



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.07.2015)  
Пошлина: учтена за 5 год с 13.07.2011 по 12.07.2012

(21)(22) Заявка: 2007126573/11, 12.07.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.07.2007

(45) Опубликовано: 10.03.2009 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 4563915 A, 14.01.1986. SU  
559052 A, 10.12.1977. RU 2267673 C2,  
10.01.2006.

Адрес для переписки:  
347380, Ростовская обл., г. Волгодонск,  
20 отделение связи, а/я 663, патентно-  
лицензионное бюро

(72) Автор(ы):

Саункин Андрей Владимирович (RU),  
Майсурадзе Сергей Владимирович (RU),  
Рябушкин Евгений Борисович (RU)

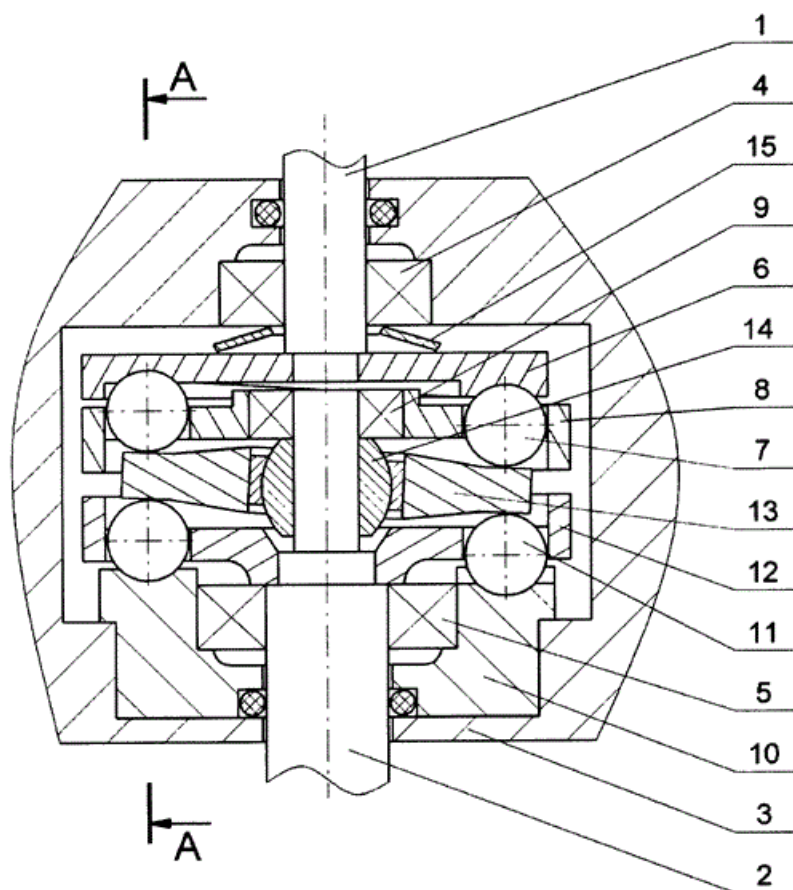
(73) Патентообладатель(и):

Открытое Акционерное Общество  
"Энергомашкорпорация" (RU)

(54) **РЕДУКТОР ПРИВОДА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано при преобразовании одного вида движения в другое. Редуктор привода исполнительного механизма содержит волновой генератор (6), тела качения (7) и (11), качающуюся шайбу (13) и венец (10), размещенные на соосных входном (1) и выходном (2) валах. Тела качения (7) и (11) установлены в сепараторах (8), (12) и зафиксированы от осевого и углового смещения. Генератор (6) снабжен профилированной торцевой канавкой, взаимодействующей с телами качения (7). На торцевой поверхности венца (10) выполнена канавка, взаимодействующая с телами качения (11). Тела качения (7) и (11) взаимодействуют с качающейся шайбой (13). Шайба (13) зафиксирована сферической опорой (14), свободно посаженной на вал (2). Канавка венца (10) в коаксиальном сечении выполнена с выемками в виде арок эписциклоиды для перекачивания по ним тел качения (11) без скольжения. В аксиальном сечении форма канавки венца (10) повторяет профиль тел качения (11). Количество тел качения (11) отличное от количества арок. Такое выполнение передачи позволяет увеличить нагрузочную способности и КПД редуктора с минимальными массогабаритными характеристиками, длительно работоспособного, регулируемого и ремонтнопригодного в широком диапазоне условий окружающей среды. 3 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к области машиностроения, а именно к механизмам для преобразования скорости вращения, основанном на принципе волновой передачи с промежуточными телами качения, при которой вращательное движение входного вала преобразуется в колебательное движение тел вращения, и может быть использовано в приводах исполнительных механизмов, в частности в одно- или многоступенчатых редукторах.

Известен класс передач, называемых волновыми или синусоидальными с промежуточными телами качения. В них вращение выходного вала обеспечивается генерацией волнообразного перемещения тел качения. Значительное количество механизмов, реализующих редуцирование оборотов за счет радиального перемещения тел качения в периодических синусоидальных канавках, описано в патентах RU 2253776, RU 2253777, RU 2253778, RU 2270389, RU 2291993. Ряд механизмов, основанных на перемещении тел качения в волновой кольцевой канавке вала или корпуса, приведен в патентах RU 2171526, RU 2179272, RU 2198330, RU 2232318, RU 2267673, RU 2272196. Во всех описанных конструкциях механизмов предполагается высокоточное изготовление нескольких деталей сложного профиля, одновременно сопрягаемых между собой с минимальными зазорами. Достижимое преимущество - минимизация габаритов передачи при высокой передаваемой нагрузке. Такие механизмы применимы в высокоточном оборудовании, работающем при постоянной температуре. Однако подавляющее большинство исполнительных механизмов работает в условиях наружной окружающей среды. Диапазон колебания рабочих температур составляет  $115^{\circ}\text{C}$ , что приводит к значительному изменению зазоров, вязкости смазочных материалов и рабочих сред (например, в трубопроводной арматуре). При кратковременном режиме работы исполнительных механизмов в условиях низких температур возможно примерзание уплотнений и рабочих органов. Это создает ударные нагрузки на пусковых режимах, приводит к интенсивному износу высокоточных передач и возможности их заклинивания. Единственным способом компенсации износа становится замена узла в целом, поскольку конструктивно невозможна регулировка или замена одной из сопрягаемых деталей. При наличии на корпусе привода обогрева проблематичен быстрый прогрев пазов и каналов сложной формы, отделенных, как правило, от поверхности корпуса подшипниками или зазорами, заполненными воздухом и смазочными материалами с низким коэффициентом теплопередачи. Для обеспечения срабатывания приводов в условиях низких температур необходим их постоянный обогрев, что приводит к значительным непродуктивным затратам.

Существует ряд механизмов, в которых перемещение тел качения производится по торцевой периодической канавке. Известна планетарная сферическая передача, содержащая корпус, размещенные в нем соосные входной и выходной валы, расположенные на опорах, два колеса, одно из которых закреплено в корпусе, а

другое колесо снабжено коническими торцевыми зубьями и закреплено на выходном валу, на входном валу установлен волновой генератор в виде водила с замкнутым кольцевым пазом на торцевой поверхности, взаимодействующим с гибким колесом в виде тел качения, контактирующими с коническими зубьями колеса, размещенного на выходном валу. Перемещение тел качения производится по коническим зубьям колеса, при этом тела качения зафиксированы от радиального и вращательного движения конструктивными элементами корпуса, а вращение выходного вала реализуется поворотом колеса, соединенным с выходным валом (авторское свидетельство SU №1025941 А, МПК F16H 1/32, от 22.12.80, опубл. 30.06.83).

Недостатком известной передачи является снижение нагрузочной способности и увеличение массогабаритных характеристик передачи за счет точечного контакта тел качения с коническими зубьями колеса, размещенного на выходном валу. Разница в длине пути тел качения, взаимодействующих с колесами, приводит к значительному уменьшению КПД за счет трения, возникающего при проскальзывании тел качения. Работоспособность передачи снижается за счет того, что точечный контакт тел качения с канавкой колеса, размещенного на выходном валу, приводит к быстрому износу зубьев колеса, являющегося наиболее сложной и дорогой в изготовлении деталью. На работоспособность передачи влияет и то, что при низких температурах окружающей среды изменяются зазоры между сопрягаемыми поверхностями, а также вязкость смазочных материалов и рабочих сред. Колесо с коническими зубьями отделено от корпуса опорой, что не позволяет обеспечить его быстрое прогревание. Установка передачи в неподвижных опорах делает ее неремонтопригодной и нерегулируемой из-за невозможности компенсации зазоров в конструкции по мере износа передачи, что приводит к необходимости замены сложных деталей. При этом известная конструкция имеет преимущества перед вышеописанными. В данной передаче выполнена только одна деталь сложной формы - колесо с коническими зубьями, установленное на выходном валу, а контакт каждой детали передачи происходит только с телами качения, что позволяет заменять отдельные детали по мере выхода из строя. Кроме того, в конструкции отсутствуют замкнутые канавки, в результате чего смазка при сгущении легко выталкивается телами качения в свободные полости.

Наиболее близкой по технической сущности к предлагаемому изобретению является волновая передача, выбранная в качестве прототипа, содержащая соосные входной и выходной валы, установленные в корпусе на опорах, на входном валу размещен волновой генератор, снабженный профилированной торцевой канавкой, два жестких колеса, одно из которых связано с выходным валом, а другое неподвижно закреплено в корпусе со стороны выходного вала, гибкое колесо, состоящее из тел качения, установленных в отверстиях жесткого колеса, связанного с выходным валом, и зацепляющихся с неподвижным жестким колесом посредством профилированной торцевой канавки (авторское свидетельство SU №559052, МПК F16H 1/00, от 15.08.75, опубл. 25.05.77).

Недостатком известной передачи является снижение нагрузочной способности и увеличение массогабаритных характеристик передачи за счет точечного контакта тел качения с треугольными зубьями генератора и жесткого колеса. Разница в длине пути тела качения между волновым генератором и неподвижным жестким колесом приводит к значительному уменьшению КПД за счет трения, возникающего при проскальзывании тел качения. Работоспособность передачи снижается за счет того, что точечный контакт тел качения с канавкой жесткого колеса, являющегося наиболее сложной и дорогой в изготовлении деталью, приводит к быстрому износу треугольных зубьев колеса.

Однако данная конструкция имеет преимущества перед аналогом в том, что деталь сложной формы - жесткое колесо с треугольными зубьями установлено на корпусе со стороны выходного вала, что позволяет обеспечить его быстрый прогрев. Износ компенсируется осевым перемещением входного или выходного вала.

Технической задачей, решаемой изобретением, является увеличение нагрузочной способности и КПД редуктора с минимальными массогабаритными характеристиками, при этом длительно работоспособного, регулируемого и ремонтпригодного в широком диапазоне условий окружающей среды.

Для решения поставленной задачи в редукторе привода исполнительного механизма, содержащем соосные входной и выходной валы, установленные на опорах в корпусе, на входном валу размещен волновой генератор, снабженный профилированной торцевой канавкой, два жестких колеса, одно из которых связано с выходным валом, а другое неподвижно закреплено в корпусе со стороны выходного вала, гибкое колесо, состоящее из тел качения, установленных в отверстиях жесткого колеса, связанного с выходным валом, и зацепляющихся с неподвижным жестким колесом посредством профилированной торцевой канавки, согласно изобретению редуктор снабжен качающимся элементом, размещенным между волновым генератором и гибким колесом, при этом взаимодействующим с гибким колесом непосредственно, а с генератором через дополнительные тела качения, установленные в дополнительном жестком колесе, причем качающийся элемент и дополнительное жесткое колесо установлены на выходном валу с возможностью их осевого перемещения посредством опор, при этом опора качающегося элемента

выполнена сферической, кроме того, профилированная торцевая канавка неподвижного жесткого колеса в аксиальном сечении повторяет форму контактирующей части профиля тел качения, а в коаксиальном сечении образована арками эпициклоиды, при этом количество тел качения, контактирующих с неподвижным жестким колесом, отличается от количества арок эпициклоиды.

Установка между генератором и гибким колесом качающегося элемента, непосредственно взаимодействующего с гибким колесом, а с генератором через дополнительные тела качения, установленные в дополнительном жестком колесе, позволяет создать надежный привод, обладающий высокой нагрузочной способностью и КПД за счет устранения трения скольжения между взаимодействующими поверхностями. Дополнительные тела качения, проходящие при работе редуктора максимальный путь с высокой скоростью, в нагруженных сопряжениях с генератором и качающимся элементом катятся без скольжения, что минимизирует потери в передаче и износ деталей. Трение скольжения возникает только между дополнительными телами качения и не нагруженным дополнительным жестким колесом. Канавка более сложной в изготовлении генератора имеет форму контактирующей части профиля тел качения и обеспечивает линейный контакт с дополнительными телами качения, что увеличивает его работоспособность. Это справедливо и для жесткого колеса, неподвижно закрепленного в корпусе со стороны выходного вала, торцевая канавка которого образована в коаксиальном сечении выемками в виде арок эпициклоиды, а в аксиальном сечении повторяет форму контактирующей с ней части профиля тел качения, обеспечивая линейный контакт с ними по всей траектории движения.

За счет непосредственного контакта неподвижного жесткого колеса с канавками сложной формы с металлом корпуса со стороны выходного вала происходит быстрый прогрев его перед использованием привода, что обеспечивает работоспособность редуктора в широком диапазоне условий окружающей среды. При этом открытые канавки, по которым перемещаются тела качения, позволяют выталкивать загустевшую в условиях низких температур смазку в свободные полости.

Регулирование передачи достигается свободной посадкой сферической опоры качающегося элемента и опоры дополнительного сепаратора, установленных на выходном валу, а также входного вала в опоре. При такой конструкции для компенсации зазоров по мере износа достаточно установить регулирующий элемент, например тарельчатую пружину, и самоустанавливающиеся элементы займут положение, обеспечивающее плотный контакт элементов передачи.

Кроме того, свободные посадки и самоустанавливающиеся элементы обеспечивают ремонтпригодность, поскольку позволяют минимизировать затраты при разборке редуктора для замены наиболее изнашиваемой детали - качающегося элемента, детали простой формы и имеющей точечный контакт с телами качения, а также от регулировки редуктора после его сборки.

Прилагаемые чертежи поясняют суть изобретения.

На фиг.1 показан общий вид редуктора, поперечный разрез;

на фиг.2 - разрез А-А на фиг.1, показано в развертке взаимодействие качающегося элемента с телами качения;

на фиг.3 - разрез Б-Б на фиг.2, показана форма канавки венца, повторяющая форму контактирующей части профиля тел качения, аксиальное сечение.

Редуктор привода исполнительного механизма содержит соосные входной 1 и выходной 2 валы, установленные в корпусе 3 через подшипники 4 и 5 (фиг.1), соответственно. Посадка входного вала 1 допускает его осевое перемещение в подшипнике 4 для компенсации выработки деталей. На входном валу 1 установлен волновой генератор 6, имеющий эксцентриситет наружного диаметра по отношению к оси входного вала 1. На торцевой поверхности генератора 6 выполнена кольцевая канавка переменной глубины, взаимодействующая с дополнительным гибким колесом в виде тел качения 7. В качестве тел качения 7 используют шарики. Форма кольцевой канавки генератора 6 повторяет в аксиальном сечении форму контактирующей с ней части профиля тел качения 7 (в данном случае - часть круга). Эксцентриситет наружного диаметра генератора служит для компенсации дисбаланса от переменной глубины кольцевой канавки. От осевых и угловых смещений тела качения 7 зафиксированы дополнительным сепаратором 8, выполняющим функции жесткого колеса. Сепаратор 8 установлен на выходном валу 2 через подшипник 9, имеющий свободную посадку по выходному валу 2. Венец 10 выполняет функции жесткого колеса и закреплен на корпусе 3 редуктора. На торцевой поверхности венца 10 выполнена канавка, взаимодействующая с гибким колесом в виде тел качения 11. Тела качения 11 установлены в сепараторе 12, выполняющем функции жесткого колеса. Канавка венца 10 в коаксиальном сечении выполнена с выемками в виде арок эпициклоиды (фиг.2), служащих для перекачивания по ним тел качения 11 без скольжения. В аксиальном сечении форма канавки венца 10 повторяет форму контактирующей части профиля тел качения 11 (фиг.3). Сепаратор 12 фиксирует тела качения 11 от осевого и углового смещения. Количество тел качения 11, взаимодействующих с канавкой венца 10, отличное от количества арок. В примере конкретного выполнения тел качения 10 на одно больше, чем арок в канавке венца

10. Между телами качения 7 и 11 на выходном валу 2 размещен взаимодействующий с ними качающийся элемент в виде шайбы 13. Качающаяся шайба 13 имеет возможность осевого перемещения относительно вала 2, а от радиального перемещения шайба 13 зафиксирована сферической опорой 14, свободно посаженной на выходной вал 2. Тела качения 7 и 11, установленные в сепараторах 8 и 12 соответственно, выполняют функции гибких колес. Между подшипником 4 и волновым генератором 6 на входном валу 1 установлена тарельчатая пружина 15.

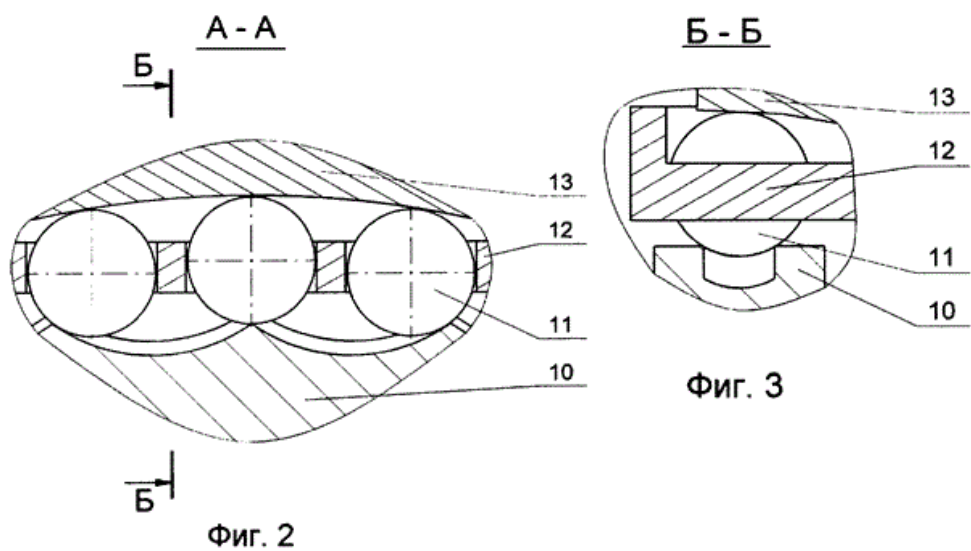
Редуктор привода работает следующим образом.

Вращательное движение входного вала 1, установленного в корпусе 3 с помощью подшипника 4, передается волновому генератору 6, имеющему кольцевую канавку переменной глубины, повторяющую в аксиальном сечении форму контактирующей части профиля примененных тел качения. Вращательное движение генератора 6 через тела качения 7 путем перекачивания их по его кольцевой канавке, преобразуется в колебательное движение качающейся шайбы 13, установленной на сферической опоре 14. Качающаяся шайба 13 давлением на тела качения 11 генерирует их волнообразное перемещение по торцевой канавке венца 10, образованной в коаксиальном сечении арками эписпиклоиды, за счет того, что тел качения 11 на одно больше, чем арок венца 10. Поскольку за один оборот входного вала 1 каждое из тел качения 11 занимает положение предыдущего, передаточное число редуктора будет равно количеству тел качения. В аксиальном сечении форма канавки венца 10 повторяет форму контактирующей части профиля тел качения 11. Преобразование волнообразного движение тел качения 11 во вращательное движение выходного вала 2 происходит через сепаратор 12, фиксирующий тела качения 11 от осевого и углового смещения. Венец 10 легко прогревается, поскольку контактирует с металлом корпуса 3. Тела качения 8, проходящие при работе редуктора максимальный путь с высокой скоростью, в нагруженных сопряжениях с генератором 6 и качающейся шайбой 13 катятся без скольжения, что минимизирует сопротивление передачи и износ деталей. Трение скольжения возникает только между телами качения 7 и не нагруженным сепаратором 8. С более сложным в изготовлении генератором 6 тела качения 7 имеют линейный контакт, что увеличивает ресурс его работы. Это справедливо и для венца 10, имеющего линейный контакт с телами качения 11. Свободная посадка подшипников 4 и 9 дает возможность перемещения по выходному валу 2 сепаратора 8 и генератора 6 по мере их износа. Поскольку все детали редуктора контактируют между собой только через тела качения 7 и 11, а направление нагрузок и перемещение деталей при износе в передаче соосно входному 1 и выходному 2 валам, это дает возможность компенсировать износ в передаче перемещением входного вала 1 за счет установки регулирующего элемента, выполненного в данном варианте в виде тарельчатой пружины 15. Свободные посадки и самоустанавливающиеся элементы минимизируют затраты при разборке редуктора для замены наиболее изнашиваемого элемента - качающейся шайбы 13, детали простой формы, имеющей точечный контакт с телами качения 7 и 11.

Таким образом, предложенная конструкция редуктора привода обладает всеми достоинствами волновой передачи с высоким КПД и повышенным сроком службы за счет уменьшения изнашивания нагруженных деталей, обеспечивает передачу высоких крутящих моментов при малых габаритах и ремонтпригодность в широком диапазоне условий окружающей среды.

#### Формула изобретения

Редуктор привода исполнительного механизма, содержащий соосные входной и выходной валы, установленные на опорах в корпусе, на входном валу размещен волновой генератор, снабженный профилированной торцевой канавкой, два жестких колеса, одно из которых связано с выходным валом, а другое неподвижно закреплено в корпусе со стороны выходного вала, гибкое колесо, состоящее из тел качения, установленных в отверстиях жесткого колеса, связанного с выходным валом, и зацепляющихся с неподвижным жестким колесом посредством профилированной торцевой канавки, отличающийся тем, что редуктор снабжен качающимся элементом, размещенным между волновым генератором и гибким колесом, при этом взаимодействующим с гибким колесом непосредственно, а с генератором - через дополнительные тела качения, установленные в дополнительном жестком колесе, причем качающийся элемент и дополнительное жесткое колесо установлены на выходном валу с возможностью их осевого перемещения посредством опор, при этом опора качающегося элемента выполнена сферической, кроме того, профилированная торцевая канавка неподвижного жесткого колеса в аксиальном сечении повторяет форму контактирующей части профиля тел качения, а в коаксиальном сечении образована арками эписпиклоиды, при этом количество тел качения, контактирующих с неподвижным жестким колесом, отличается от количества арок эписпиклоиды.



## ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: 13.07.2012

Дата публикации: [10.05.2013](#)