

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 20794

(13) С1

(46) 2017.02.28

(51) МПК

F 16H 39/00 (2006.01)

F 16H 48/26 (2006.01)

(54)

ГИДРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА

(21) Номер заявки: а 20130324

(22) 2013.03.15

(43) 2014.10.30

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

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

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

(56) ВУ 6126 U, 2010.

ВУ 7658 U, 2011.

RU 2067235 C1, 1996.

SU 1564439 A1, 1990.

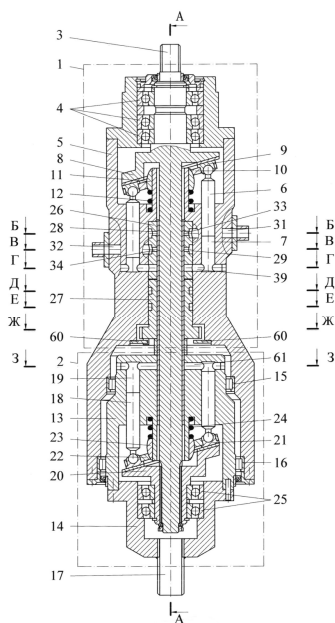
UA 89298 C2, 2010.

WO 89/05923 A1.

US 7117672 B2, 2006.

(57)

Гидродифференциальная передача, содержащая насос переменной производительности, включающий ведущий вал, на котором жестко закреплены две наклонные шайбы, неподвижный блок цилиндров, поршни которых, прижатые к поверхности первой из указанных шайб, входят в соответствующие им рабочие полости, и гидрораспределитель насоса с распределительной втулкой, установленной на ведущем валу с возможностью поворота относительно его оси на угол от 0 до 180°, последовательно соединенный с насосом гидромотор постоянного объема, включающий ведомый вал, связанный с ним установленный в подшипниковых узлах поворотный блок цилиндров, поршни которых,



Фиг. 1

ВУ 20794 С1 2017.02.28

прижатые к поверхности второй из указанных шайб, входят в соответствующие им рабочие полости, и связанный с гидрораспределителем насоса гидрораспределитель гидромотора, а также корпус гидродифференциальной передачи, причем гидрораспределитель насоса содержит три группы, а гидрораспределитель гидромотора - одну группу диаметрально противоположных друг другу сегментных пазов, выполненных в наружной поверхности ведущего вала и связанных с выполненными в том же валу напорным и всасывающим каналами передачи, сегментные пазы гидрораспределителя гидромотора и первая группа пазов гидрораспределителя насоса связаны соответственно с рабочими полостями поворотного блока цилиндров и половиной рабочих полостей неподвижного блока цилиндров, а вторая и третья группы пазов гидрораспределителя насоса связаны с оставшимися рабочими полостями неподвижного блока цилиндров посредством радиальных каналов и секторных канавок в наружной поверхности распределительной втулки, выполненной с возможностью обеспечения в одном крайнем ее положении забора жидкости из всасывающего канала всеми цилиндрами неподвижного блока, а в другом - половиной из них, с одновременным забором остальными цилиндрами неподвижного блока жидкости из напорного канала.

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

Известна гидродифференциальная передача, содержащая насос переменной производительности и гидромотор постоянного объема с ведущим и ведомым валами, блоками цилиндров с рабочими полостями, образованными поршнями, взаимодействующими с установленными наклонно шайбами, и гидрораспределителями, связывающими рабочие полости насоса и гидромотора [1].

Известная гидродифференциальная передача обладает рядом положительных качеств: высокое рабочее давление и КПД; быстроходность; возможность бесступенчатого регулирования скорости 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, приводящий к существенному увеличению габаритов и материалоемкости гидродифференциальной передачи. Кроме того, изменение хода поршня в конструктивной схеме насоса с неподвижным блоком цилиндров и 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 гидродифференциальная передача, содержащая насос переменной производительности, включающий ведущий вал, на котором жестко закреплены две наклонные шайбы, неподвижный блок цилиндров, поршни которых, прижатые к поверхности первой из указанных шайб, входят в соответствующие им рабочие полости, и гидрораспределитель насоса с распределительной втулкой, установленной на ведущем валу с возможностью поворота относительно его оси на угол от 0 до 180°, последовательно соединенный с насосом гидромотор постоянного объема, включающий ведомый вал, связанный с ним установленный в подшипниковых узлах поворотный блок цилиндров, поршни которых, прижатые к поверхности второй из указанных

шайб, входят в соответствующие им рабочие полости, и связанный с гидрораспределителем насоса гидрораспределитель гидромотора, а также корпус гидродифференциальной передачи, причем гидрораспределитель насоса содержит три группы, а гидрораспределитель гидромотора - одну группу диаметрально противоположных друг другу сегментных пазов, выполненных в наружной поверхности ведущего вала и связанных с выполненными в том же валу напорным и всасывающим каналами передачи, сегментные пазы гидрораспределителя гидромотора и первая группа пазов гидрораспределителя насоса связаны соответственно с рабочими полостями поворотного блока цилиндров и половиной рабочих полостей неподвижного блока цилиндров, а вторая и третья группы пазов гидрораспределителя насоса связаны с оставшимися рабочими полостями неподвижного блока цилиндров посредством радиальных каналов и секторных канавок в наружной поверхности распределительной втулки, выполненной с возможностью обеспечения в одном крайнем ее положении забора жидкости из всасывающего канала всеми цилиндрами неподвижного блока, а в другом - половиной из них, с одновременным забором остальными цилиндрами неподвижного блока жидкости из напорного канала.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения уменьшают сложность конструкции и материалоемкость гидродифференциальной передачи за счет применения рационального способа регулирования эквивалентного объема насоса, исключая необходимость применения мощных и материалоемких гидравлических агрегатов систем приводов механизма поворота наклонной шайбы насоса.

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.

Аксиально-поршневой насос 1 переменной производительности включает ведущий вал 3, установленный в подшипниковом узле 4 корпуса 5 гидродифференциальной передачи. Неподвижный блок цилиндров насоса 1 с четным числом цилиндров выполнен заодно с корпусом 5. Поршни 6 образуют рабочие полости 7 в блоке цилиндров насоса 1. Поршни 6 прижимаются к поверхности шайбы 8, выполненной заодно с валом 3, с помощью бронзовых башмаков 9, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 10, сферической втулки 11 и пружины 12.

Аксиально-поршневой гидромотор 2 включает блок цилиндров 13 с крышкой 14, установленный в подшипниковых узлах 15, 16 корпуса 5 гидродифференциальной передачи с возможностью поворота относительно оси. В крышке 14 закреплен ведомый вал 17. Поршни 18 образуют рабочие полости 19 и прижимаются к поверхности шайбы 20 с помощью бронзовых башмаков 21, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 22, сферической втулки 23 и пружины 24. Шайба 20 установлена в подшипниковом узле 25 крышки 14 и закреплена на ведущем валу 3 посредством шлицевого соединения.

Гидрораспределитель включает распределительные втулки 26, 27, установленные в корпусе 5. Распределительная втулка 26 установлена в корпусе 5 неподвижно. Распределительная втулка 27 установлена в корпусе 5 с возможностью поворота относительно оси. На наружной поверхности распределительной втулки 26 образованы две кольцевые канавки 28, 29, связанные с каналами 31, 32 подключения предохранительного клапана и контура подпитки, а также каналами 33, 34 с полостями диаметрально противоположных сегментных пазов 35, 36 с одинаковыми центральными углами, составляющими 180°, образованных на наружной поверхности ведущего вала 3. Полости сегментных пазов 35, 36 связаны с напорным 37 и всасывающим 38 каналами гидродифференциальной передачи, образованными в ведущем валу 3.

ВУ 20794 С1 2017.02.28

Рабочие полости 7 первой половины диаметрально противоположных цилиндров насоса 1 связаны радиальными каналами 39, выполненными в корпусе 5 и распределительной втулке 26, с полостями сегментных пазов 40, 41 первой группы насоса 1, образованных на наружной поверхности ведущего вала 3, и связанными с напорным 37 и всасывающим 38 каналами гидродифференциальной передачи. Сегментные пазы 40, 41 выполнены с одинаковыми центральными углами, составляющими 180° .

Рабочие полости 7 второй половины диаметрально противоположных цилиндров насоса 1 связаны посредством продольных 42, 43, 44, 45 и радиальных 46 каналов, выполненных в корпусе 5 с полостями секторных канавок 47, 48, 49, 50, выполненных на наружной поверхности поворотной распределительной втулки 27. Полости секторных канавок 47, 48 и 49, 50 связаны радиальными каналами 51 с полостями сегментных пазов 52, 53 и 54, 55 второй и третьей групп насоса 1, образованных на наружной поверхности ведущего вала 3. Полости сегментных пазов 52, 54 связаны с напорным 37, а полости сегментных пазов 53, 55 с всасывающим 38 каналами гидродифференциальной передачи. Сегментные пазы 52, 53 и 54, 55 выполнены с одинаковыми центральными углами, составляющими 180° .

Рабочие полости 7 рядом расположенных цилиндров насоса 1 связаны с сегментными пазами 40, 41 первой и 52, 53 и 54, 55 второй и третьей групп.

Для обеспечения поворота распределительная втулка 27 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 56 червячного зацепления распределительной втулки 27 установлен в подшипниковых узлах 57 корпуса 5 гидродифференциальной передачи. Привод червяка 56 осуществляется автономным двигателем 58. Для ограничения угла поворота распределительная втулка 27 оснащена упором 59, взаимодействующим в крайних положениях с ограничителями 60.

Рабочие полости 19 цилиндров блока цилиндров 13 гидромотора 2 связаны радиальными каналами 61 с полостями сегментных пазов 62, 63, образованных на наружной поверхности ведущего вала 3, и связанными с напорным 37 и всасывающим 38 каналами гидродифференциальной передачи. Сегментные пазы 62, 63 выполнены с одинаковыми центральными углами, составляющими 180° .

Продольная плоскость сегментных пазов ведущего вала 3 совпадает с плоскостью наклона шайб 8, 20.

Радиальные каналы 39, 46, 61 закрыты технологическими заглушками.

Гидродифференциальная передача работает следующим образом.

При работе гидродифференциальной передачи канал 32 подключается к контуру подпитки, а канал 31 соединяется с предохранительным клапаном (не показаны). Ведущий вал 3 насоса 1 вращается (по часовой стрелке) от двигателя (не показан) и приводит во вращение наклонные шайбы 8, 20.

Наклонная шайба 8 приводит в движение с помощью прижимного диска 10, сферической втулки 11, пружины 12, бронзовых башмаков 9 поршни 6, совершающие возвратно-поступательное движение в блоке цилиндров насоса 1. При движении поршней 6 в блоке цилиндров насоса 1 объем рабочих полостей 7 изменяется. Сегментные пазы 41, 40, связанные с рабочими полостями 7 половины цилиндров блока цилиндров насоса 1 каналами 39, ориентированы относительно плоскости наклона шайбы 8 таким образом, что при вращении ведущего вала 3 по часовой стрелке полость сегментного паза 40 будет связана с полостями 7 тех цилиндров, поршни 6 которых совершают движение наружу, а полость сегментного паза 41 - с полостями 7 цилиндров, поршни 6 которых совершают движение внутрь блока цилиндров насоса 1.

При движении поршня 6 первой половины цилиндров блока цилиндров насоса 1 внутрь блока цилиндров насоса 1 объем рабочих полостей 7 увеличивается, рабочая жидкость из всасывающего канала 38 поступает в полость сегментного паза 41 и через каналы 39 в рабочие полости 7. При выдвигании поршней 6 первой половины цилиндров блока

ВУ 20794 С1 2017.02.28

цилиндров насоса 1 из блока цилиндров насоса 1 объемы рабочих полостей 7 уменьшаются, рабочая жидкость через каналы 39 поступает в полость сегментного паза 40 и в напорный канал 37.

Рабочие полости 7 каждых двух диаметрально противоположных цилиндров блока цилиндров насоса 1 второй половины цилиндров постоянно связаны через каналы 42, 43, 46 и 44, 45, 46 с полостями секторных канавок 47, 48 и 50, 49 и через каналы 51 с полостями сегментных пазов 52, 53 и 54, 55. При неизменном геометрическом положении сегментных пазов 52, 53 и 54, 55 относительно плоскости наклона шайбы 8 поворот распределительной втулки 27 относительно оси гидродифференциальной передачи изменяет взаимное положение полостей сегментных пазов 52, 53 и 54, 55 и каналов 51, обеспечивая связь рабочих полостей 7 второй половины цилиндров блока цилиндров насоса 1 и полостей сегментных пазов 52, 53 и 54, 55, связанных с напорным 37 и всасывающим 38 каналами гидродифференциальной передачи.

При положении распределительной втулки 27, представленном на фиг. 6, 7, при движении поршня 6 второй половины цилиндров блока насоса 1 внутрь блока цилиндров насоса 1 объем рабочих полостей 7 увеличивается и рабочая жидкость из всасывающего канала 38 поступает в полости сегментных пазов 53, 55, и через каналы 51 в полости секторных канавок 48, 49, и через каналы 46, 43, 45 в рабочие полости 7. При выдвигании поршней 6 второй половины цилиндров из блока цилиндров насоса 1 объемы рабочих полостей 7 уменьшаются, рабочая жидкость через каналы 42, 44, 46 поступает в полости секторных канавок 47, 50 и через каналы 51 в полости сегментных пазов 52, 54 и в напорный канал 37. Все цилиндры насоса 1 работают в одной фазе, т.е. всасывают рабочую жидкость из всасывающего канала 38 и подают ее в напорный канал 37. Эквивалентный рабочий объем насоса 1, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров, максимальный. Подача рабочей жидкости насоса 1 максимальная.

При повороте распределительной втулки 27 на 180° по часовой стрелке посредством двигателя 58 и червяка 56 секторные канавки 47, 48 и 50, 49, связанные каналами 51 с полостями сегментных пазов 52, 53 и 54, 55, меняют свое положение относительно полостей сегментных пазов 52, 53 и 54, 55, обеспечивая изменение положения каналов 42, 43, 44, 45 и рабочих полостей 7 второй половины цилиндров блока цилиндров насоса 1 относительно плоскости наклона шайбы 8. При данном положении распределительной втулки 27 при выдвигании поршней 6 второй половины цилиндров блока насоса 1 из блока цилиндров насоса 1 рабочая жидкость из напорного канала 37 поступает в полости сегментных пазов 52, 54, и через каналы 51 в полости секторных канавок 48, 49, и через каналы 46, 43, 45 в рабочие полости 7 второй половины цилиндров блока цилиндров насоса 1. При движении поршней 6 второй половины цилиндров блока внутрь блока цилиндров насоса 1 рабочая жидкость из рабочих полостей 7 через каналы 42, 44, 46 поступает в полости секторных канавок 47, 50 и через каналы 51 в полости сегментных пазов 53, 55 и всасывающий канал 38. Каждые два рядом расположенных цилиндра блока цилиндров насоса 1 работают в разных фазах, т.е. половина цилиндров блока цилиндров насоса 1 всасывает рабочую жидкость из всасывающего канала 38, а половина цилиндров блока цилиндров насоса 1 всасывает рабочую жидкость из напорного канала 37. Эквивалентный рабочий объем насоса 1, равный сумме всех рабочих объемов цилиндров, минимальный - нулевой. Подача рабочей жидкости насоса 1 минимальная - нулевая.

Упор 59 и ограничители 60 обеспечивают крайние положения распределительной втулки 27. Червячная передача самотормозящаяся и обеспечивает стабильное положение распределяющей втулки 27 и параметры насоса 1. Для реализации необходимого промежуточного значения эквивалентного рабочего объема насоса 1 и его подачи распределительная втулка 27 устанавливается в необходимое промежуточное положение посредством двигателя 58.

BY 20794 C1 2017.02.28

Предлагаемый способ регулирования рабочего объема насоса является мало энергоемким. Это объясняется тем, что момент сопротивления повороту распределительной втулки 27 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 позволяет применять аппаратуру управления малых габаритов с низкими нагрузками.

Из напорного канала 37 рабочая жидкость поступает в полость сегментного паза 62 и далее по каналам 61 в рабочие полости 19 блока цилиндров 13 гидромотора 2. Поршни 18 перемещаются и, взаимодействуя посредством башмаков 21 с наклонной шайбой 20, поворачивают блок цилиндров 13 с ведомым валом 17 в подшипниковых узлах 15, 16 корпуса 5 относительно оси гидродифференциальной передачи. При движении поршней 18 наружу из блока цилиндров 13 рабочая жидкость из полостей 19 поступает по каналам 61 в полость сегментного паза 63 и всасывающий канал 38. Для компенсации утечек рабочей жидкости во всасывающий канал 38 подается рабочая жидкость из контура подпитки (не показан) через канал 32. При перегрузке ведомого вала 17 часть рабочей жидкости вытекает из напорного канала 37 через предохранительный клапан (не показан) гидросистемы.

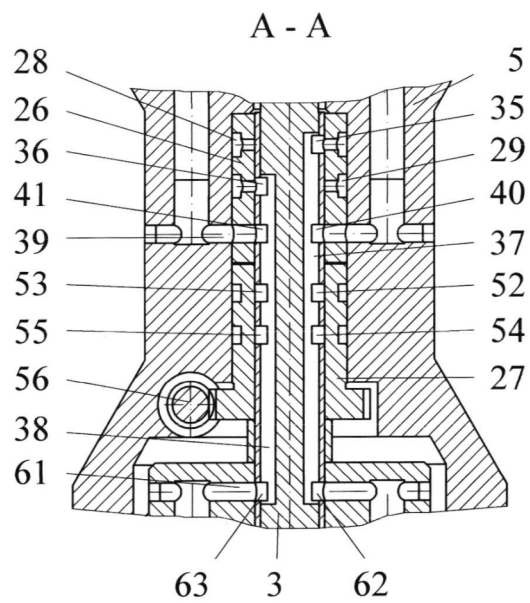
При положении шайб 8, 20 (фиг. 1) вращение ведомого вала 17 формируется за счет вращения шайбы 20 вместе с ведущим валом 3 и вращения блока цилиндров 13 относительно ведущего вала 3 в обратном направлении. Гидродифференциальная передача обеспечивает передачу мощности ведущего вала 3 на ведомый вал 17 двумя потоками: гидравлическим через рабочую жидкость и механическим через вал 3. Разделение потока мощности внутреннее.

В исходном положении гидродифференциальной передачи насос 1 обеспечивает максимальную подачу посредством установки распределительной втулки 27 в исходное положение (фиг. 6, 7). В данном положении при одинаковых конструктивных параметрах качающих групп насоса 1 и гидромотора 2 ведомый вал 17 остановлен, поскольку блок цилиндров 13 и ведущий вал 3 вращаются в различном направлении с одинаковой скоростью. По мере уменьшения подачи насоса 1 посредством поворота распределительной втулки 27 (как описано выше) скорость ведомого вала 17 увеличивается за счет уменьшения разности скоростей блока цилиндров 13 и ведущего вала 3. При нулевой подаче насоса 1 поршни 18 блокируются и скорость ведомого вала 17 равна скорости ведущего вала 3.

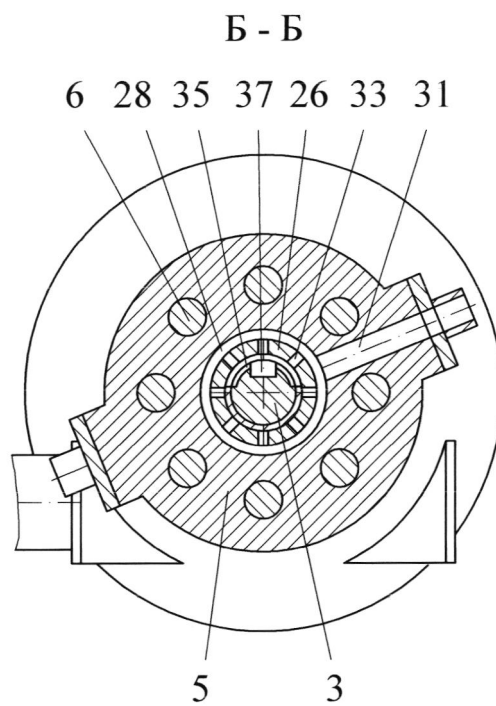
Таким образом, предлагаемое техническое решение уменьшает сложность конструкции и материалоемкость гидродифференциальной передачи за счет применения рационального способа регулирования эквивалентного объема насоса, исключающего необходимость применения мощных и материалоемких гидравлических агрегатов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

Источники информации:

1. BY 6126 U, 2010.

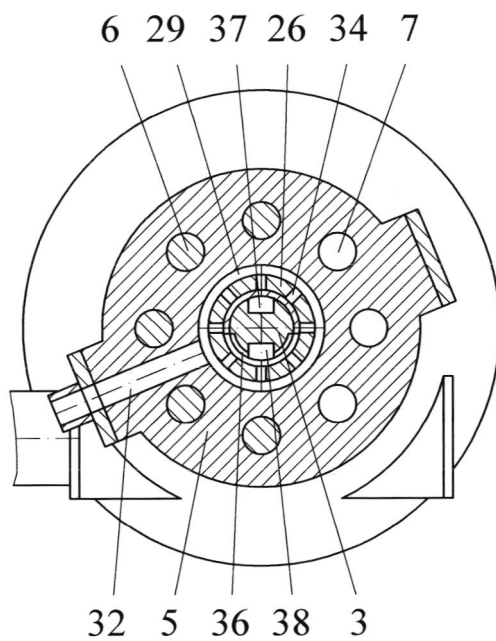


Фиг. 2



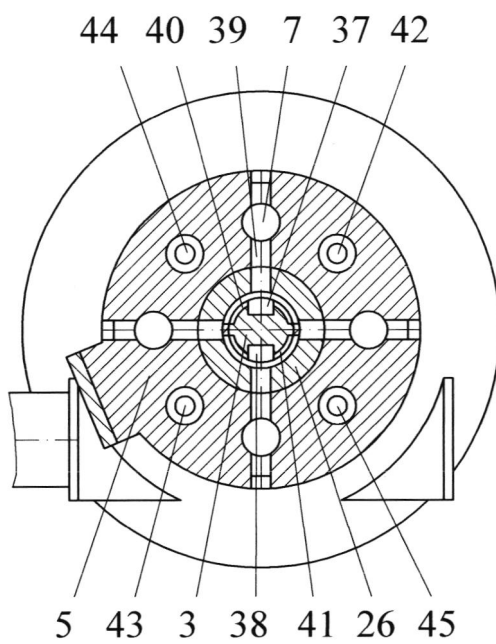
Фиг. 3

В - В



Фиг. 4

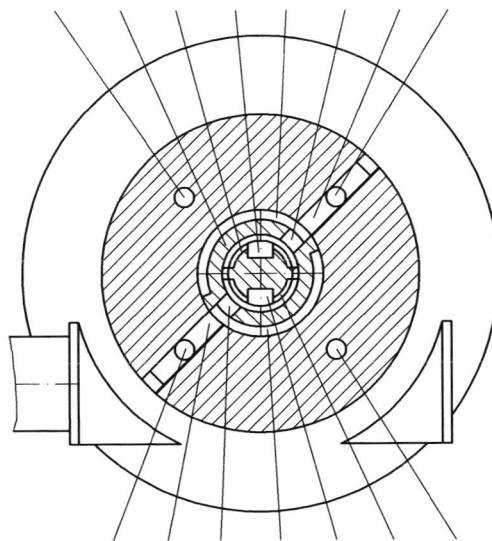
Г - Г



Фиг. 5

Д - Д

44 27 52 37 47 51 46 42

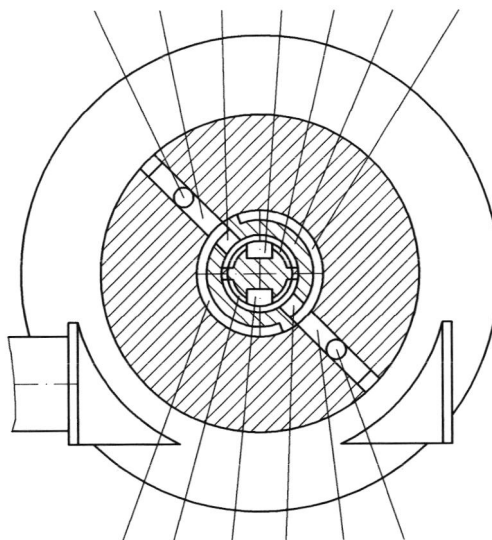


43 46 51 48 38 53 45

Фиг. 6

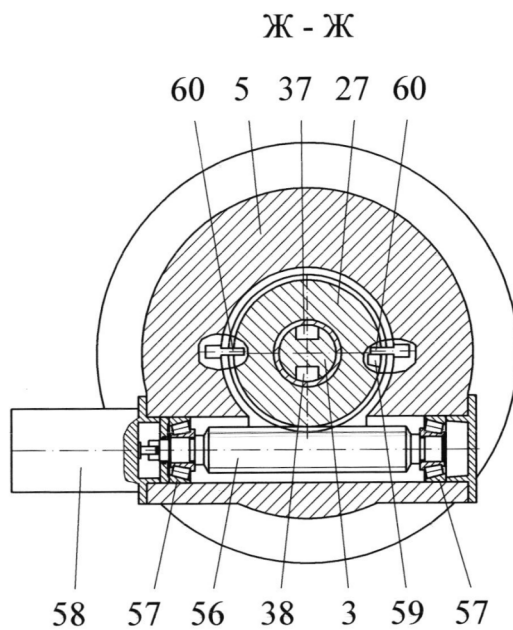
Е - Е

44 46 51 37 54 27 49

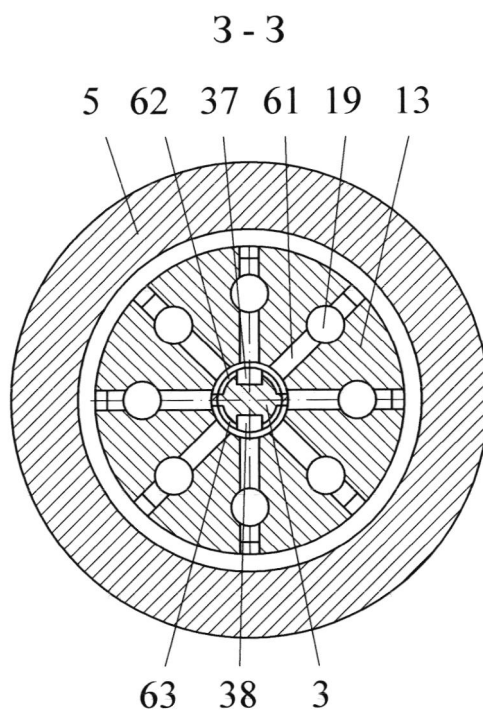


50 55 38 51 46 45

Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9