

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 6126

(13) U

(46) 2010.04.30

(51) МПК (2009)

F 16H 61/00

F 15B 11/00

(54)

ОБЪЕМНАЯ ГИДРОПЕРЕДАЧА

(21) Номер заявки: u 20090793

(22) 2009.09.29

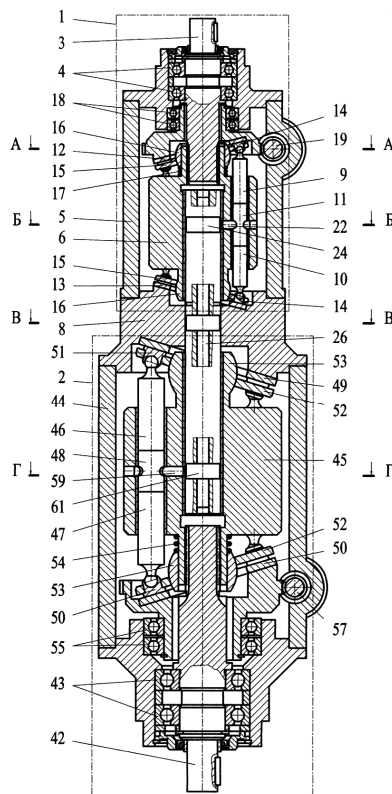
(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Котлобай Анатолий Яковлевич; Котлобай Андрей Анатольевич; Селивончик Николай Михайлович; Костко Юрий Викторович; Кондратьев Сергей Владимирович; Тамело Владимир Федорович (ВУ)

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

(57)

1. Объемная гидropередача, содержащая аксиально-поршневой насос переменной производительности и гидромотор, включающие установленные с возможностью поворота в одном корпусе блоки цилиндров с поршнями, взаимодействующими с наклонными шайбами, образующими рабочие полости насоса и гидромотора, связанные между собой через



Фиг. 1

ВУ 6126 U 2010.04.30

гидрораспределители, и систему управления положением шайб насоса и гидромотора, **отличающаяся** тем, что блоки цилиндров насоса и гидромотора установлены на одном неподвижном валу, оснащены двумя группами поршней на торцевых поверхностях блоков цилиндров, взаимодействующих с наклонными шайбами, установленными с постоянным углом относительно оси объемной гидропередачи, гидрораспределители насоса и гидромотора выполнены в виде двух полукольцевых пазов, образованных на поверхности неподвижного вала, связанных радиальными каналами с рабочими полостями насоса и гидромотора.

2. Объемная гидропередача по п. 1, **отличающаяся** тем, что наклонные шайбы насоса и гидромотора установлены в подшипниковых узлах с возможностью поворота относительно оси объемной гидропередачи на угол $0-180^\circ$ в одной плоскости.

3. Объемная гидропередача по п. 1, **отличающаяся** тем, что каждая подвижная наклонная шайба оснащена зубчатым венцом червячного зацепления, взаимодействующим с червяком, установленным в подшипниковом узле корпуса, и приводимым во вращение от вала автономного двигателя.

4. Объемная гидропередача по п. 1, **отличающаяся** тем, что насос дополнительно оснащен двухпоточным делителем потока, включающим распределительную втулку, установленную в корпусе насоса по наружной образующей поверхности блока цилиндров, две группы продольных пазов на образующей поверхности блока цилиндров, смещенных относительно друг друга по оси блока, и две группы каналов на поверхности распределяющей втулки в зонах групп продольных пазов блока цилиндров, смещенных на расчетный угол, полости одной группы продольных пазов блока цилиндров связаны с полостью полукольцевого паза гидрораспределителя и отводящим каналом насоса через каналы распределяющей втулки, а полости продольных пазов второй группы связаны радиальными каналами в блоке цилиндров с подводящим каналом гидромотора и через каналы распределяющей втулки с полостью полукольцевого паза гидрораспределителя.

(56)

1. Андреев А.Ф., Барташевич Л.В., Богдан Н.В. и др. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашин и передачи: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В. Гуськова. - Минск: Вышэйшая школа, 1987. - С. 270, рис. 14.9.

Полезная модель относится к гидромашиностроению и может быть использована в объемном гидроприводе мобильных и стационарных технологических машин.

Известна объемная гидропередача, содержащая аксиально-поршневой насос переменной производительности и гидромотор, включающие установленные с возможностью поворота в одном корпусе блоки цилиндров с поршнями, взаимодействующими с наклонными шайбами, образующими рабочие полости насоса и гидромотора, связанные между собой через гидрораспределители, и систему управления положением шайб насоса и гидромотора [1].

Известная объемная гидропередача обладает рядом положительных качеств: высокое рабочее давление; быстроходность; компактность, малые габаритные размеры и масса; высокие значения объемного и общего КПД; возможность бесступенчатого регулирования скорости в широком диапазоне, малая инерционность гидромотора.

Недостатками известной объемной гидропередачи являются высокие габариты и материалоемкость и ограниченные функциональные возможности.

Высокие габариты и материалоемкость объемной гидропередачи объясняются тем, что применяемый способ регулирования частоты вращения выходного звена аксиально-поршневого гидромотора, состоящий в изменении хода поршней посредством насоса и

ВУ 6126 U 2010.04.30

гидромотора посредством изменения углов наклона шайб, при ограничении давления в гидравлическом контуре системы управления, требует наличия мощных и материалоемких гидравлических агрегатов систем приводов механизмов поворота шайб насоса и гидромотора, приводящих к существенному увеличению габаритов и материалоемкости объемной гидропередачи. Ограниченные функциональные возможности объясняются тем, что гидропередача обеспечивает передачу мощности на привод рабочих органов одного потребителя, не обеспечивая отбора мощности данного насоса на привод иных потребителей. Применение гидропередачи в многомоторных приводах требует использования дополнительных насосов и механических агрегатов привода их, высокая материалоемкость и стоимость которых ограничивает широкое применение гидрообъемных трансмиссий машин.

Задачей, решаемой полезной моделью, является снижение габаритов, материалоемкости и расширение функциональных возможностей объемной гидропередачи.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в объемной гидропередаче, содержащей аксиально-поршневой насос переменной производительности и гидромотор, включающие установленные с возможностью поворота в одном корпусе блоки цилиндров с поршнями, взаимодействующими с наклонными шайбами, образующими рабочие полости насоса и гидромотора, связанные между собой через гидрораспределители, и систему управления положением шайб насоса и гидромотора, блоки цилиндров насоса и гидромотора установлены на одном неподвижном валу, оснащены двумя группами поршней на торцевых поверхностях блоков цилиндров, взаимодействующих с наклонными шайбами, установленными с постоянным углом относительно оси объемной гидропередачи, гидрораспределители насоса и гидромотора выполнены в виде двух полукольцевых пазов, образованных на поверхности неподвижного вала, связанных радиальными каналами с рабочими полостями насоса и гидромотора.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что наклонные шайбы насоса и гидромотора установлены в подшипниковых узлах с возможностью поворота относительно оси объемной гидропередачи на угол $0-180^\circ$ в одной плоскости.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что каждая подвижная наклонная шайба оснащена зубчатым венцом червячного зацепления, взаимодействующим с червяком, установленным в подшипниковом узле корпуса, и приводимым во вращение от вала автономного двигателя.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что насос дополнительно оснащен двухпоточным делителем потока, включающим распределительную втулку, установленную в корпусе насоса по наружной образующей поверхности блока цилиндров, две группы продольных пазов на образующей поверхности блока цилиндров, смещенных относительно друг друга по оси блока, и две группы каналов на поверхности распределяющей втулки в зонах групп продольных пазов блока цилиндров, смещенных на расчетный угол, полости одной группы продольных пазов блока цилиндров связаны с полостью полукольцевого паза гидрораспределителя и отводящим каналом насоса через каналы распределяющей втулки, а полости продольных пазов второй группы связаны радиальными каналами в блоке цилиндров с подводным каналом гидромотора и через каналы распределяющей втулки с полостью полукольцевого паза гидрораспределителя.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения уменьшают габариты и материалоемкость объемной гидропередачи за счет применения более рационального способа регулирования параметров частоты вращения вала гидромотора, исключая необходимость применения мощных и материалоемких гидравлических агрегатов систем приводов механизмов поворота шайб насоса и гидромотора. Также существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения обеспечивают расширение функциональных возможностей за счет передачи мощности на привод рабо-

ВУ 6126 U 2010.04.30

чих органов двух потребителей, при синхронном перемещении рабочих органов, без использования дополнительного насоса и механических агрегатов привода его.

На фиг. 1 представлен поперечный разрез однопоточной объемной нереверсируемой гидropередачи с регулируемым насосом и гидромотором; 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 - поперечный разрез однопоточной объемной реверсируемой гидropередачи с регулируемым насосом и нерегулируемым гидромотором; на фиг. 7 - поперечный разрез однопоточной объемной реверсируемой гидropередачи с регулируемым насосом и гидромотором; на фиг. 8 - поперечный разрез двухпоточной объемной гидropередачи с регулируемым насосом; на фиг. 9 - фрагмент развертки ротора и распределяющей втулки делителя потока насоса; на фиг. 10 - разрез Д-Д на фиг. 8; на фиг. 11 - разрез Е-Е на фиг. 8; на фиг. 12 - разрез Ж-Ж на фиг. 8.

Объемная гидropередача включает аксиально-поршневой регулируемый насос 1, аксиально-поршневой гидромотор 2.

Аксиально-поршневой насос 1 (фиг. 1, фиг. 8) включает вал 3, установленный в подшипниковом узле 4 крышки корпуса 5 насоса 1, блок цилиндров 6, связанный посредством шлицевого соединения с валом 3. Блок цилиндров 6 установлен по образующей поверхности неподвижного вала 7, закрепленного в корпусе 8 клапанной коробки (клапаны не показаны). Аксиально-поршневой насос оснащен двумя группами поршней 9, 10, образующими рабочие полости 11. Поршни 9, 10 прижимаются к поверхностям установленных наклонно шайб 12, 13 с помощью бронзовых башмаков 14, завальцованных на их сферических головках, прижимных дисков 15, сферы 16 втулки и сферы 16, образованной на блоке цилиндров 6, и пружины 17.

Шайба 12 установлена в подшипниковом узле 18 с возможностью поворота на 180° относительно оси насоса (фиг. 1). Для обеспечения поворота шайба 12 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 19 установлен в подшипниковых узлах 20 корпуса 5 насоса. Привод червяка 19 осуществляется автономным двигателем 21. Шайба 13 установлена неподвижно в корпусе 8 клапанной коробки.

При однопоточном исполнении насоса 1 (фиг. 1) рабочие полости 11 связаны радиальными каналами 22 с полостями полукольцевых пазов 23, 24 гидрораспределителя насоса, образованных на поверхности неподвижного вала 7. На периферии блока цилиндров 6 каналы 22 закрыты пробками.

Полости полукольцевых пазов 23, 24 связаны с каналами 25, 26 вала 7. При нереверсивном насосе 1 канал 25 - подводящий, а канал 26 - отводящий. Каналы 25, 26 соединены с каналами 27, 28 корпуса 8 клапанной коробки, предназначенными для подключения клапанов (не показаны).

При двухпоточном исполнении насос 1 (фиг. 8) дополнительно оснащен распределяющей втулкой 29, установленной в корпусе 5 по наружной образующей поверхности блока цилиндров 6. Рабочие полости 11 связаны радиальными каналами 22 с полостями полукольцевых пазов гидрораспределителя насоса: 23, образованного на поверхности неподвижного вала 7, и 30, выполненного на поверхности распределяющей втулки 29.

Насос 1 дополнительно оснащен двухпоточным делителем потока, включающим две группы продольных пазов 31, 32 на образующей поверхности блока цилиндров 6, смещенных по оси блока, и две группы каналов 33, 34 на поверхности распределяющей втулки 29 в зонах групп продольных пазов 31, 32 блока цилиндров 6, смещенных на расчетный угол. Полость полукольцевого паза 30 гидрораспределителя связана с полостями кольцевых канавок: 35, выполненной на поверхности блока цилиндров 6, и 36, выполненной в корпусе 5 насоса 1. Для подключения агрегатов системы подпитки (не показаны) в корпусе 5 предусмотрен канал 37, связанный с полостью полукольцевого паза 30. Полости группы продольных пазов 31 связаны с полостью кольцевой канавки 35 и отводящим каналом 38 насоса 1 через каналы 33 распределяющей втулки 29. Полость кольцевой канав-

ВУ 6126 U 2010.04.30

ки 36 связана через каналы 34 распределяющей втулки 29 с полостями группы продольных пазов 32 и радиальными каналами 39 в блоке цилиндров 6 с полостями кольцевой канавки 40 и паза 41 - второго отводящего канала насоса 1, выполненных на поверхности вала 7. Пустота паза 41 связана с полостью канала 26 - подводящего канала гидромотора 2.

Аксиально-поршневой гидромотор 2 включает ведомый вал 42, установленный в подшипниковом узле 43 крышки корпуса 44 гидромотора 2, блок цилиндров 45, связанный посредством шлицевого соединения (фиг. 1, фиг. 7) либо зубчатой муфты (фиг. 6) с валом 42. Блок цилиндров 45 установлен по образующей поверхности неподвижного вала 7, закрепленного в корпусе 8 клапанной коробки (клапаны не показаны). Аксиально-поршневой гидромотор оснащен двумя группами поршней 46, 47 (фиг. 1, фиг. 7), либо одной группой поршней 46 (фиг. 6), образующими рабочие полости 48. Поршни 46, 47 прижимаются к поверхностям установленных наклонно шайб 49, 50 с помощью бронзовых башмаков 51, завальцованных на их сферических головках, прижимных дисков 52, сферических втулок 53 и пружины 54.

Шайбы 49, 50 установлены в подшипниковых узлах 55 с возможностью поворота на 180° относительно оси гидромотора (фиг. 7). Для обеспечения поворота шайбы 49, 50 оснащены зубчатыми венцами червячного зацепления. Червяки 56, 57 установлены в подшипниковых узлах корпуса 44 гидромотора 2. Привод червяков 56, 57 осуществляется автономными двигателями 58. Шайба 49 может быть установлена неподвижно в корпусе 8 клапанной коробки (фиг. 1).

Рабочие полости 48 связаны радиальными каналами 59 с полостями полукольцевых пазов 60, 61 гидрораспределителя гидромотора 2, образованных на поверхности неподвижного вала 7. На периферии блока цилиндров 45 каналы 59 закрыты пробками. Полости полукольцевых пазов 60, 61 связаны с каналами 25, 26 вала 7.

Объемная гидropередача работает следующим образом.

При работе объемной гидropередачи вал 3 насоса 1 вращается от двигателя (не показан) и приводит во вращение блок цилиндров 6 посредством шлицевого соединения. Поршни 9, 10 прижимаются к поверхностям установленных наклонно шайб 12, 13 с помощью бронзовых башмаков 14, завальцованных на их сферических головках, прижимных дисков 15, сфер 16 втулки и сферы 16, образованной на блоке цилиндров 6, и пружины 17. При вращении блока цилиндров 6 поршни 9, 10 совершают возвратно-поступательное движение в блоке цилиндров 6. При выдвигении поршней 9, 10 из блока цилиндров 6 объем рабочей полости 11 каждого цилиндра увеличивается. Жидкость через канал 25 поступает в полость полукольцевого паза 23 гидрораспределителя насоса 1 и через каналы 22 - в рабочие полости 11 блока цилиндров 6.

При однопоточном исполнении насоса 1 (фиг. 1) при движении поршней 9, 10 внутрь блока цилиндров 6 рабочая жидкость через каналы 22 поступает в полость полукольцевого паза 24 гидрораспределителя и канал 26.

Конструктивная схема насоса обеспечивает возможность регулирования подачи рабочей жидкости без применения сложного и энергоемкого механизма изменения угла наклона шайб 12, 13. При параллельном положении шайб 12, 13 в каждом цилиндре один из поршней работает на всасывание, а второй - на подачу. Условный приведенный ход поршней 9, 10 каждого цилиндра, равный сумме их ходов, равен нулю. Подача рабочей жидкости в канал 26 нулевая. Для увеличения подачи рабочей жидкости насоса включается двигатель 21 (например, электрический), вращающий червяк 19 и поворачивающий шайбу 12 в подшипниковом узле 18 относительно оси насоса в диапазоне изменения угла 0-180°. Положение шайбы 13 остается неизменным. При повороте шайбы 12 изменяется фазовый угол ее относительно положения пазов 23, 24 гидрораспределителя, увеличивая условный приведенный ход поршней 9, 10 каждого цилиндра от нулевого - при движении поршней 9, 10 в одну сторону, до максимального - при движении поршней навстречу друг другу,

значений. Подача рабочей жидкости в канал 26 увеличивается от нуля до максимального значения.

Предлагаемый способ регулирования подачи рабочей жидкости насоса является менее энергоемким, чем известный способ изменения угла наклона шайбы. Это объясняется тем, что при известном способе изменения угла наклона шайбы необходимо преодолеть усилие, например P_n , определяемое давлением в рабочей полости 11, а при предлагаемом способе - усилие $P_n \sin \beta_n$ (β_n - угол наклона шайбы насоса, $\beta_n \approx 20^\circ$). Окружное усилие на зубчатом венце шайбы 12 меньше усилия $P_n \sin \beta_n$ с учетом соотношения радиусов приложения нагрузок. Соответственно, момент сопротивления повороту червяка 19, определяемый с учетом передаточного отношения червячной пары механизма управления поворотом шайбы 12, невелик, что потребует применения относительно маломощного двигателя (например, электродвигателя), существенно понижающего энергоемкость привода управления. Червячная передача является самотормозящейся, что обеспечивает надежную фиксацию положения шайбы 12 при работе гидромашины. Применение электродвигателей управления обеспечивает большие потенциальные возможности автоматизации системы управления.

Рабочая жидкость насоса 1 через канал 26 поступает в полость полукольцевого паза 61 гидрораспределителя гидромотора 2 и далее через каналы 59 - в рабочие полости 48 гидромотора 2. Примем исходным положением шайб 49, 50 установку их с наклоном в разные стороны от центральной поперечной плоскости блока цилиндров 45 (фиг. 1, фиг. 7), при котором условный приведенный ход поршней 46, 47 каждого цилиндра максимальный. Усилия $P_m \sin \beta_m$ (β_m - угол наклона шайбы гидромотора, $\beta_m \approx 20^\circ$) в контакте башмака 50 каждого поршня 46, 47 с шайбой 49, 50 поворачивают блок цилиндров 45 относительно оси, реализуя на валу 42 крутящий момент. В этом положении суммарное усилие, поворачивающее блок цилиндров 4, и момент, реализуемый на валу, максимальные. При повороте шайбы 50 в подшипниковом узле 55 посредством червяка 57, приводимого двигателем 58, суммарное усилие, поворачивающее блок цилиндров 45 относительно оси, уменьшается. Частота вращения вала 42 увеличивается. При приближении положения шайбы 50 к положению, при котором она параллельна шайбе 49, суммарное усилие, поворачивающее блок цилиндров 45 и вал 42, равно разности усилий, создаваемых поршнями 46, 47 одного цилиндра, минимальное и не превышает сил трения в механизмах гидромашины. КПД снижается, и гидромотор останавливается.

При сближении поршней 46, 47 жидкость из полостей 48 поступает через радиальные каналы 59 в полость полукольцевого паза 60 гидрораспределителя и через канал 25 - в полость полукольцевого паза 23 насоса 1. Далее цикл работы гидropередачи по замкнутому контуру повторяется, как описано выше. Утечки рабочей жидкости на слив через каналы дренажа (не показаны) компенсируются агрегатами подпитки (не показаны), подключаемыми к каналам 27, 28 клапанной коробки 8.

Диаметр поршней 9, 10 насоса 1 меньше диаметра поршней 46, 47 гидромотора 2, что позволяет снижать частоту вращения вала 42 подключения потребителей по сравнению с частотой вращения вала 3 насоса 1, связанного с валом двигателя, как правило быстрого. Гидropередача с регулированием рабочих объемов насоса 1 и гидромотора 2, определяемых условными приведенными ходами поршней 9, 10 и 46, 47, обеспечивает широкий диапазон изменения частоты вращения вала 42 гидромотора 2 при постоянной частоте вращения вала 3 насоса 1.

Гидropередача с регулированием положения одной наклонной шайбы насоса 1 и гидромотора 2 при блоках цилиндров 6, 45 с двумя группами поршней в каждом не обеспечивает реверсирования вала 42 гидромотора 2. Гидropередача с гидромотором 2, оснащенным одной группой поршней 46 (фиг. 6), обеспечивает реверсирование вала 42 при повороте шайбы 49 посредством червяка 56, приводимого двигателем 58, на угол

ВУ 6126 U 2010.04.30

180°. Диапазон регулирования частоты вращения вала 42 определяется диапазоном регулирования рабочего объема насоса 1.

Гидропередача с регулированием положения одной наклонной шайбы насоса 1 и двух наклонных шайб гидромотора 2 при блоках цилиндров 6, 45 с двумя группами поршней в каждом (фиг. 7) обеспечивает реверсирование вала 42 гидромотора 2 при широком диапазоне изменения частоты вращения вала 42 посредством регулирования рабочих объемов насоса 1 и гидромотора 2. При этом шайба 49 фиксируется в одном из двух диаметральных положений, отличных на 180°, обеспечиваемых червяком 56, определяя направление вращения вала 42, а изменение положения шайбы 50 посредством червяка 57 обеспечивает регулирование рабочего объема гидромотора 2 и частоты вращения вала 42, как описано выше.

Компоновка агрегатов гидропередачи на одном валу и предлагаемый способ изменения объемов насоса и гидромотора посредством изменения условного произведенного хода поршней обоих гидромашин позволяют уменьшить габаритные размеры и материалоемкость гидропередачи, применять гидроаппаратуру управления малых габаритов с низкими нагрузками.

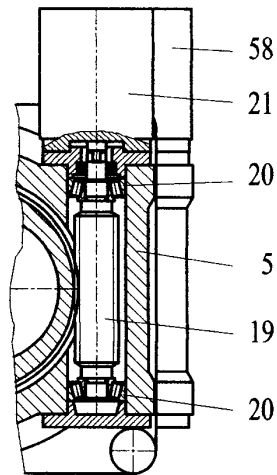
При двухпоточном исполнении насоса 1 (фиг. 8), используемом при реализации двухмоторных приводов ходового и технологического оборудования при синхронном перемещении рабочих органов, без использования дополнительного насоса и механических агрегатов привода его, при движении поршней 9, 10 внутрь блока цилиндров 6 рабочая жидкость через каналы 22 поступает в полость полукольцевого паза 30 гидрораспределителя насоса и далее в полости кольцевых канавок 35, 36 и полости продольных пазов 31. Из полостей продольных пазов 31 рабочая жидкость периодически поступает через каналы 33 распределяющей втулки 29 и отводящий канал 38 насоса 1 в напорную магистраль второго потребителя. Из полости кольцевой канавки 36 рабочая жидкость периодически поступает через каналы 34 в полости продольных пазов 32 и по каналам 39 в полость кольцевой канавки 40 и паза 41. Из полости паза 41 рабочая жидкость по каналу 26 поступает в полость полукольцевого паза 61 гидрораспределителя гидромотора и далее в рабочие полости 48 гидромотора 2. Цикл работы гидропередачи описан выше. Канал 37 служит для подключения агрегатов контура подпитки.

Также к каналам 27, 28, 37 могут подключаться гидропневматические аккумуляторы для снижения динамичности работы объемной гидропередачи при работе с двухпоточным насосом.

Гидропередача, оснащенная двухпоточным регулируемым насосом, обеспечивает отбор мощности на привод дополнительного оборудования, что расширяет функциональные возможности объемной гидропередачи.

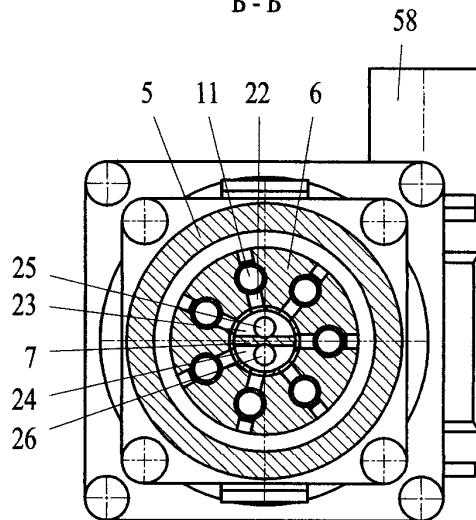
Таким образом, предлагаемое техническое решение уменьшает габариты и материалоемкость объемной гидропередачи за счет компоновки агрегатов гидропередачи на одном валу, использования более рационального способа регулирования параметров частоты вращения вала гидромотора, исключая необходимость применения мощных и материалоемких гидравлических агрегатов систем приводов механизмов поворота шайб насоса и гидромотора. Также предлагаемое техническое решение обеспечивает расширение функциональных возможностей за счет передачи мощности на привод рабочих органов двух потребителей, при синхронном перемещении рабочих органов, без использования дополнительного насоса и механических агрегатов привода его.

A - A



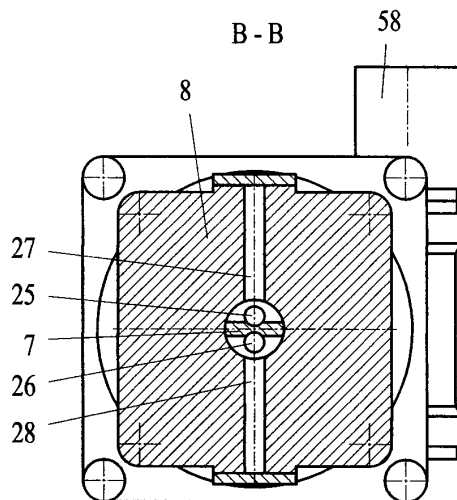
Фиг. 2

Б - Б

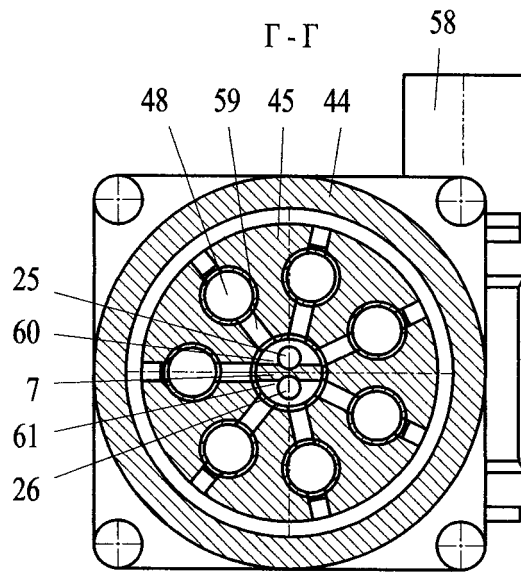


Фиг. 3

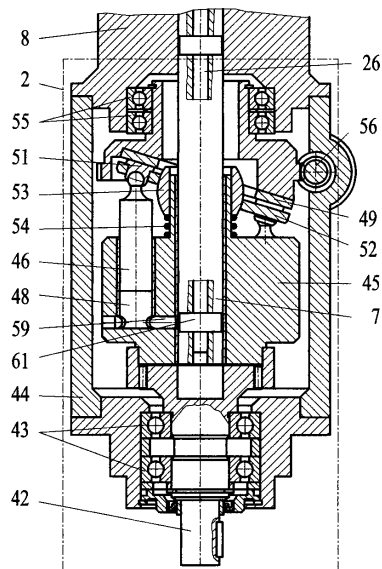
В - В



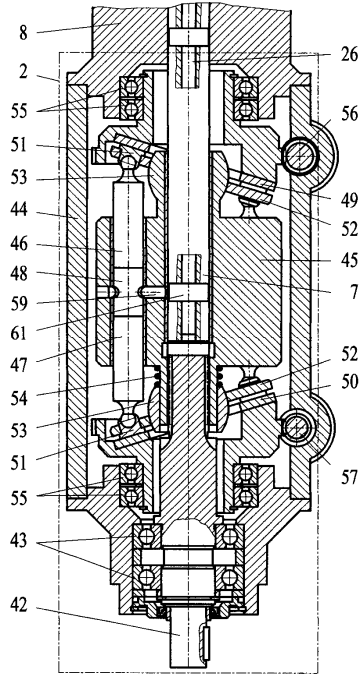
Фиг. 4



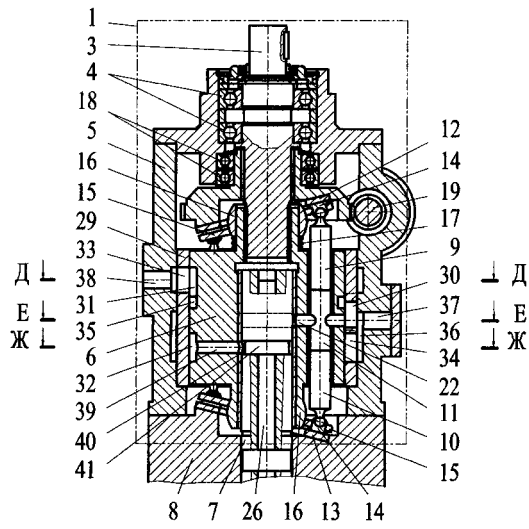
Фиг. 5



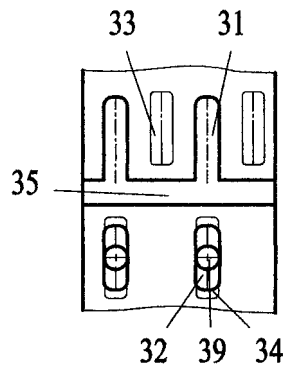
Фиг. 6



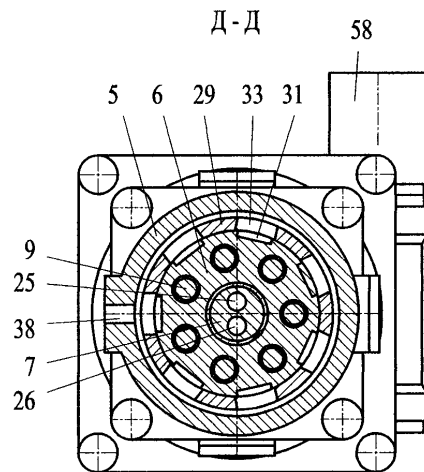
Фиг. 7



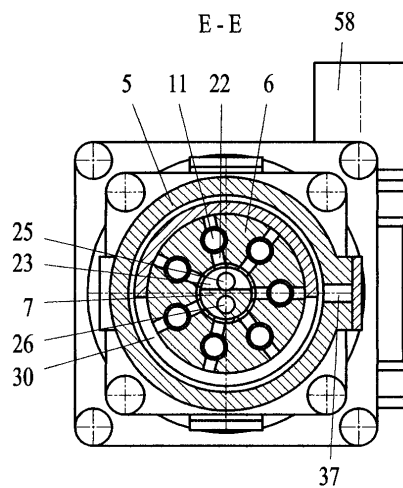
Фиг. 8



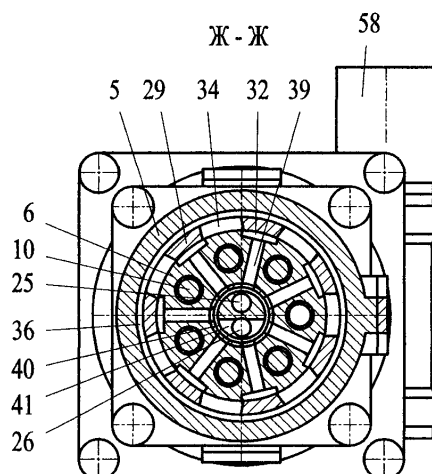
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12