен в подшипниковых узлах (65) передней крышки (9) и соединен с автономным двигателем (66) для ее поворота.

Изобретение относится к гидромашиностроению и может быть использовано в объемном гидроприводе ходового оборудования транспортно-тяговых машин.

Известна гидродифференциальная передача, содержащая корпус (7), в котором выполнены каналы (55, 56) подключения контура подпитки и установлены насос (1) переменной производительности с ведущим валом (8) и блоком цилиндров (4); гидромотор (2) постоянного объема с валом (20) и блоком цилиндров (18), рабочие полости каждого из которых образованы поршнями (11, 23), взаимодействующими с установленными под углом шайбой (13) и шайбой (25) соответственно, и гидрораспределители, связывающие рабочие полости насоса (1) переменной производительности и гидромотора (2) постоянного объема [1].

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

Недостатками известной гидродифференциальной передачи являются высокие габариты, материалоемкость и излишне широкий диапазон регулирования скорости ведомого вала гидродифференциальной передачи, существенно превышающий диапазон регулирования, используемый в трансмиссиях привода ходового оборудования транспортно-тяговых машин.

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, приводящих 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 технически доступных решений в настоящее время. Оптимизация параметров регулирования скорости ведомого вала гидродифференциальной передачи потребует введения в структуру трансмиссии дополнительных механизмов, уменьшающих диапазон регулирования скорости ведомого вала, что приводит к усложнению трансмиссии привода ходового оборудования.

Задачей изобретения является снижение сложности конструкции, материалоемкости гидродифференциальной передачи и оптимизация параметров регулирования скорости ведомого вала.

Решение поставленной задачи достигается тем, что гидродифференциальная передача, содержащая корпус (7), в котором выполнены каналы (55, 56) подключения контура подпитки и установлены насос (1) переменной производительности с ведущим валом (8) и блоком цилиндров (4); гидромотор (2) постоянного объема с валом (20) и блоком цилиндров (18), рабочие полости каждого из которых образованы поршнями (11, 23), взаимодействующими с установленными под углом шайбой (13) и шайбой (25) соответственно, и гидрораспределители, связывающие рабочие полости насоса (1) переменной производительности и гидромотора (2) постоянного объема, содержит планетарный редуктор (3), включающий картер (22), солнечную шестерню (30), выполненную заодно с валом (20) гидромотора (2), коронную шестерню (31), установленную в картере (22), сателлиты (32), установленные на осях водила (33), соединенного с ведомым валом (34), установленным в подшипниковом узле (35), и крышки (36) картера (22), при этом шайба (25) неподвижно и под углом установлена в картере (22); корпус (7) содержит заднюю (17) крышку и переднюю (9) крышку, подшипниковый узел (10), в котором расположен ведущий вал (8), соединенный с шайбой (13), вал (20) гидромотора (2) установлен в подшипниковом узле (21) планетарного редуктора (3); гидрораспределитель насоса (1) переменной производительности включает закрепленную неподвижно в передней крышке (9) корпуса (7) распределительную втулку (37), в которой с возможностью поворота на угол до 180° установлена подвижная распределительная втулка (38), на наружной поверхности которой выполнены диаметрально противоположные смещенные вдоль оси продольные каналы (43, 44), и две группы диаметрально противоположных сегментных пазов (39, 40 и 41, 42), одна из которых выполнена на наружной поверхности ведущего вала (8), а другая - на наружной поверхности распределительной втулки (37), при этом сегментные пазы (39, 40) связаны продольными каналами (45, 46) ведущего вала (8), радиальными каналами (47, 48), соединенными секторной канавкой (49), радиальным каналом (50) и каналами (43, 44) с сегментными пазами (41, 42), которые каналами (51, 52) и трубопроводами (53, 54) связаны с каналами (55, 56) подключения контура подпитки; гидрораспределитель гидромотора (2) включает взаимодействующий с торцевой поверхностью блока цилиндров (18) и закреп-

ВУ 22410 С1 2019.02.28

ленный неподвижно в корпусе (7) опорно-распределительный диск (57), на торцевой поверхности которого выполнена группа полукольцевых пазов (58, 59), соединенных каналами (60, 61) с каналами (55, 56) подключения контура подпитки; при этом рабочие полости (12) блока цилиндров (4) связаны радиальными каналами (62), выполненными в блоке цилиндров (4) и втулке (5), с сегментными пазами (39, 40), рабочие полости (24) блока цилиндров (18) связаны каналами (63) с полукольцевыми пазами (58, 59) опорно-распределительного диска (57), а распределительная втулка (38) оснащена зубчатым венцом червячного зацепления, червяк (64) которого установлен в подшипнике узлах (65) передней крышки (9) и соединен с автономным двигателем (66) для ее поворота.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения снижают сложность конструкции, материалоемкость гидродифференциальной передачи и оптимизируют параметры регулирования скорости ведомого вала.

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.

Гидродифференциальная передача включает аксиально-поршневой насос 1 переменной производительности, аксиально-поршневой гидромотор 2 постоянного объема, планетарный редуктор 3.

Аксиально-поршневой насос 1 переменной производительности включает блок цилиндров 4, связанный с втулкой 5, установленный по наружной поверхности в подшипниковом узле 6 корпуса 7 гидропередачи с возможностью поворота относительно оси. Втулка 5 взаимодействует внутренней поверхностью с ведущим валом 8. Ведущий вал 8 установлен в передней крышке 9 корпуса 7 в подшипниковом узле 10. Поршни 11 образуют рабочие полости 12 и прижимаются к поверхности наклонной шайбы 13 с помощью бронзовых башмаков 14, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 15, сферической втулки 16 и пружины 17. Наклонная шайба 13 выполнена заодно с ведущим валом 8. Угол наклона шайбы 13 постоянный.

Аксиально-поршневой гидромотор 2 постоянного объема включает блок цилиндров 18 с втулкой 19, связанный посредством шлицевого соединения с валом 20 гидромотора 2. Втулка 19 закреплена в блоке цилиндров 18. Вал 20 гидромотора 2 установлен в подшипниковом узле 21 картера 22 планетарного редуктора 3 и связан посредством шлицевого соединения с втулкой 5 блока цилиндров 4. Картер 22 закреплен на корпусе 7 гидродифференциальной передачи. Блок цилиндров 18 оснащен поршнями 23, образующими рабочие полости 24. Поршни 23 прижимаются к поверхности наклонной шайбы 25 с помощью бронзовых башмаков 26, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 27, сферической втулки 28 и пружины 29. Наклонная шайба 25 установлена неподвижно в картере 22 планетарного редуктора 3. Угол наклона шайбы 25 постоянный.

Планетарный редуктор 3 включает солнечную шестерню 30, выполненную заодно с валом 20 гидромотора 2, коронную шестерню 31, установленную в картере 22 планетарного редуктора 3, и сателлиты 32, установленные на осях водила 33. Водило 33 выполнено заодно с ведомым валом 34, установленным в подшипниковом узле 35 крышки 36 картера 22 планетарного редуктора 3.

Гидрораспределитель аксиально-поршневого насоса 1 переменной производительности включает распределительную втулку 37, закрепленную неподвижно в передней крышке 9 корпуса 7, подвижную распределительную втулку 38, установленную в распределительной втулке 37 с возможностью поворота относительно оси гидродифференциальной передачи, и две группы диаметрально противоположных сегментных пазов 39 и 40, 41 и 42 с центральными углами, составляющими 180°. Сегментные пазы 39, 40 образованы на наружной поверхности ведущего вала 8. Сегментные пазы 41, 42 образованы на наружной поверхности распределительной втулки 37. На наружной поверхности подвижной распре-

ВУ 22410 С1 2019.02.28

делительной втулки 38 образованы две диаметрально противоположные группы продольных каналов 43, 44. Группы каналов 43, 44 смещены относительно одна другой по оси гидropередачи. Полости сегментных пазов 39, 40 связаны продольными каналами 45, 46 ведущего вала 8, радиальными каналами 47, 48, связанными секторной канавкой 49, радиальным каналом 50, каналами 43, 44 с полостями сегментных пазов 41, 42. Полости сегментных пазов 41, 42 связаны каналами 51, 52, трубопроводами 53, 54 с каналами 55, 56 подключения контура подпитки и предохранительных клапанов (не показаны).

Гидрораспределитель аксиально-поршневого гидромотора 2 постоянного объема включает опорно-распределительный диск 57, одну группу полукольцевых пазов 58 и 59 с центральными углами, составляющими 180° . Полукольцевые пазы 58 и 59 образованы на торцевой поверхности опорно-распределительного диска 57. Опорно-распределительный диск 57 закреплен неподвижно в корпусе 7. Полости полукольцевых пазов 58 и 59 связаны каналами 60, 61 с каналами 55, 56.

Рабочие полости 12 блока цилиндров 4 аксиально-поршневого насоса 1 переменной производительности связаны радиальными каналами 62, выполненными в блоке цилиндров 4 и втулке 5, с полостями сегментных пазов 39, 40.

Рабочие полости 24 блока цилиндров 18 аксиально-поршневого гидромотора 2 постоянного объема связаны каналами 63 с полостями полукольцевых пазов 58 и 59 опорно-распределительного диска 57.

Для обеспечения поворота подвижная распределительная втулка 38 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 64 червячного зацепления подвижной распределительной втулки 38 установлен в подшипниковых узлах 65 передней крышки 9 корпуса 7 гидродифференциальной передачи. Привод червяка 64 осуществляется автономным двигателем 66.

Продольные каналы 45, 46 и радиальные каналы 62 закрыты технологическими заглушками.

Гидродифференциальная передача работает следующим образом.

При работе гидродифференциальной передачи каналы 55, 56 подключаются к контурам подпитки и соединяются с предохранительными клапанами (не показаны). Ведущий вал 8 аксиально-поршневого насоса 1 вращается от двигателя (не показан) и приводит во вращение наклонную шайбу 13. Поршни 11, взаимодействуя с наклонной шайбой 13 посредством бронзовых башмаков 14, прижимного диска 15, сферической втулки 16, пружины 17, совершают возвратно-поступательное движение в блоке цилиндров 4. При движении поршней 11 в блоке цилиндров 4 объем рабочих полостей 12 изменяется.

Сегментные пазы 39, 40, связанные с рабочими полостями 12 цилиндров блока 4 каналами 62, ориентированы относительно плоскости наклона шайбы 13 таким образом, что при вращении ведущего вала 8 по часовой стрелке полость сегментного паза 40 будет связана с рабочими полостями 12 тех цилиндров, поршни 11 которых совершают движение наружу, а полость сегментного паза 39 с рабочими полостями 12 цилиндров, поршни 11 которых совершают движение внутрь блока цилиндров 4. Соответственно в полости сегментного паза 40 и канале 46 создается разрежение, а в полости сегментного паза 39 и канале 45 избыточное давление. Канал 46 связан каналом 50 с каналами 44, а канал 45 связан каналами 47, 48 и секторной канавкой 49 с каналами 43 360° поворота ведущего вала 8.

Таким образом, через каналы 44 в канал 46 всегда поступает рабочая жидкость, а из канала 45 через каналы 43 рабочая жидкость поступает в напорную магистраль. Взаимное положение каналов 43, 44 подвижной распределительной втулки 38 и сегментных пазов 41, 42 распределительной втулки 37 гидрораспределителя аксиально-поршневого насоса 1 определяет параметры подачи рабочей жидкости аксиально-поршневого насоса 1.

В положении подвижной распределительной втулки 38 (фиг. 3, 4) рабочие полости 12 цилиндров, поршни 11 которых совершают движение наружу блока цилиндров 4, связаны

с каналом 56, а рабочие полости 12 цилиндров, поршни 11 которых совершают движение внутрь блока цилиндров 4, связаны с каналом 55 опорно-распределительного диска 57 гидрораспределителя аксиально-поршневого гидромотора 2.

При выдвигании поршней 11 из блока цилиндров 4 в каналах 62 создается разрежение. Рабочая жидкость поступает из канала 56 по трубопроводу 54, каналу 52 в полость сегментного паза 42. Из полости сегментного паза 42 рабочая жидкость через каналы 44, 50, 46 поступает в полость сегментного паза 40 и по каналам 62 в рабочие полости 12.

При движении поршней 11 внутрь блока цилиндров 4 в каналах 62 создается напор. Рабочая жидкость из рабочей полости 12 через радиальные каналы 62 поступает в полость сегментного паза 39 и по каналу 45, секторной канавке 49, каналам 48, 47, 43 в полость сегментного паза 41. Из полости сегментного паза 41 рабочая жидкость поступает по каналу 51, трубопроводу 53 в полость канала 55.

Канал 56 является всасывающим, а канал 55 напорным. Каждый цилиндр аксиально-поршневого насоса 1 полный ход поршня 11 всасывает рабочую жидкость из канала 56 и подает ее в канал 55. Эквивалентный рабочий объем аксиально-поршневого насоса 1, равный сумме всех эквивалентных рабочих объемов цилиндров, максимальный. Подача рабочей жидкости аксиально-поршневого насоса 1 максимальная.

Из канала 55 рабочая жидкость поступает по каналу 60 в полость полукольцевого паза 58 и по каналам 63 в рабочие полости 24 блока цилиндров 18 аксиально-поршневого гидромотора 2. Поршни 23 перемещаются наружу блока цилиндров 18 и, взаимодействуя с наклонной шайбой 25 посредством башмаков 26, прижимного диска 27, поворачивают вал 20 гидромотора 2 с блоком цилиндров 18 и солнечной шестерней 30 в подшипниковом узле 21 картера 22 относительно оси гидродифференциальной передачи. При движении поршней 23 внутрь блока цилиндров 18 рабочая жидкость из полостей 24 поступает по каналам 63 в полости полукольцевого паза 59 и каналов 61, 56.

В данном положении подвижной распределительной втулки 38 вал 20 гидромотора 2 с солнечной шестерней 30 поворачивает сателлиты 32, водило 33 планетарного редуктора 3, втулку 5 с блоком цилиндров 4 аксиально-поршневого насоса 1 переменной производительности и ведомый вал 34 в подшипниковом узле 35 в направлении, противоположном направлению вращения ведущего вала 8. Подача рабочей жидкости аксиально-поршневого насоса 1 увеличивается при увеличении относительной скорости вращения наклонной шайбы 13, образованной на ведущем валу 8 и блока цилиндров 4, связанного с валом 20 гидромотора 2. Максимальная скорость вращения ведомого вала 34 при заданной скорости вращения ведущего вала 8 уменьшается при конструктивном увеличении объема аксиально-поршневого гидромотора 2, передаточного числа планетарного редуктора 3.

$$n^{34} = n^8 \left(\frac{i^3}{k} - i_3 \right)^{-1}; \quad i_3 = \frac{n_{20}}{n_{34}} > 1; \quad k = \frac{q_H}{q_M} < 1,$$

где n_8 , n_{20} , n_{34} - скорость вращения ведущего вала 8, вала 20 гидромотора 2 и блоков цилиндров 5, 18, ведомого вала 34; q_H , q_M - объем аксиальнопоршневого насоса 1, аксиально-поршневого гидромотора 2.

Для компенсации утечек рабочей жидкости в канал 56 подается рабочая жидкость из контура подпитки (не показан). При перегрузке ведомого вала 34 часть рабочей жидкости вытекает из канала 55 через предохранительный клапан гидросистемы (не показан).

При повороте подвижной распределительной втулки 38 относительно оси гидродифференциальной передачи посредством двигателя 66 и червяка 64 изменяется положения каналов 43, 44 относительно положения сегментных пазов 41, 42. При повороте подвижной распределительной втулки 38 относительно положения (фиг. 3, 4) по часовой стрелке на 90° каналы 43 переместятся влево, а каналы 44 вправо. Половина каналов 43 будет взаимодействовать с полостью сегментного паза 41, а половина каналов 43 с полостью сегментного паза 42. Аналогично половина каналов 44 будет взаимодействовать с полостью

ВУ 22410 С1 2019.02.28

сегментного паза 42, а половина каналов 44 с полостью сегментного паза 41. В этом положении подвижной распределительной втулки 38 рабочие полости 12 цилиндров, поршни 11 которых совершают движение наружу из блока цилиндров 4, связаны с каналами 56 и 55 половину хода поршней 11 при такте всасывания. Аналогично рабочие полости 12 цилиндров, поршни 11 которых совершают движение внутрь блока цилиндров 4, связаны с каналами 55 и 56 половину хода поршней 12 при такте нагнетания.

При выдвигании поршней 11 наружу из блока цилиндров 4 при повороте ведущего вала 8 на угол $0-90^\circ$ - первая половина хода поршня 11 при всасывании (ход всасывания поршня 11 осуществляется за 180° поворота ведущего вала 8 относительно блока цилиндров 4) - рабочая жидкость поступает из канала 56 в трубопровод 54, канал 52 в полость сегментного паза 42. Из полости сегментного паза 42 рабочая жидкость через каналы 44, 50, 46 поступает в полость сегментного паза 40 и по каналам 62 в рабочие полости 12. При повороте ведущего вала 8 на угол $90-180^\circ$ - вторая половина хода поршня 11 при всасывании - рабочая жидкость поступает из канала 55 в трубопровод 53, канал 51 в полость сегментного паза 41. Из полости сегментного паза 41 рабочая жидкость через каналы 44, 50, 46 поступает в полость сегментного паза 40 и по каналам 62 в рабочие полости 12.

При движении поршней 11 внутрь блока цилиндров 4 при повороте ведущего вала 8 на угол $0-90^\circ$ - первая половина хода поршня 11 при нагнетании (ход нагнетания поршня осуществляется за 180° поворота ведущего вала 8 относительно блока цилиндров 4) - рабочая жидкость из полости 12 через радиальные каналы 62 поступает в полость сегментного паза 39 и по каналу 45, секторной канавке 46, каналам 47, 48, 43 в полость сегментного паза 41. Из полости сегментного паза 41 рабочая жидкость поступает по каналу 51, трубопроводу 53 в полость канала 55. При повороте ведущего вала 8 на угол $90-180^\circ$ - вторая половина хода поршня 11 при нагнетании - рабочая жидкость из полости 12 через радиальные каналы 62 поступает в полость сегментного паза 39 и по каналу 45, секторной канавке 46, каналам 47, 48, 43 в полость сегментного паза 42. Из полости сегментного паза 42 рабочая жидкость поступает по каналу 44, трубопроводу 54 в полость канала 56.

Поршень 11 каждого цилиндра блока цилиндров 4 обеспечивает всасывание рабочей жидкости в процессе всасывания из каналов 56, 55 и нагнетает рабочую жидкость в процессе нагнетания в каналы 55, 56. Такты всасывания, нагнетания каждого цилиндра блока цилиндров 4 сдвинуты по времени, и суммарно движения рабочей жидкости в каналах 55, 56 нет. Эквивалентный рабочий объем аксиально-поршневого насоса 1, равный сумме всех эквивалентных рабочих объемов цилиндров, минимальный - нулевой. Подача рабочей жидкости аксиально-поршневого насоса 1 минимальная - нулевая.

При нулевой подаче аксиально-поршневого насоса 1 рабочая жидкость не поступает в рабочие полости 24 аксиально-поршневого гидромотора 2. Вал 20 гидромотора 2 с солнечной шестерней 30 и ведомый вал 34 остановлены. Рабочие полости 24 заперты, что не позволяет блоку цилиндров 4 вместе с валом 20 гидромотора 2 вращаться от реактивного момента, возникающего при взаимодействии наклонной шайбы 13 с поршнями 11. Блок цилиндров 4 и ведомый вал 34 остановлены.

При повороте подвижной распределительной втулки 38 относительно положения (фиг. 3, 4) по часовой стрелке на 180° каналы 43 переместятся вверх, а каналы 44 вниз. Рабочие полости 12 цилиндров, поршни 11 которых совершают движение наружу блока цилиндров 4, связаны с каналом 55, а рабочие полости 12 цилиндров, поршни 11 которых совершают движение внутрь блока цилиндров 4, связаны с каналом 56.

При выдвигании поршня 11 из блока цилиндров 4 в каналах 62 создается разрежение. Рабочая жидкость поступает из канала 55 в трубопровод 53, канал 51, в полость сегментного паза 41. Из полости сегментного паза 41 рабочая жидкость через каналы 44, 50, 46 поступает в полость сегментного паза 40 и по каналам 62 в рабочие полости 12. При движении поршней 11 внутрь блока цилиндров 4 при повороте ведущего вала 8 относительно

ВУ 22410 С1 2019.02.28

блока цилиндров 4 на угол 180° рабочая жидкость из рабочей полости 12 через радиальные каналы 62 поступает в полость сегментного паза 39 и по каналу 45, секторной канавке 49, каналам 47, 48, 43 в полость сегментного паза 42. Из полости сегментного паза 42 рабочая жидкость поступает по каналу 62, трубопроводу 54 в полость канала 56.

Канал 55 является всасывающим, а канал 56 напорным. Каждый цилиндр насоса 1 полный ход поршня 11 всасывает рабочую жидкость из канала 55 и подает ее в канал 56. Эквивалентный рабочий объем аксиально-поршневого насоса 1, равный сумме всех эквивалентных рабочих объемов цилиндров, максимальный. Подача рабочей жидкости аксиально-поршневого насоса 1 максимальная.

Из канала 56 рабочая жидкость поступает по каналу 61 в полость полукольцевого паза 59 и по каналам 63 в рабочие полости 24 блока цилиндров 18 аксиально-поршневого гидромотора 2. Поршни 23 перемещаются наружу блока цилиндров 18 и, взаимодействуя с наклонной шайбой 25 посредством башмаков 26, прижимного диска 27, поворачивают вал 20 гидромотора 2 с блоком цилиндров 18 и солнечной шестерней 30 в подшипниковом узле 21 картера 22 относительно оси гидродифференциальной передачи. При движении поршней 23 внутрь блока цилиндров 18 рабочая жидкость из полостей 24 поступает по каналам 63 в полости полукольцевого паза 58 и каналов 60, 55.

В данном положении подвижной распределительной втулки 38 вал 20 гидромотора 2 с солнечной шестерней 30 поворачивает сателлиты 32, водило 33 планетарного редуктора 3, втулку 5 с блоком цилиндров 4 аксиально-поршневого насоса 1 переменной производительности и ведомый вал 34 в подшипниковом узле 35 в направлении вращения ведущего вала 8. Подача рабочей жидкости аксиально-поршневого насоса 1 увеличивается при увеличении относительной скорости вращения наклонной шайбы 13, образованной на ведущем валу 8 и блока цилиндров 4, связанного с валом 20 гидромотора 2.

$$n_{34} = n_8 \left(\frac{i_3}{k} + i_3 \right)^{-1}.$$

Максимальная скорость вращения ведомого вала 34 при заданной скорости вращения ведущего вала 8 уменьшается при конструктивном увеличении объема аксиально-поршневого гидромотора 2, передаточном числе планетарного редуктора 3.

Считая исходным положением подвижной распределительной втулки 38 такое, при котором каналы групп 43, 44 связаны одновременно с полостями сегментных пазов 41, 42, и поворачивая подвижную распределительную втулку 38 на 90° относительно заданного положения по часовой стрелке и против посредством двигателя 66 и червяка 64, обеспечиваем реверсирование подачи аксиально-поршневого насоса 1 при изменении ее от нулевого до максимального значений. Это позволяет осуществить плавное изменение скорости вращения ведомого вала 34 в диапазоне прямого хода и реверса. Диапазон изменения определяется соотношением основных параметров аксиально-поршневого насоса 1, аксиально-поршневого гидромотора 2, планетарного редуктора 3. Наличие планетарного редуктора 3 обеспечивает оптимизацию параметров регулирования скорости ведомого вала 34.

Предлагаемый способ регулирования рабочего объема насоса 1 переменной производительности является малоэнергоёмким. Это объясняется тем, что момент сопротивления повороту распределительной втулки 38 при жидкостном трении незначителен, и с учетом передаточного отношения червячной передачи потребуется применение относительно маломощного двигателя (электродвигателя), существенно понижающего энергоёмкость привода управления. Применение электродвигателей управления обеспечивает большие потенциальные возможности автоматизации системы управления. Предлагаемый способ регулирования рабочего объема насоса 1 переменной производительности позволяет применять аппаратуру управления малых габаритов с низкими нагрузками.

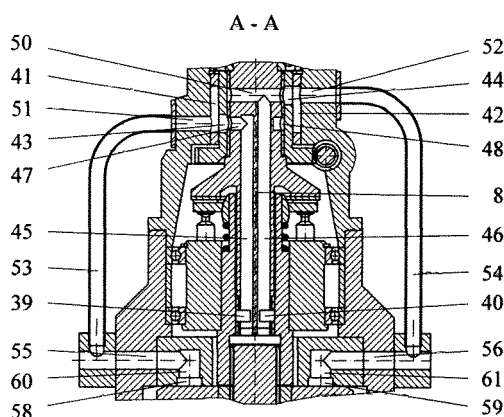
ВУ 22410 С1 2019.02.28

Гидродифференциальная передача обеспечивает передачу мощности ведущего вала 8 на ведомый вал 34 двумя потоками: гидравлическим посредством рабочей жидкости и механическим через реактивное взаимодействие поршней 11 и наклонной шайбы 13 аксиально-поршневого насоса 1 (поворот блока цилиндров 4, связанного с ведомым валом 34). Разделение потока мощности внутреннее.

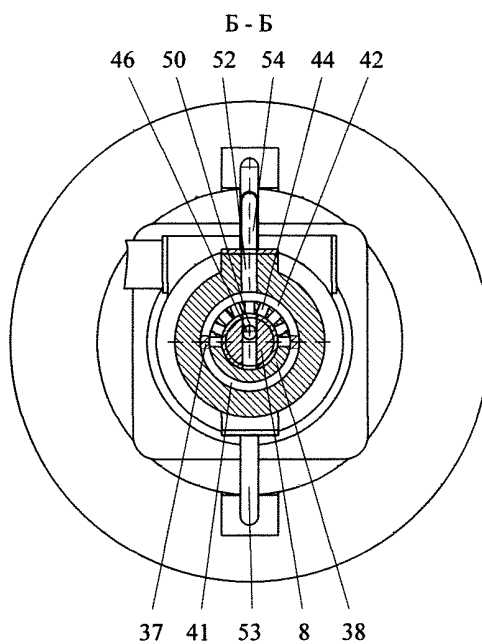
Таким образом, предлагаемое техническое решение снижает сложность конструкции, материалоемкость гидродифференциальной передачи и оптимизирует параметры регулирования скорости ведомого вала.

Источники информации:

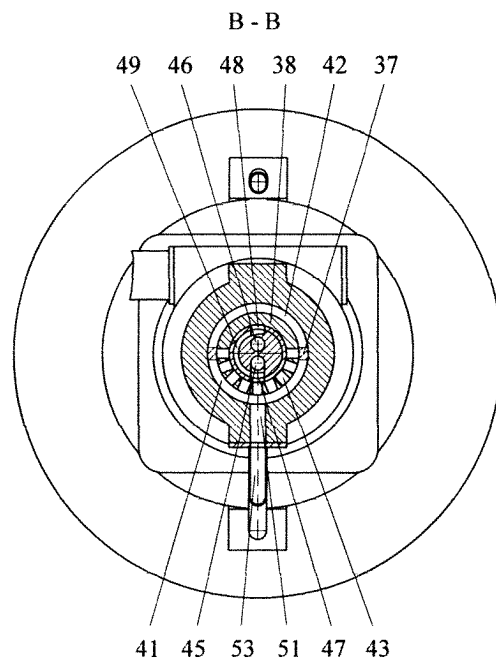
1. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. - М.: Машиностроение, 1988. - С. 139, рис. 59, д.



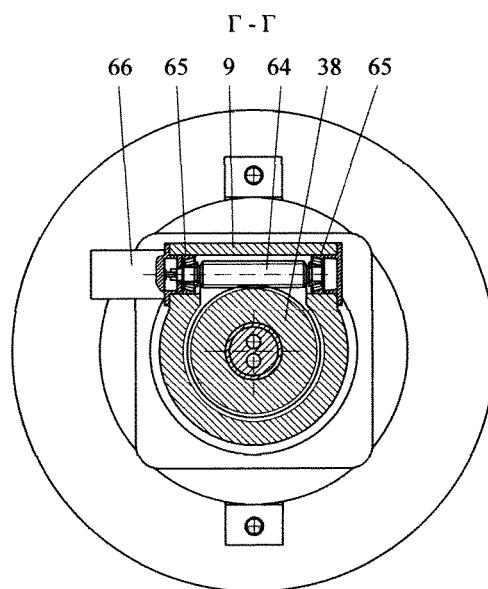
Фиг. 2



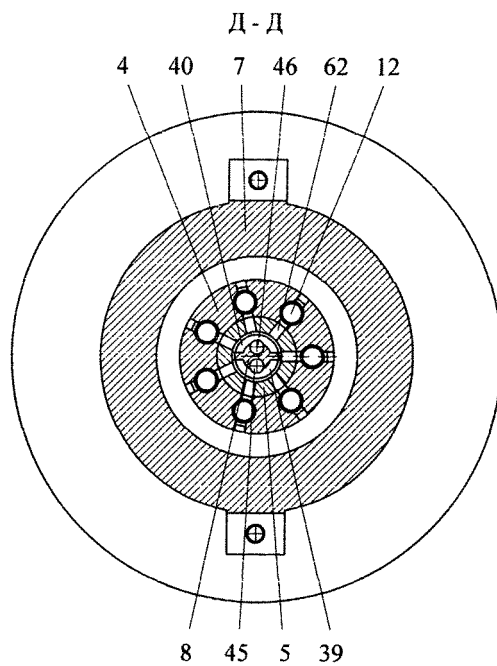
Фиг. 3



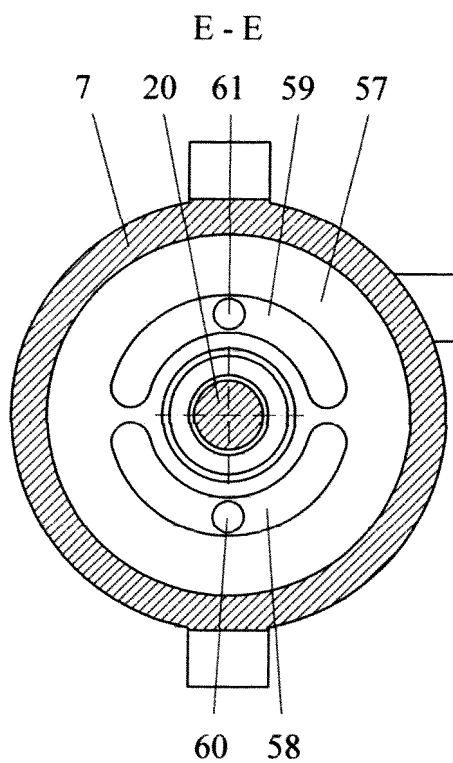
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7