

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8454

(13) U

(46) 2012.08.30

(51) МПК

F 15B 11/22 (2006.01)

(54)

АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВАЯ ГИДРОМАШИНА

(21) Номер заявки: u 20120057

(22) 2012.01.23

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

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

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

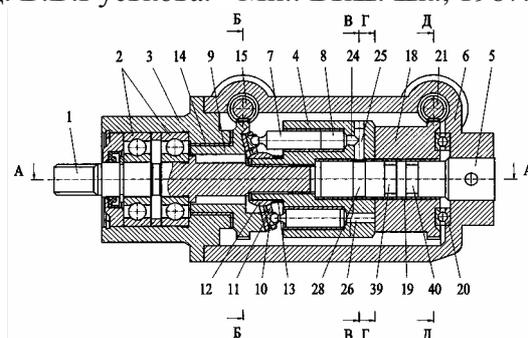
(57)

1. Аксиально-поршневая гидромашина, содержащая корпус, приводной вал, связанный с блоком цилиндров, установленным с возможностью вращения на неподвижной оси, закрепленной в корпусе, поршни, взаимодействующие с наклонной шайбой, установленной с возможностью поворота относительно оси гидромашины на угол 180° , и образующие в блоке цилиндров рабочие полости, связанные с подводящим и отводящим каналами гидромашины, отличающаяся тем, что блок цилиндров оснащен одной группой поршней и взаимодействует торцевой поверхностью с опорно-распределительным диском, установленным в подшипниковом узле корпуса гидромашины с возможностью поворота относительно оси гидромашины на угол от 0 до 180° , оснащенным двумя полукольцевыми пазами, соединенными с всасывающим и напорным каналами гидромашины, а рабочие полости рядом расположенных цилиндров связаны радиальными и продольными каналами с полукольцевыми пазами неподвижной оси и опорно-распределительного диска.

2. Аксиально-поршневая гидромашина по п. 1, отличающаяся тем, что опорно-распределительный диск выполнен с возможностью поворота при крайнем фиксированном положении наклонной шайбы.

(56)

1. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашины и передачи: Учеб. пособие для вузов / А.Ф.Андреев, Л.В.Барташевич, Н.В.Богдан и др.; Под ред. В.В.Гуськова. - Мн.: Выш. шк., 1987. - 310 с., стр. 104, рис. 5.4.



Фиг. 1

BY 8454 U 2012.08.30

2. Аксиально-поршневая гидромашина: Пат. Респ. Беларусь 14695, МПК (2006.01) F 04В 1/22 / А.Я.Котлобай, А.А.Котлобай, Ю.В.Костко, С.В.Кондратьев, В.Ф.Тамело; заявитель Белорусский национальный технический университет. - № а 20090537; заявл. 2009.04.15; опубл. 2011.08.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 2011. - № 4.

Полезная модель относится к гидромашиностроению и может быть использована в объемном гидроприводе ходового и технологического оборудования технологических машин.

Известна аксиально-поршневая гидромашина, содержащая блок цилиндров с приводным валом, поршни, взаимодействующие с наклонной шайбой гидромашины, образующие в блоке цилиндров рабочие полости, связанные через полукольцевые пазы опорно-распределительного диска с всасывающим и напорным каналами гидромашины [1].

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

Недостатком известной аксиально-поршневой гидромашины являются ограниченные функциональные возможности.

Ограниченные функциональные возможности объясняются тем, что известная гидромашина, выполненная по предложенной конструктивной схеме, не обеспечена механизмом регулирования подачи рабочей жидкости при работе в режиме насоса и не имеет регулирования частоты вращения выходного звена при работе в режиме гидромотора. Также известная гидромашина не обеспечивает возможности реверсирования потока рабочей жидкости без изменения направления вращения приводного вала. Известный способ регулирования подачи рабочей жидкости аксиально-поршневой гидромашины и реверсирования потока рабочей жидкости, состоящий в изменении хода поршней качающего узла посредством изменения угла наклона шайбы, имеет ограничение давления в гидравлическом контуре системы управления, требует наличия мощных гидравлических систем приводов механизма поворота шайбы гидромашины и не обеспечивает эффективной работы механизма управления насосом при высоких нагрузках. Это снижает надежность работы аксиально-поршневой гидромашины.

Известна аксиально-поршневая гидромашина, содержащая корпус, приводной вал, связанный с блоком цилиндров, установленным с возможностью вращения на неподвижной оси, закрепленной в корпусе, поршни, взаимодействующие с наклонной шайбой, установленной с возможностью поворота относительно оси гидромашины на угол 180° , и образующие в блоке цилиндров рабочие полости, связанные с подводящим и отводящим каналами гидромашины [2].

Известная аксиально-поршневая гидромашина обеспечивает увеличение надежности работы благодаря применению более рационального способа регулирования параметров подачи и реверсирования потока рабочей жидкости, исключающего необходимость проведения энергоемких операций по изменению рабочего хода поршней.

Недостатками известной гидромашины являются высокая сложность конструкции и материалоемкость. Это объясняется тем, что реализация предложенного способа регулирования параметров подачи рабочей жидкости, позволяющего изменением относительно положения наклонных шайб регулировать суммарный эффективный ход поршней, требует наличия двух насосных групп, что приводит к увеличению сложности конструкции и ее материалоемкости.

Задачей, решаемой полезной моделью, является снижение сложности конструкции и ее материалоемкости.

BY 8454 U 2012.08.30

Решение поставленной задачи достигается тем, что в аксиально-поршневой гидромашине, содержащей корпус, приводной вал, связанный с блоком цилиндров, установленным с возможностью вращения на неподвижной оси, закрепленной в корпусе, поршни, взаимодействующие с наклонной шайбой, установленной с возможностью поворота относительно оси гидромашинны на угол 180° , и образующие в блоке цилиндров рабочие полости, связанные с подводящим и отводящим каналами гидромашинны, блок цилиндров оснащен одной группой поршней и взаимодействует торцевой поверхностью с опорно-распределительным диском, установленным в подшипниковом узле корпуса гидромашинны с возможностью поворота относительно оси гидромашинны на угол от 0 до 180° , оснащенным двумя полукольцевыми пазы, соединенными с всасывающим и напорным каналами гидромашинны, а рабочие полости рядом расположенных цилиндров связаны радиальными и продольными каналами с полукольцевыми пазы неподвижной оси и опорно-распределительного диска.

Решение поставленной задачи достигается тем, что опорно-распределительный диск выполнен с возможностью поворота при крайнем фиксированном положении наклонной шайбы.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения уменьшают сложность конструкции и материалоемкость аксиально-поршневой гидромашинны за счет применения рационального способа регулирования эквивалентного объема гидромашинны и реверсирования потока рабочей жидкости гидромашинны, исключая необходимость применения дополнительной насосной группы.

На фиг. 1 представлен продольный разрез аксиально-поршневой гидромашинны; 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.

Аксиально-поршневая гидромашинна включает приводной вал 1, установленный в подшипниковом узле 2 передней части 3 корпуса, блок цилиндров 4, связанный посредством шлицевых соединений с приводным валом 1 и установленный с возможностью вращения на неподвижной оси 5, закрепленной в задней части 6 корпуса. Блок цилиндров 4 оснащен поршнями 7, образующими рабочие полости 8. Поршни 7 прижимаются к поверхности наклонной шайбы 9 с помощью бронзовых башмаков 10, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 11, сферической втулки 12 и пружины 13.

Шайба 9 установлена в подшипниковом узле скольжения 14 с возможностью поворота относительно оси гидромашинны на угол 180° . Для обеспечения поворота шайба 9 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 15 червячного зацепления шайбы 9 установлен в подшипниковых узлах 16 передней части 3 корпуса гидромашинны. Привод червяка 15 осуществляется автономным двигателем 17.

Блок цилиндров 4 опирается торцевой поверхностью на опорно-распределительный диск 18, установленный с возможностью поворота относительно оси гидромашинны на угол $0-180^\circ$ в подшипниковом узле, состоящем из радиального подшипника скольжения, включающего вал 5, втулку 19 и упорный подшипник качения 20. Опорно-распределительный диск 18 оснащен зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 21 червячного зацепления опорно-распределительного диска 18 установлен в подшипниковых узлах 22 задней части 6 корпуса гидромашинны. Привод червяка 21 осуществляется автономным двигателем 23.

Рабочие полости 8 рядом расположенных цилиндров блока 4 связаны продольными 24, радиальными 25 (заглушены по периферии блока цилиндров 4) и продольными 26 каналами с полукольцевыми пазы 27, 28 оси 5 и 29, 30 опорно-распределительного диска 18. Полукольцевые пазы 27, 28 связаны каналами 31, 32 в оси 5 с всасывающим 33 и напорным 34 каналами гидромашинны. Полукольцевые пазы 29, 30 связаны каналами 35, 36, 37, 38 с кольцевыми канавками 39, 40, образованными на поверхности оси 5. Кольцевые

ВУ 8454 U 2012.08.30

канавки 39, 40 связаны каналами 31, 32 в оси 5 с всасывающим 33 и напорным 34 каналами гидромашины.

Аксиально-поршневая гидромашина работает следующим образом.

При работе аксиально-поршневой гидромашины в режиме насоса приводной вал 1 вращается от двигателя (не показан) и приводит во вращение блок цилиндров 4 с поршнями 7 посредством шлицевого соединения. Блок цилиндров 4 вращается в подшипнике скольжения оси 5, закрепленной в задней части 6 корпуса.

При вращении блока цилиндров 4 поршни 7 прижимаются к поверхности наклонной шайбы 9 с помощью бронзовых башмаков 10, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 11, сферической втулки 12 и пружины 13 и совершают возвратно-поступательное движение в блоке цилиндров 4. При выдвигении поршней 7 из блока цилиндров 4 объем рабочей полости 8 каждого цилиндра увеличивается. Жидкость поступает в рабочие полости 8 рядом расположенных цилиндров через каналы 33, 31 двумя путями: первый - полукольцевой паз 27, каналы 25, 24; второй - полость кольцевой канавки 39, каналы 36, 35, полукольцевой паз 29, каналы 26. При движении поршней 7 внутрь блока цилиндров 4 объем рабочей полости 8 каждого цилиндра уменьшается. Рабочая жидкость из полостей 8 рядом расположенных цилиндров поступает в напорную магистраль потребителя через каналы 32, 34 двумя путями: первый - каналы 24, 25, полукольцевой паз 28; второй - каналы 26, полукольцевой паз 30, каналы 37, 38, кольцевая канавка 40.

Конструктивная схема предлагаемой гидромашины обеспечивает возможность регулирования эквивалентного объема гидромашины и реверсирования потока рабочей жидкости без применения в конструкции гидромашины дополнительной насосной группы. При этом поворот на угол 180° относительно оси гидромашины опорно-распределительного диска 18 обеспечивает изменение эквивалентного объема гидромашины, а наклонной шайбы 9 - реверсирование потока рабочей жидкости.

Наклонная шайба 9 ориентирована относительно положения полукольцевых пазов 27, 28 таким образом, что изменение направления движения поршней 7 совпадает со сменой взаимодействия каналов 25 с полукольцевыми пазами 27, 28. Положение опорно-распределительного диска 18 относительно оси гидромашины при данном положении наклонной шайбы 9 задает положение полукольцевых пазов 29, 30 относительно положения полукольцевых пазов 27, 28 исходя из получения минимального либо максимального эквивалентного объема гидромашины.

Так, при данном положении наклонной шайбы 9 (фиг. 1) рабочие полости 8 половины цилиндров блока 4 связаны через каналы 25 с полостью полукольцевого паза 27, и через каналы 31, 33 с баком гидросистемы, при увеличении объемов рабочих полостей 8, и с полостью полукольцевого паза 28, и через каналы 32, 34 с напорной магистралью потребителя при уменьшении объемов рабочих полостей 8. При исходном положении опорно-распределительного диска 18 (фиг. 2) рабочие полости 8 половины цилиндров блока 4 связаны через каналы 26 с полостью полукольцевого паза 29, и через каналы 33, 36, 31, 33 с баком гидросистемы, при увеличении объемов рабочих полостей 8, и с полостью полукольцевого паза 30, и через каналы 37, 38, 32, 34 с напорной магистралью потребителя при уменьшении объемов рабочих полостей 8. Эквивалентный рабочий объем гидромашины равен сумме объемов всех цилиндров блока 4 при повороте вала 1 на угол 360° . В этом случае подача рабочей жидкости при работе гидромашины в режиме насоса максимальная. При повороте опорно-распределительного диска 18 на угол 180° посредством двигателя 23 и червячной передачи 21, 18 полукольцевые пазы 27, 28 и 29, 30 ориентированы относительно положения наклонной шайбы 9 со сдвигом фаз на 180° . При этом, при увеличении объема рабочих полостей 8, рабочие полости 8 половины цилиндров блока 4 связаны через каналы 24, 25, полукольцевой паз 7, каналы 31, 33 с баком гидросистемы, а рабочие полости 8 половины цилиндров блока 4 связаны через каналы 26, полукольцевой

ВУ 8454 U 2012.08.30

паз 30, каналы 37, 38, кольцевую канавку 40, каналы 32, 34 с напорной магистралью потребителя. То есть половина цилиндров блока 4 всасывает рабочую жидкость из бака гидросистемы, а половина - из напорной магистрали потребителя. При уменьшении объема рабочих полостей 8 рабочие полости 8 половины цилиндров блока 4 связаны через каналы 24, 25, полукольцевой паз 28, каналы 32, 34 с напорной магистралью потребителя, а рабочие полости 8 половины цилиндров блока 4 связаны через каналы 26, полукольцевой паз 29, каналы 35, 36, кольцевую канавку 39, каналы 31, 32 с баком гидросистемы. То есть половина цилиндров блока 4 нагнетает рабочую жидкость в напорную магистраль потребителя, а половина - в бак гидросистемы. Эквивалентный рабочий объем гидромашины равен нулю при повороте вала 1 на угол 360° . Подача рабочей жидкости при работе гидромашины в режиме насоса нулевая. Изменяя фазовый угол полукольцевых пазов 29, 30 относительно полукольцевых пазов 27, 28, добиваемся необходимого эквивалентного объема гидромашины и подачи рабочей жидкости в режиме насоса от максимального до нулевого либо от нулевого до максимального значений.

При использовании гидромашины предлагаемой конструктивной схемы в режиме гидромотора исходным является положение, при котором частота вращения гидромотора минимальная. Положение опорно-распределительного диска 18 обеспечивает одинаковую ориентацию полукольцевых пазов 27, 28 и 29, 30 относительно положения наклонной шайбы 9. Эквивалентный объем гидромашины максимальный. Рабочая жидкость от источника давления (не показан) подается через каналы 34, 32, 38, 37 в полости полукольцевых пазов 28, 30 и по каналам 26, 25, 24 в рабочие полости 8. Усилия в контакте башмака 10 каждого поршня 7 с шайбой 9 поворачивают блок цилиндров 4 относительно оси, реализуя на валу 1 крутящий момент. При уменьшении объемов рабочих полостей 8 жидкость по каналам 24, 25, 26 поступает в полости полукольцевых пазов 27, 29, откуда по каналам 35, 36, 31, 32 - в бак гидросистемы. В этом положении опорно-распределительного диска 18 суммарное усилие, поворачивающее блок цилиндров 4, создается половиной поршней блока, и момент, реализуемый на валу 1, максимальный. При повороте опорно-распределительного диска 18 посредством двигателя 23 привода червячной передачи 21, 18 эквивалентный объем гидромашины и суммарное усилие, поворачивающее блок цилиндров 2 относительно оси, уменьшаются. Частота вращения вала 1 увеличивается. При приближении положения опорно-распределительного диска 18 к положению, при котором полукольцевые пазы 27, 28 и 29, 30 находятся в противофазе относительно положения наклонной шайбы 9, эквивалентный объем гидромашины минимальный, а также суммарное усилие, поворачивающее блок цилиндров 4 и вал 1, минимальное и не превышает сил трения в механизмах гидромашины. КПД снижается, и вал 1 гидромашины останавливается.

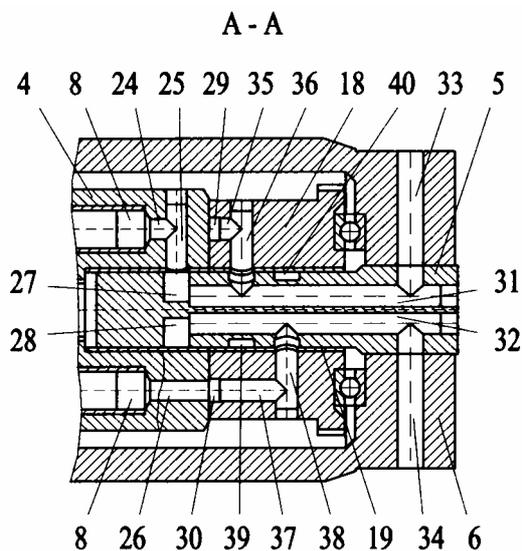
Предлагаемый способ регулирования эквивалентного рабочего объема гидромашины посредством изменения фазового угла тактов всасывания и нагнетания половины цилиндров блока 4 относительно второй половины является менее энергоемким, чем известный способ поворота наклонной шайбы насоса. Это объясняется тем, что при известном способе необходимо преодолеть суммарное усилие, обусловленное сопротивлением повороту и трением наклонной шайбы, а при предлагаемом способе - усилие Pf (P - усилие, передаваемое блоком цилиндров 4 на опорно-распределительный диск 18, f - коэффициент трения при повороте опорно-распределительного диска 18). Окружное усилие на зубчатом венце опорно-распределительного диска 18 меньше усилия Pf с учетом соотношения радиусов приложения нагрузок. Соответственно, момент сопротивления повороту червяка 21, определяемый с учетом передаточного отношения червячной пары механизма управления поворотом опорно-распределительного диска 18, невелик, что потребует применения относительно маломощного двигателя (электродвигателя), существенно понижающего энергоемкость привода управления. Червячная передача является самотормозящейся, что обеспечивает надежную фиксацию положения опорно-распреде-

BY 8454 U 2012.08.30

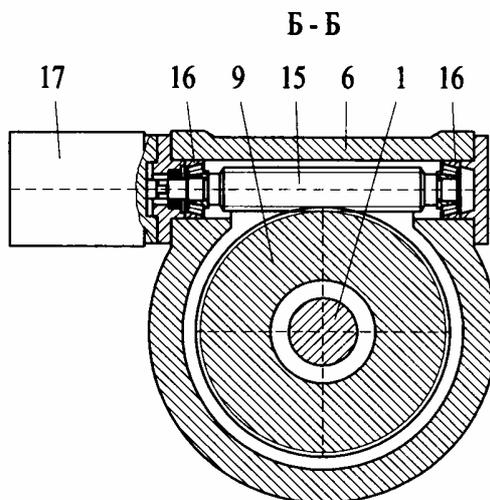
лительного диска 18 при работе гидромашины. Применение электродвигателей управления обеспечивает большие потенциальные возможности автоматизации системы управления. Предлагаемый способ регулирования эквивалентного рабочего объема гидромашины позволяет применять аппаратуру управления малых габаритов с низкими нагрузками.

Реверсирование гидромашины осуществляется при повороте наклонной шайбы 9 в подшипнике скольжения 14 на угол 180° посредством двигателя 17, червячной передачи 15, 9. При этом каналы 34, 32 становятся всасывающими, а каналы 31, 33 нагнетающими. Возможны режимы реверсирования гидромашины: при максимальном, минимальном и промежуточных значениях эквивалентного объема гидромашины, достигаемых при установке опорно-распределительного диска 18 в необходимое положение, как описано выше.

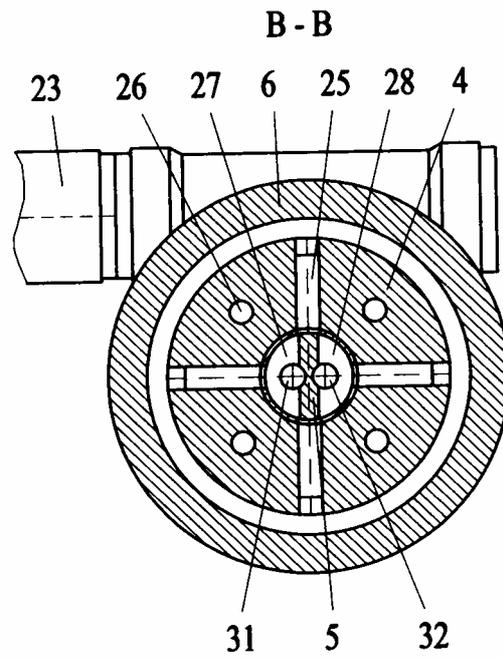
Таким образом, предлагаемое техническое решение уменьшает сложность конструкции и материалоемкость аксиально-поршневой гидромашины за счет применения рационального способа регулирования эквивалентного объема гидромашины и реверсирования потока рабочей жидкости гидромашины, исключающего необходимость применения дополнительной насосной группы.



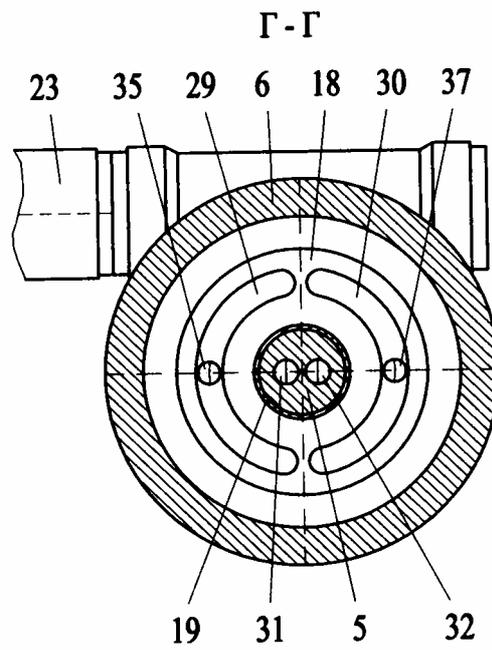
Фиг. 2



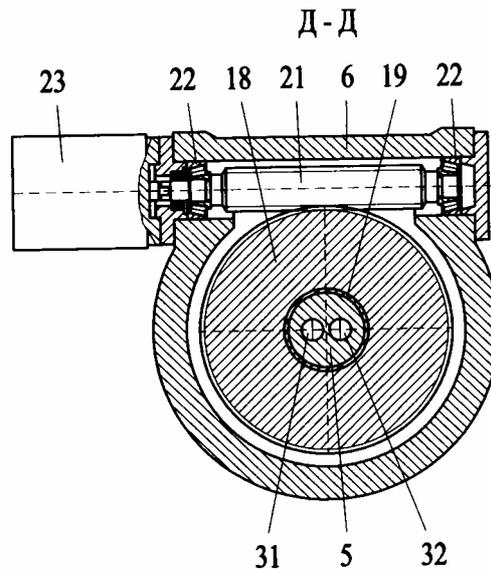
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6