



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

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 19.09.2011)
Пошлина: учтена за 9 год с 19.03.2007 по 18.03.2008

(21)(22) Заявка: [99105890/28](#), 18.03.1999

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.03.1999

(45) Опубликовано: 27.07.2000 Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 4584904 A, 29.04.1986. SU
1052758 A, 07.11.1983. SU 1585577 A1,
15.08.1990.

Адрес для переписки:
103074, Москва, Китайгородский пр-д
9/5, Военная академия ракетных войск
стратегического назначения им. Петра
Великого

(71) Заявитель(и):

**Военная академия ракетных войск
стратегического назначения им. Петра
Великого**

(72) Автор(ы):

**Соловцов Н.Е.,
Яковлев А.Ф.**

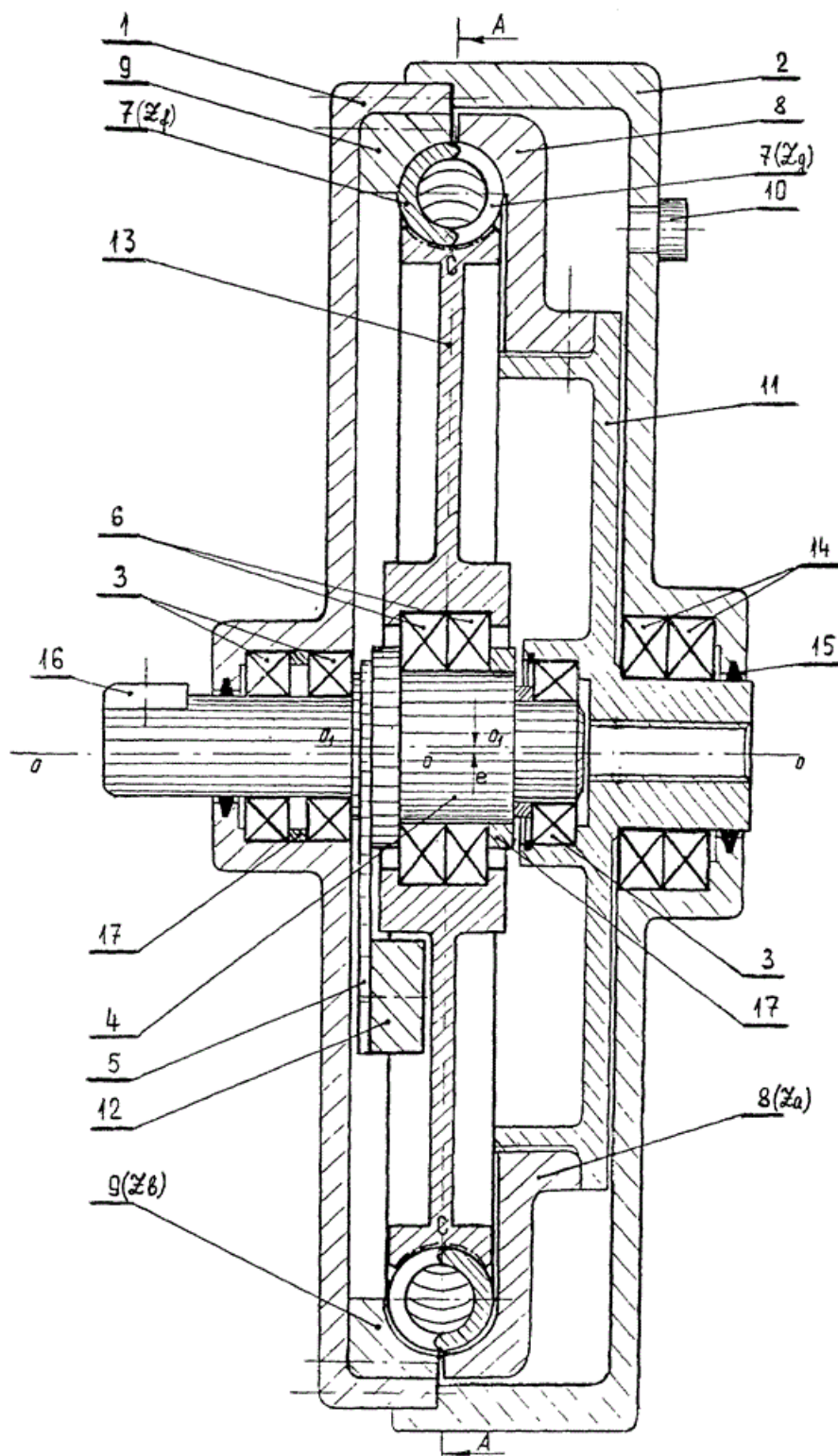
(73) Патентообладатель(и):

**Военная академия ракетных войск
стратегического назначения им. Петра
Великого**

(54) **ПЛАНЕТАРНЫЙ ЦИКЛОИДАЛЬНЫЙ РЕДУКТОР**

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, в частности к зубчатым передачам. Планетарный циклоидальный редуктор содержит неподвижное и подвижное центральные колеса, сателлит с сепаратором, подвижно установленным на эксцентрик входного вала. Неподвижное центральное колесо составлено из зубчатых секторов с различными угловыми шагами. Сателлит выполнен в виде прецизионных упругодеформированных сварных полированных пружинных витков, закрепленных в строго ориентированных углублениях сепаратора по его периферии так, что внешняя часть витков зацепляется с центральными колесами с возможностью изменения углового шага в пределах одного зуба или доли зуба. Повышены нагрузочная способность, точность, КПД и долговечность передачи при бесшумном характере ее работы. 3 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к зубчатым передачам и предназначено для использования в качестве прецизионного общемашиностроительного привода промышленных роботов и манипуляторов, а также приводов, работающих в специальных условиях применительно к космической технике, на транспорте, в нефтегазовой промышленности и т.п.

Известен циклоидальный редуктор, включающий корпус, входной вал, солнечное цевочное колесо, двухвенцовый сателлит, центральное колесо, связанное с выходным валом (патент США N 4282777, кл. 74-804, 1981).

В качестве профилей зубьев цевочных колес в этом редукторе приняты ролики (цевки).

Известен также планетарный циклоидальный редуктор (ПЦР), содержащий корпус, крышку, входной и выходной валы, солнечное (центральное) колесо с зубьями-цевками, свободно установленными на осях, циклоидальные сателлиты, эксцентрично расположенные внутри солнечного (центрального) колеса и установленные на подшипнике эксцентрикового входного вала, механизм шпинделя, включающий пальцы, жестко запрессованные во фланец выходного вала, втулки,

надеты на пальцы, входящие в зацепление с боковыми отверстиями сателлитов (Шанников В.М. "Планетарные редукторы с внецентроидным зацеплением", М.-Л.: Машгиз, 1948, с.61). В этом редукторе для передачи движения с сателлита на выходной вал применен механизм параллельных кривошипов (механизм шпинделя).

При работе этих редукторов возникает угловой люфт, что приводит к недостаточно высокой точности угла поворота. Снижение угловых люфтов связано с изменением конструкции и увеличением ее себестоимости.

Наиболее близким по технической сущности является планетарно-цевочный редуктор с циклоидальным зацеплением (проспект института проблем надежности и долговечности машин АН БССР. -Минск, 1988). Он содержит корпус 6, крышку 13, входной (ведущий) и выходной (ведомый) валы 1 и 7, неподвижное центральное (солнечное) колесо 11 с рядом роликов (цевок) 10, циклоидальные сателлиты 3 и 5 блока сателлитов 4, установленного на входном валу 1 на подшипниках вала 14 и на эксцентрично расположенных подшипниках сателлитов 15 внутри центральных колес 11 и 12, эпициклоидальные зубья которого зацепляются с зубьями центральных колес, пальцы 9, запрессованные во фланец выходного вала (подвижного центрального колеса 12) и свободно надеты на них ролики 8, входящие в зацепление с сателлитом 5 блока сателлитов 4, ролики (цевки) 10 неподвижного центрального колеса и ролики (цевки) 8 выходного вала (подвижного центрального колеса).

Недостатками прототипа являются:

- возможный диапазон передаточных чисел ограничен в пределах 7-5000, не может быть дробным числом и регулируемым;
- КПД прототипа не превышает 92%;
- недостаточен срок службы (30000-50000 часов);
- многопарность зацепления не превышает 70%;
- "жесткое" (как у традиционных эвольвентных и червячных передач) зацепление требует необходимых монтажных зазоров. Отсюда возможны люфты, обеспечение же минимальных зазоров приводит к существенным затратам производства;
- массивный блок сателлитов создает значительный момент инерции, что приводит к перегрузке быстроходных подшипников сателлита и снижает ресурс работы редуктора;
- сложность конструкции, наличие блока сателлитов, сплошные трубчатые цевки, наличие быстроходных подшипников блока сателлитов.

Указанные недостатки устраняются в предложенной конструкции планетарного циклоидального редуктора (ПЦР-8).

Сущность изобретения заключается в том, что сателлит сепаратора выполнен в виде упругодеформируемого пружинного сварного сателлита, внутренняя часть зубьев которого закреплена в строго ориентированных углублениях сепаратора по его периферии и находится в одновременном зацеплении с секторами неподвижного центрального колеса и с зубьями подвижного центрального колеса без проскальзывания. При этом внешняя левая зубчатая пружинная часть сателлита, упруго деформируясь по закону угловых шагов имеет возможность изменять угловой шаг в пределах и по закону, задаваемому зубчатыми секторами неподвижного центрального колеса, причем упругодеформируемый сателлит совмещает функции двух сателлитов: левая его часть выполняет функции 1-го сателлита, а правая часть - функции 2-го, закон вращения правой части отличен от закона вращения левой части, гипоциклоидальные зубья центральных колес могут быть выполнены цельными и сборными методами точного прессования, по технологии порошковой металлургии, точного литья, прессованием из проволоки $d \approx 0,1$ мм, а эксцентрик выполнен сборным, с насаженной поверху цилиндрической трубчатой или сборной насадкой с углепластиковым напылением.

Сравнительный анализ предлагаемого технического решения с прототипом показал, что заявляемое решение отличается наличием сварного пружинного сателлита, отсутствием быстроходных подшипников блока сателлитов легкой и средней серии, а также выполнением единого неподвижного центрального колеса в виде различных секторов с заданными угловыми шагами.

Таким образом техническое решение соответствует критерию "новизна".

Анализ патентной и научно-технической литературы не позволил выявить отличительные признаки заявляемого технического решения, что соответствует критерию "изобретательский уровень".

Предлагаемое техническое решение иллюстрируется чертежами, где на фиг.1 и фиг. 2 представлены соответственно продольный и поперечный разрезы планетарного циклоидального редуктора (ПЦР-8).

На фиг.3 представлена сборка (зацепление сателлита с неподвижным центральным колесом, где схематично показано зубчатое зацепление секторов ($\alpha_1 \dots \alpha_n$) неподвижного колеса 9, взаимодействующих с витым пружинным сателлитом 7.

Предлагаемый ПЦР-8 содержит корпус 1, крышку 2, неподвижное центральное колесо 9 с зубчатыми секторами ($\alpha_1 \dots \alpha_n$) с различными угловыми шагами ($t_1 \dots t_n$), витой пружинный сателлит 7, находящийся в постоянном зацеплении с центральными колесами 9 и 8, жестко закрепленными соответственно в корпусе 1 и на выходном валу 11. Сателлит посредством сепаратора 13 соединен с эксцентриковым валом 4 и электрическим двигателем (ЭД) (шаговым двигателем ШД) через шпонку 16 на

подшипниках 6, 3, а через подшипник 14 выходной вал 11 с маслоотбойными кольцами 15 подвижного колеса соединен с нагрузкой. Позиция 17 показывает установочные кольца подшипников, а 12 - балансирующий груз, 10 - маслозаливную пробку.

Устройство работает следующим образом.

Вращение от первичного двигателя ЭД или любого другого, передается на входной эксцентриковый вал 4, который через подшипники 6 заставляет обкатываться сателлит 7 (блок сателлита с сепаратором 13) по единому неподвижному центральному колесу, выполненному из ряда секторов с различными угловыми шагами. Таким образом в конструкции колеса 9 уже запрограммирована разность в числе зубьев колеса 9 и зубьев левой части сателлита 7. Эта разность и определяет передаточное отношение (редукцию) I ступени редуктора.

Так, при разности в 1 зуб и при числе зубьев сателлита 100 передаточное отношение будет $i=100$, а при разности в 0,1 зуба передаточное отношение возрастает на порядок и составит $i=1000!$.

Тем самым задана динамика вращения сателлита в пределах одного оборота, которая в конечном счете и передается на заданный закон вращения выходного вала 11.

В этом заключен важный практический замысел. В реальных условиях часто необходимо быстро (на высокой скорости) поймать цель, после чего отслеживать движение цели с другой скоростью. Таким образом, исходя из необходимой динамики, и запрограммирована редукция I ступени.

В дальнейшем запрограммированное вращение сателлита 7 через правую часть сателлита 7 преобразуется во вращение циклоидального подвижного центрального колеса со своей редукцией II ступени, т.е. заданный закон вращения передается на выходной вал, на объект регулирования. Таким образом упругодеформируемое безлюфтовое зацепление ПЦР-8 передает динамику вращения без погрешностей и искажений.

Одновременно с этим многопарность зацепления повышает жесткость передачи вращения, увеличивает динамическую нагрузочную способность всего электропривода в целом, значительно возрастает точность КПД, долговечность и ресурс работы системы в целом при плавном и бесшумном характере ее работы, что важно для подлодок.

Изобретение может быть использовано в циклоидальных планетарно-роторных гидромоторах с отношением вращающего момента к массе привода в $(30-50)Н \cdot М/кг$ при широком диапазоне бесступенчатого регулирования частот вращения выходного вала при неизменном вращающем моменте.

Изобретение ценно при разработке и исследованиях ряда циклоидальных редукторов для электромеханических приводов в станкостроении, в промышленных роботах, в кибернетических устройствах и системах управления, в электромобилях.

Сопряжение ПЦР-8 с силовым и электронным управлением позволит значительно повысить эффективность и быстродействие всей системы управления летательными аппаратами, приводами по исследованию систем, космическими средствами, работающими в экстремальных условиях эксплуатации.

Способность конструкции ПЦР-8 сохранять отработанные командные сигналы (импульсы) и в перерывах между командами не потреблять электроэнергию позволяет увеличить КПД (до 0,95 и более) и получить энергосберегающий электропривод с ПЦР-8, что является эффективным при использовании изобретения в агрегатах с автономными источниками питания.

Отметим важнейшие характеристики ПЦР-8, определяющие суть изобретения.

Упругодеформируемость сателлита определяется пружинным характером его конструкции и заделкой его витков в профилированные пазы сепаратора (участки "С" по фиг.1).

Меняя моменты инерции сечения (его геометрию) витков сателлита в пазах сепаратора, мы изменяем соответственно упругость (жесткость) витков сателлита и, следовательно, задаем необходимую упругодеформируемость сателлита в целом.

В усовершенствованной конструкции ПЦР-8 с уменьшением потерь на трение улучшены динамические характеристики, а одновременное попарное постоянное зубчатое зацепление центральных колес с сателлитом Z_b с Z_f и Z_a с Z_g при разном в числе зубьев в один зуб и в доли зуба обеспечивает максимальный кинематический эффект передачи. При этом общее передаточное отношение по величине и модулю определяется зависимостью:

$$i_{\text{общ}} = i_I \cdot i_{II}$$

Передаточное отношение $i_{\text{общ}}$ редуктора (по модулю) определяется зависимостью (в развернутой форме):

$$i_{\text{общ}} = \left| \frac{Z_f \cdot Z_a}{Z_f \cdot Z_a - Z_b \cdot Z_g} \right|,$$

где Z_f - число зубьев левой части пружинного сателлита (I ступени редукции);

Z_a - число зубьев подвижного центрального колеса (II ступени редукции);

Z_b - число зубьев неподвижного центрального колеса (I ступени редукции);

Z_g - число зубьев части сателлита (II ступени редукции).

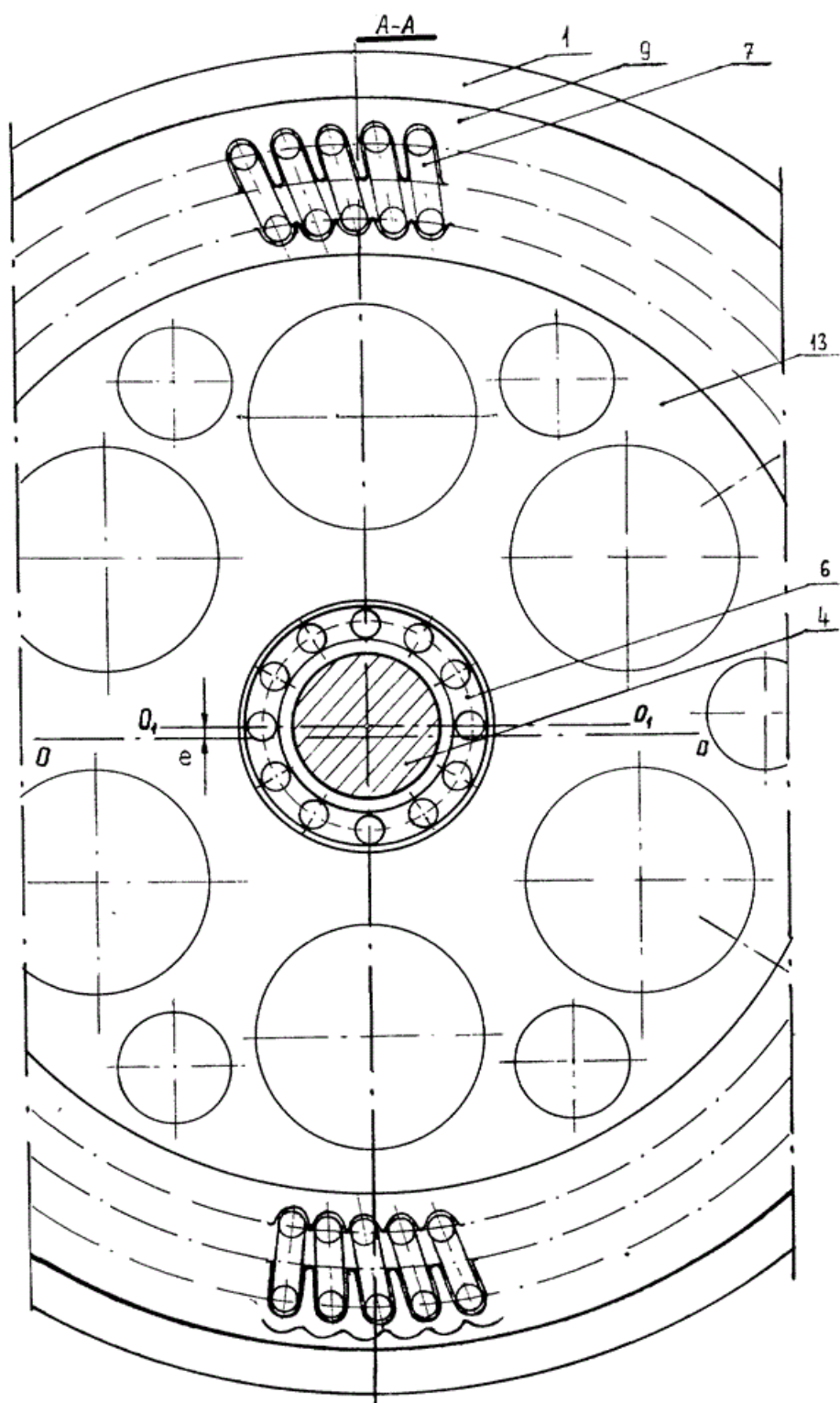
Формула изобретения

1. Планетарный циклоидальный редуктор, содержащий корпус, крышку, входной и выходной валы, неподвижное, закрепленное в корпусе, и подвижное, связанное с выходным валом, центральные колеса, взаимодействующий с зубьями центральных колес сателлит с сепаратором, подвижно установленным на эксцентрик входного вала, отличающийся тем, что неподвижное центральное колесо составлено из зубчатых секторов с различными угловыми шагами, сателлит выполнен в виде прецизионных упругодеформируемых сварных, полированных пружинных витков, которые закреплены в углублениях сепаратора по его периферии таким образом, что внешняя часть витков зацепляется с центральными колесами с возможностью изменения углового шага в пределах одного зуба или доли зуба.

2. Планетарный циклоидальный редуктор по п.1, отличающийся тем, что пружинные витки имеют выпуклый профиль, а зубья центральных колес - вогнутый.

3. Планетарный циклоидальный редуктор по п.1, отличающийся тем, что прецизионные гипоциклоидальные зубья центральных колес могут быть выполнены цельными и сборными методами точного прессования, по технологии порошковой металлургии, точного литья, прессованием из проволоки $d \approx 0,1$ мм.

4. Планетарный циклоидальный редуктор по п.1, отличающийся тем, что эксцентрик выполнен способным с насаженной поверхностью цилиндрической трубчатой или сборной насадкой с углепластиковым напылением.



Физ. 2

