

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 14695

(13) С1

(46) 2011.08.30

(51) МПК

F 04B 1/22 (2006.01)

(54)

## АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВАЯ ГИДРОМАШИНА

(21) Номер заявки: а 20090537

(22) 2009.04.15

(43) 2010.12.30

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

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

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

(56) ПЕТРОВ В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. - Москва: Машиностроение, 1988. - С. 87, рис. 34. ВУ 9951 С1, 2007.

SU 1783145 А1, 1992.

RU 66448 U1, 2007.

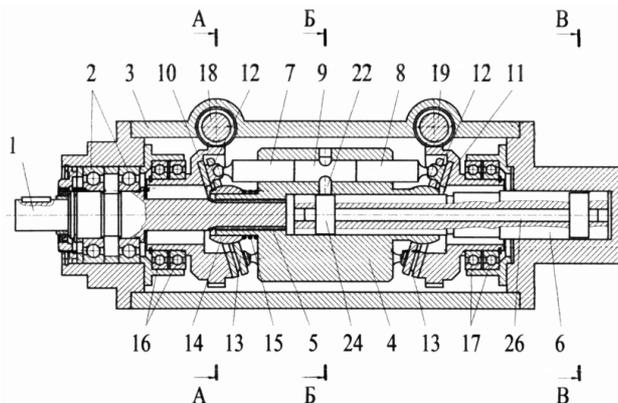
EP 0491078 А1, 1992.

DE 3800031 А1, 1989.

(57)

1. Аксиально-поршневая гидромашина, содержащая корпус, блок цилиндров, установленный с возможностью вращения на неподвижном валу, закрепленном в корпусе, две группы поршней в блоке цилиндров, взаимодействующих своими сферическими головками с башмаками двух наклонных шайб и образующих рабочие полости, соединенные попарно и связанные радиальными каналами в блоке цилиндров с полостями полукольцевых пазов, выполненных на образующей поверхности неподвижного вала и соединенных с подводящим и отводящим каналами, отличающаяся тем, что наклонные шайбы установлены в подшипниковых узлах с возможностью поворота в одной плоскости относительно оси гидромашин на угол от 0 до 180°, при этом каждая наклонная шайба оснащена зубчатым венцом червячного зацепления, взаимодействующим с червяком, установленным в подшипниковом узле в корпусе и приводимым во вращение от вала автономного двигателя.

2. Гидромашина по п. 1, отличающаяся тем, что каждая наклонная шайба выполнена с возможностью поворота при крайнем фиксированном положении второй наклонной шайбы.



Фиг. 1

ВУ 14695 С1 2011.08.30

Изобретение относится к гидромашиностроению и может быть использовано в объемном гидроприводе ходового и технологического оборудования технологических машин.

Известна аксиально-поршневая гидромашина, содержащая блок цилиндров, установленный с возможностью вращения на неподвижном валу, поршни, взаимодействующие с наклонной шайбой гидромашин, образующие рабочие полости, связанные каналами в блоке цилиндров с полостями полукольцевых пазов, выполненных на образующей поверхности неподвижного вала и соединенных с подводящим и отводящим каналами гидромашин [1].

Известная аксиально-поршневая гидромашина обеспечивает увеличение надежности работы гидромашин при высоких нагрузках за счет эффективного уплотнения сопрягаемых поверхностей блока цилиндров и гидрораспределителя, уменьшения перетечек из зоны высокого давления и увеличения объемного КПД гидромашин.

Недостатком известной аксиально-поршневой гидромашин являются относительно высокие габариты и материалоемкость конструкции. Это объясняется тем, что цилиндры располагаются с одной торцевой стороны блока цилиндров и занимают часть его габарита. Для сохранения рекомендуемых, с точки зрения обеспечения устойчивости блока цилиндров на неподвижном валу, соотношений диаметра и длины блока цилиндров, насосная часть блока цилиндров будет меньше половины его длины. Увеличение объема гидромашин достигается увеличением диаметра поршней при существенном увеличении габарита изделия.

Известна аксиально-поршневая гидромашина, содержащая корпус, блок цилиндров, установленный с возможностью вращения на неподвижном валу, закрепленном в корпусе, две группы поршней в блоке цилиндров, взаимодействующих своими сферическими головками с башмаками двух наклонных шайб и образующих рабочие полости, соединенные попарно и связанные радиальными каналами в блоке цилиндров с полостями полукольцевых пазов, выполненных на образующей поверхности неподвижного вала и соединенных с подводящим и отводящим каналами [2].

Известная аксиально-поршневая гидромашина рационально использует габарит блока цилиндров, объединяя в едином блоке две насосные группы, расположенные с обоих торцов блока цилиндров.

Недостатком известной аксиально-поршневой гидромашин 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. Известный способ регулирования подачи рабочей жидкости аксиально-поршневой гидромашин, 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 гидромашин и не обеспечивает эффективной работы механизма управления насосом при высоких нагрузках. Это снижает надежность работы аксиально-поршневой гидромашин.

Задачей изобретения является расширение функциональных возможностей и повышение надежности работы аксиально-поршневой гидромашин.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в аксиально-поршневой гидромашине, содержащей корпус, блок цилиндров, установленный с возможностью вращения на неподвижном валу, закрепленном в корпусе, две группы поршней в блоке цилиндров, взаимодействующих своими сферическими головками с башмаками двух наклонных шайб и образующих рабочие полости, соединенные попарно и связанные радиальными каналами в блоке цилиндров с полостями полукольцевых пазов, выполненных на образующей по-

верхности неподвижного вала и соединенных с подводным и отводящим каналами, наклонные шайбы установлены в подшипниковых узлах с возможностью поворота в одной плоскости относительно оси гидромашины на угол от 0 до 180°, при этом каждая наклонная шайба оснащена зубчатым венцом червячного зацепления, взаимодействующим с червяком, установленным в подшипниковом узле в корпусе и приводимым во вращение от вала автономного двигателя.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что каждая наклонная шайба выполнена с возможностью поворота при крайнем фиксированном положении второй наклонной шайбы.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения расширяют функциональные возможности за счет плавного изменения частоты вращения вала привода потребителя в широком диапазоне при работе гидромашины в режиме гидромотора, и плавное изменение подачи рабочей жидкости, с возможностью реверсирования, при работе гидромашины в режиме насоса. Также существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения увеличивают надежность работы аксиально-поршневой гидромашины за счет применения более рационального способа регулирования параметров подачи рабочей жидкости, исключающего необходимость проведения энергоемких операций по изменению рабочего хода поршней.

На фиг. 1 представлен продольный разрез реверсируемой аксиально-поршневой гидромашины переменной производительности; 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 - продольный разрез аксиально-поршневой гидромашины переменной производительности.

Аксиально-поршневая гидромашинка включает вал 1, установленный в подшипниковом узле 2 крышки корпуса 3 гидромашины, блок цилиндров 4, связанный посредством шлицевого соединения 5 с валом 1. Блок цилиндров 4 установлен по образующей поверхности неподвижного вала 6, закрепленного в корпусе 3. Аксиально-поршневая гидромашинка оснащена двумя группами поршней 7, 8, образующими рабочие полости 9. Поршни 7, 8 прижимаются к поверхностям установленных наклонно шайб 10, 11 с помощью бронзовых башмаков 12, завальцованных на их сферических головках, прижимных дисков 13, сферических втулок 14 и пружины 15.

Шайбы 10, 11 установлены в подшипниковых узлах 16, 17 с возможностью поворота на 180° относительно оси гидромашины (см. фиг. 1). Для обеспечения поворота шайбы 10, 11 оснащены зубчатыми венцами червячного зацепления. Червяки 18, 19 установлены в подшипниковых узлах 20 корпуса 3 гидромашины. Привод червяков 18, 19 осуществляется посредством автономных двигателей 21. Шайба 11 может быть установлена неподвижно в крышке корпуса 3 (см. фиг. 5).

Рабочие полости 9 связаны посредством радиальных каналов 22 с полостями полукольцевых пазов 23, 24, образованных на поверхности неподвижного вала 6.

Полости полукольцевых пазов 23, 24 связаны через каналы 25, 26 вала 6 с подводным 27 и отводящим 28 каналами.

Аксиально-поршневая гидромашинка работает следующим образом.

При работе аксиально-поршневой гидромашины в режиме насоса вал 1 вращается от двигателя (не показан) и приводит во вращение блок цилиндров 4 посредством шлицевого соединения 5. Поршни 7, 8 прижимаются к поверхностям установленных наклонно шайб 10, 11 с помощью бронзовых башмаков 12, завальцованных на их сферических головках, прижимных дисков 13, сферической втулки 14 и сферы, образованной на блоке цилиндров 4, взаимодействующей с прижимным диском 13 группы поршней 8, и пружины 15. При вращении блока цилиндров 4 поршни 7, 8 совершают возвратно-поступательное движение в блоке цилиндров 4.

При выдвигании поршней 7, 8 из блока цилиндров 4 объем рабочей полости 9 каждого цилиндра увеличивается. Жидкость через канал 25 поступает в полость полукольцевого

## ВУ 14695 С1 2011.08.30

паза 23 и через каналы 22 в рабочие полости 9 блока цилиндров 4. При движении поршней 7, 8 внутрь блока цилиндров 4 рабочая жидкость через каналы 22 поступает в полость полукольцевого паза 24 и через канал 26 - на слив в бак гидросистемы.

Конструктивная схема предлагаемой гидромашины обеспечивает возможность регулирования подачи рабочей жидкости и реверсирования гидромашины без применения сложного и энергоемкого механизма изменения угла наклона шайб 10, 11. При положении шайб 10, 11, обеспечивающем встречное движение поршней 7, 8 (фиг. 1), подача гидромашины в режиме насоса максимальная. При изменении положения шайб 10, 11 и установке их параллельно друг другу, обеспечивается движение поршней 7, 8 в одну сторону, подача гидромашины минимальная (нулевая).

Регулирование производится следующим образом.

Примем в качестве исходного положения шайб 10, 11 такое, при котором шайба 11 установлена таким образом, что при повороте вала 1 по часовой стрелке поршень 8 перемещается в блок цилиндров 4, подавая рабочую жидкость из полости 9 через канал 22 в полость паза 24, и далее, через каналы 26, 28 в магистраль потребителя (фиг. 1, 5). При установке шайбы 10 параллельно шайбе 11 поршень 7, выдвигаясь из блока цилиндров 4, всасывает рабочую жидкость из полости паза 24 в полость 9. В каждом цилиндре один из поршней работает на всасывание, а второй на подачу. Условный приведенный ход поршней 7, 8 каждого цилиндра, равный сумме их ходов, равен нулю. При равенстве диаметров поршней 7, 8 подача рабочей жидкости через каналы 26, 28 в напорную магистраль потребителя нулевая.

Для увеличения подачи рабочей жидкости насоса в напорную магистраль потребителя через канал 28 от минимального до расчетного значений включается двигатель 21 (например, электрический), вращающий червяк 18 и поворачивающий шайбу 10 в подшипниковом узле 16 относительно оси гидромашины. Положение шайбы 11 остается неизменным при выключенном двигателе 21 привода червяка 19. При повороте шайбы 10 изменяется фазовый угол ее относительно положения пазов 23, 24, увеличивая условный приведенный ход поршней 7, 8 каждого цилиндра от нулевого до максимального значений. Подача рабочей жидкости через каналы 26, 28 увеличивается от нуля до расчетного значений.

Для реверсирования подачи рабочей жидкости насоса от нулевого значения (см. выше) до расчетного включается двигатель 21 привода червяка 19, поворачивающего шайбу 11 в подшипниковом узле 17 относительно оси гидромашины. При повороте шайбы 11 изменяется ее фазовый угол относительно положения пазов 23, 24, увеличивая условный приведенный ход поршней 7, 8 каждого цилиндра от нулевого до максимального значений. При этом магистраль, подключенная к каналу 28, становится всасывающей, а магистраль, подключенная к каналу 27 - напорной. Таким образом производится реверсирование насоса.

Изменение подачи рабочей жидкости насоса при реверсировании расширяет функциональные возможности аксиально-поршневой гидромашины.

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  $P$ , определяемое давлением в рабочей полости 9, а при предлагаемом способе - усилие  $P \sin \beta$  ( $\beta$  - угол наклона шайбы,  $\beta \approx 20^\circ$ ). Окружное усилие на зубчатом венце шайбы 10, 11 меньше усилия  $P \sin \beta$  с учетом соотношения радиусов приложения нагрузок. Соответственно, момент сопротивления повороту червяка 18, 19, определяемый с учетом передаточного отношения червячной пары механизма управления поворотом шайб 10, 11, невелик, что потребует применения относительно маломощного двигателя (электродвигателя), существенно понижающего энергоемкость привода управления. Червячная передача является самотормозящейся, что обеспечивает надежную фиксацию положения шайб

# BY 14695 C1 2011.08.30

10, 11 при работе гидромашины. Применение электродвигателей управления обеспечивает большие потенциальные возможности автоматизации системы управления.

Предлагаемый способ регулирования подачи насоса позволяет применять гидроаппаратуру управления малых габаритов с низкими нагрузками.

Возможности регулирования подачи рабочей жидкости насоса без изменения угла наклона шайбы расширяет функциональные возможности аксиально-поршневой гидромашины, повышает надежность работы.

При использовании гидромашины предлагаемой конструктивной схемы в режиме гидромотора следует иметь в виду, что гидромотор не реверсируется посредством своей регулировки, поэтому можно принять конструктивную схему с одной регулируемой шайбой (см. фиг. 5).

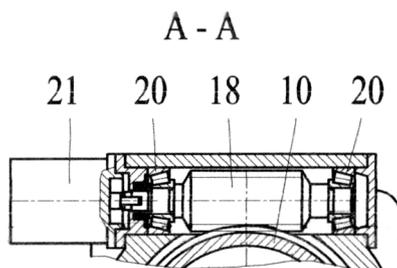
Исходным является положение, при котором частота вращения гидромотора минимальная. При этом шайбы 10, 11 установлены с наклоном в разные стороны от центральной поперечной плоскости блока цилиндров (см. фиг. 5). Рабочая жидкость от источника давления (не показан) подается через каналы 27, 25 в полость паза 23 и по каналам 22 в рабочие полости 9. Усилия  $P \sin \beta$  в контакте башмака 12 каждого поршня 7, 8 с шайбой 10, 12 поворачивают блок цилиндров 4 относительно оси, реализуя на валу 1 крутящий момент. При сближении поршней 7, 8 жидкость из полостей 9 поступает в полость канавки 24 и через каналы 26, 28 - на слив в бак. В этом положении суммарное усилие, поворачивающее блок цилиндров 4, и момент, реализуемый на валу 1, максимальные. При повороте шайбы 10 в подшипниковом узле 16 посредством двигателя 21, червяка 18 суммарное усилие, поворачивающее блок цилиндров 4 относительно оси, уменьшается. Частота вращения вала 1 увеличивается. При приближении положения шайбы 10 к положению, при котором она параллельна шайбе 11, суммарное усилие, поворачивающее блок цилиндров 4 и вал 1, равно разности усилий, создаваемых поршнями 7, 8 одного цилиндра, минимальное и не превышает сил трения в механизмах гидромашины. КПД снижается, и вал 1 гидромашины останавливается.

Таким образом, предлагаемое техническое решение расширяет функциональные возможности аксиально-поршневой гидромашины за счет возможности регулирования подачи рабочей жидкости насоса и реверсирования его без изменения угла наклона шайбы. Применение низкоэнергоемкой системы управления гидромашинной повышает надежность работы.

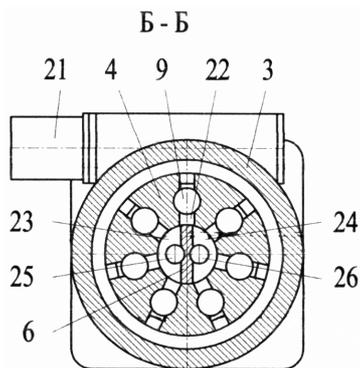
## Источники информации:

1. Аксиально-поршневая гидромашина: Пат. РБ 3584, МПК<sup>7</sup> F 15B 11/00 / А.В.Вавилов, А.Я.Котлобай, А.Н.Смоляк, А.А.Котлобай; заявитель Белорусский национальный технический университет. - № и 26060714; заявл. 01.11.06; опубл. 30.06.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 2007. - № 3. - С. 214.

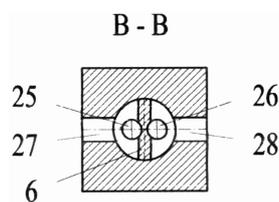
2. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин / В.А.Петров. - М.: Машиностроение, 1988. - 248 с. (рис. 34, стр. 87).



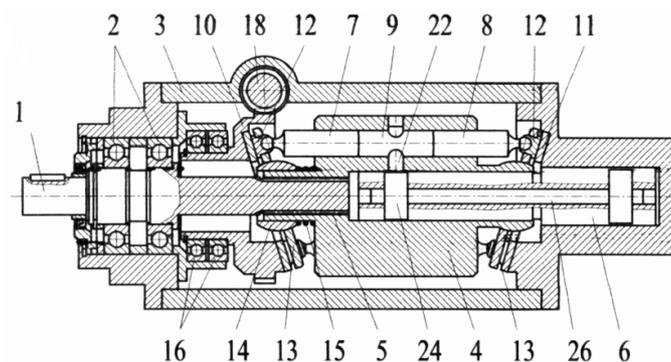
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5