



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.07.2015)  
Пошлина: учтена за 9 год с 01.07.2011 по 30.06.2012

(19) RU (11) 2 253 777 (13) C2

(51) МПК

F16H 25/06 (2000.01)

F16H 13/08 (2000.01)

(21)(22) Заявка: 2003119802/11, 30.06.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.06.2003

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2004 Бюл. №  
35

(45) Опубликовано: 10.06.2005 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: EP 0107485 A1, 02.05.1984. JP  
62004961 A1, 10.01.1987. SU 1359524 A2,  
15.12.1987. US 4829851 A, 16.05.1989. US  
4643047 A, 17.02.1987.

Адрес для переписки:  
634063, г.Томск, а/я 1989, В.В.  
Становскому

(72) Автор(ы):

Становской В.В. (RU),  
Казакивичюс С.М. (RU),  
Петракович А.Г. (RU)

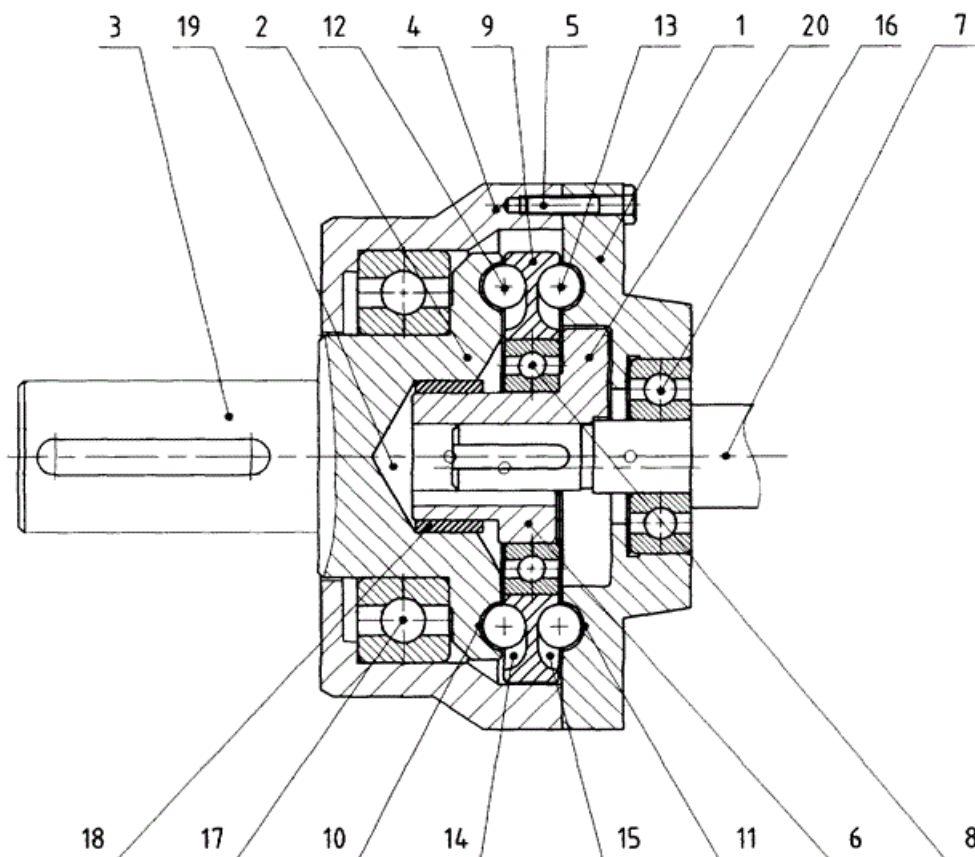
(73) Патентообладатель(и):

Закрытое акционерное общество  
"Томские трансмиссионные системы"  
(RU)

(54) **ПЛАНЕТАРНАЯ ШАРИКОВАЯ ПЕРЕДАЧА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к общему машиностроению, а именно к средствам для преобразования скорости вращения без использования зубчатых колес, и может быть использовано в приводах машин и механизмов. Шариковая передача содержит два центральных диска 1 и 2 с расположенной между ними плавающей шайбой 9, свободно посаженной на эксцентрик 6. На обращенных к плавающей шайбе 9 поверхностях дисков 1 и 2 выполнены размещенные по окружности лунки 10 и 11, в которые посажены шарики 12 и 13 с зазорами, обеспечивающими свободное вращение шариков. На обоих торцах плавающей шайбы 9 выполнены замкнутые периодические дорожки качения 14 и 15, взаимодействующие посредством двух цепочек шариков 12 и 13 с лунками 10 и 11. Технический результат - уменьшение дисбаланса передачи и повышение технологичности ее изготовления. 3 з.п. ф-лы, 7 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к области общего машиностроения, а именно к средствам для преобразования скорости вращения без использования зубчатых колес, а более конкретно к передачам момента вращения посредством цепочки шариков. Оно может быть использовано в приводах машин и механизмов самого широкого назначения.

Известны торцевые шариковые передачи, состоящие из трех дисковых звеньев. Любой из дисков может служить ведущим, ведомым, или опорным, связанным с корпусом, звеном (см. Пашкевич М.Ф. Торцовые шариковые редукторы и их применение "Вестник машиностроения", №7, 1985, с.23-26). Один из дисков - сепаратор имеет радиальные прорезы, на торцевых поверхностях двух других дисков выполнены замкнутые периодические по азимуту канавки. Момент вращения передается посредством цепочки шариков, расположенных в прорезях сепаратора и взаимодействующих с периодическими канавками двух других дисков. Долговечность передачи определяется прочностными характеристиками наиболее слабого звена-сепаратора с прорезями.

Несколько увеличена прочность сепаратора в синусошариковой передаче SU 1260604, в которой ведущим диском является плавающая шайба, посаженная на эксцентрик ведущего вала. Беговая канавка для шариков расположена на боковой поверхности плавающей шайбы. Дисковый сепаратор имеет не сквозные прорезы, как в предыдущей передаче, а радиальные канавки на торцевой поверхности. Благодаря этому увеличивается прочность сепаратора, однако остается еще износ краев радиальных канавок, который существенно снижает долговечность. Ту же цель увеличения прочности передачи преследуют конструкции, описанные в SU 1321965 и SU 1663227. Во всех вышеописанных механизмах каждый шарик одновременно взаимодействует с дорожками качения трех звеньев, поэтому глубина дорожек качения не может быть больше 1/3 части диаметра шарика, что очень плохо влияет на распределение сил при передаче моментов.

Эта проблема решена в патенте US 3439562. В этом передающем механизме плавающим звеном является сепаратор, имеющий два ряда сквозных отверстий, расположенных по окружностям разного радиуса. В каждом отверстии обоих рядов расположено по два шарика, выступающих из отверстий сепаратора с обеих сторон от него. Шарика, выступающие с одной стороны сепаратора на одной окружности, взаимодействуют с периодической дорожкой качения на одном из дисков, а противоположные шарика служат опорными. Шарика другой окружности взаимодействуют с дорожкой качения на другом диске. Такая конструкция позволяет увеличить глубину дорожек качения до радиуса шарика, но при этом усложняется конструкция передачи, увеличивается в четыре раза число шариков.

Известны передачи, в которых каждый шарик взаимодействует только с двумя звеньями, одно из которых является плавающей шайбой (EP 0107485, US 4829851). В этом случае плавающая шайба снабжена дополнительным механизмом, приводящим

вращение плавающей шайбы вокруг собственной оси к общей оси передачи. Таким механизмом на фиг.5 патента US 4829851 является механизм параллельных кривошипов, а на фиг.1 того же патента и в патенте EP 0107485 - шариковый механизм параллельных кривошипов.

Расширяет диапазон передаточных отношений передача, в которой функцию параллельного кривошипа выполняет второй передающий узел со второй цепочкой шариков, реализованный на одной плавающей шайбе (см. US 4643047 и фиг.8 патента US 4829851). Последний механизм принимаем за прототип. Он содержит два центральных диска, между которыми на эксцентрике входного вала с возможностью свободного вращения на нем посажена плавающая шайба. На торцах плавающей шайбы и на обращенных к ней поверхностях дисков выполнены замкнутые периодические дорожки качения. В каждой паре дорожек качения между плавающей шайбой и дисками размещена цепочка шариков, образующая с дорожками качения два передающих узла. Число периодов в дорожках качения каждой пары отличается на 2 и на 1. Один из дисков связан с корпусом, а другой - с выходным валом. Для надежной работы шарик в каждой цепочке должны находиться на равных расстояниях друг от друга и это положение должно соблюдаться с высокой точностью. Поэтому шарик каждой цепочки снабжены сепаратором, в отверстиях которого они расположены. Сепаратор не участвует в передаче момента, а только фиксирует угловое положение шариков. Эксцентриситет передачи достаточно большой, т.к. он определяется суммой амплитуд периодических дорожек качения на плавающей шайбе и на центральных дисках, а амплитуды определяют силовые характеристики передачи. Этими обстоятельствами обусловлены основные недостатки передачи. Необходимость в сепараторе, причем изготовленном с высокой точностью, усложняет конструкцию, уменьшает ее технологичность. Большой эксцентриситет при передаче высоких моментов увеличивает дисбаланс масс передачи, что вызывает ее повышенный шум, биения и износ. Применение различных методов балансировки усложняет конструкцию. Изготовление четырех замкнутых периодических дорожек качения, сопрягающихся друг с другом с высокой точностью, является сложной технологической задачей.

Таким образом, задачей изобретения является разработка простой, малогабаритной и надежной механической передачи. Технический результат, достигаемый изобретением, состоит в уменьшении дисбаланса передачи при прочих равных условиях и в повышении технологичности изготовления передачи. Дополнительный результат, достигаемый отдельными вариантами, заключается в улучшении распределения сил, действующих со стороны шарика на дорожки качения, и в смещении точек приложения этих сил от краев дорожек.

Поставленная задача решается тем, что планетарная шариковая передача, как и прототип, содержит два центральных диска и расположенную между ними плавающую шайбу, свободно посаженную на эксцентрик. На обоих торцах плавающей шайбы выполнены замкнутые периодические дорожки качения, взаимодействующие посредством двух цепочек шариков с периодическими элементами на обращенных к плавающей шайбе поверхностях дисков.

В отличие от прототипа периодические элементы на центральных дисках выполнены в виде лунок, размеры которых соответствуют размерам шариков с зазором, обеспечивающим свободное вращение шариков в них. Такое выполнение периодических элементов на дисках значительно уменьшает дисбаланс передачи, особенно передачи, рассчитанной на высокие силовые характеристики, в которой используют шарик большого размера. Действительно, в прототипе обе цепочки шариков совершают орбитальное движение и увеличивают тем самым дисбалансную массу. В предлагаемом изобретении в орбитальном движении участвует только плавающая шайба, цепочки шариков совершают лишь вращение, не участвуя в орбитальном перемещении.

Кроме того, для увеличения долговечности передающего узла и силовых характеристик, в каждой замкнутой периодической дорожке качения на плавающей шайбе высота стенки с большей крутизной фронта выполнена превышающей радиус шарика, и, соответственно, высота другой стенки замкнутой канавки уменьшена на такую же величину, а оба диска в областях, сопрягающихся с пониженными стенками замкнутой канавки, выполнены с выступом, поверхность которого сопрягается с соответствующей замкнутой периодической дорожкой.

Еще большему уменьшению дисбаланса способствуют элементы балансировки, выполненные на эксцентрике. Это может быть набор отверстий, выборок в теле эксцентрика, а может быть дополнительная балансирующая масса, смещающие общий центр тяжести системы эксцентрик - плавающая шайба к оси передающего узла. Т.е., расположение и размеры элементов балансировки учитывают комбинацию дисбалансных масс эксцентрика и плавающей шайбы.

Для улучшения распределения нагрузки по шарикам, а также для компенсации неточностей изготовления деталей передающего узла лунки выполнены во вставках из упругого материала.

Изобретение иллюстрируется графическими материалами, где на фиг.1 представлен продольный разрез передающего узла, а на фиг.2, 3 и 4 - в увеличенном масштабе представлены различные варианты выполнения узла взаимодействия

шариков с дорожками и лунками.

На фиг.5 и фиг.6 - вид на плавающую шайбу с разными вариантами выполнения замкнутой периодической дорожки.

Фиг.7 - схема, поясняющая взаимодействие шарика с лункой.

Планетарная шариковая передача содержит два соосных центральных диска 1 и 2. Диск 1 в варианте конструкции, изображенной на фиг.1, является опорным диском и соединен с корпусом 4 посредством винтов 5. Диск 2 является выходным, соединенным с выходным валом 3. Между центральными дисками 1 и 2 на эксцентрик 6 входного вала 7 на подшипниках 8 установлена плавающая шайба 9. На обращенных друг к другу поверхностях дисков 1 и 2 выполнены размещенные по окружности лунки 10 и 11. В лунках 10 и 11 размещены две цепочки шариков 12 и 13. Размеры лунок соответствуют размерам шариков так, что каждый шарик плотно сидит в лунке без возможности его смещения, но с возможностью вращения в лунке. На противоположных торцах плавающей шайбы 9 выполнены замкнутые периодически изогнутые дорожки качения 14 и 15, контактирующие с шариками 12 и 13 в лунках 10 и 11. Глубина каждой лунки 10 или 11 вместе с глубиной противолежащей ей периодической дорожки качения 14 или 15, с учетом зазора между плавающей шайбой 9 и соответствующим диском 1 или 2, равна диаметру шарика. При этом целесообразно глубину периодических дорожек 14 и 15 выбирать не меньшей радиуса шарика. Тогда глубина лунок будет меньше радиуса шарика, по меньшей мере, на величину зазора между соответствующим диском и плавающей шайбой 9. Входной вал 7 посажен в корпусе 4 на подшипнике 16, а выходной вал 3 - на подшипнике 17. Для облегчения сборки и более точного позиционирования относительно оси конец эксцентричного вала 6 на подшипнике 18 закреплен в посадочном отверстии 19, выполненном в диске 2. В данной конструкции подшипником 18 служит антифрикционная втулка. Эксцентрик снабжен противовесом 20, смещающим центр тяжести системы эксцентрик 6 - плавающая шайба 9 к оси передачи. Вместо противовеса можно выполнить выборки в теле эксцентрика.

Варианты выполнения замкнутых канавок 14 и 15 показаны на фиг.5 и 6. Каждая замкнутая канавка имеет две стенки 21 и 22, причем основная нагрузка от шариков приходится на стенку с большей приведенной кривизной (на фиг.5 - стенка 21), противоположная ей стенка (22 на фиг.5) является нерабочей и может быть срезана. В данном варианте она сохранена для придания жесткости детали 9. Расположение стенки с большей кривизной зависит от выполнения передающего узла. Когда число периодов дорожки качения больше числа шариков, замкнутая дорожка качения будет иметь форму, показанную на фиг.5, где показано 15 шариков и 16 периодов дорожки качения. В этом случае наружная стенка 21 имеет большую приведенную кривизну. Если число периодов дорожки качения выбрано меньше числа шариков, то дорожка качения будет иметь вид, показанный на фиг.6, где показано 15 шариков и 14 периодов дорожки качения. В этом случае внешняя стенка 21 имеет меньшую приведенную кривизну, чем внутренняя стенка 22. Таким образом, в дорожке на фиг.5 основную нагрузку несет стенка 21. В дорожке на фиг.6 стенка 22 имеет большую приведенную кривизну и несет основную нагрузку. Для того чтобы нагруженные стенки дорожек качения подвергались меньшему износу, в следующем варианте изобретения их высота выполнена большей радиуса шарика на величину  $L$  (см. фиг.2). Тогда точка А контакта шарика 12 со стенкой замкнутой дорожки качения 14 или 15 смещена от края стенки. При этом у силы  $F$  (см. фиг.7), проходящей через центр шарика, появится момент  $M$  относительно точки В контакта шарика с лункой с плечом, равным  $L$ . Под действием этого момента шарик может выкатиться из лунки. Чтобы это предотвратить, часть стенки лунки 23, противолежащая пониженной стенке замкнутой дорожки качения, выполнена превышающей радиус шарика. На фиг.7 эта часть стенки лунки 11 показана пунктиром. Увеличить описанным образом высоту стенок лунок 10 и 11 можно, выполнив диски 1 и 2 с выступами 23, расположенными в указанных областях. Причем эти выступы имеют форму поверхности, сопрягающуюся с соответствующими областями замкнутых дорожек 14 и 15. Теперь точка контакта шарика 12 со стенкой лунки 11 смещается в положение В1, плечо  $L$  становится равным нулю, и момент  $M$ , выкатывающий шарик из лунки, устраняется. Такое выполнение передающего узла позволяет снизить износ шариков и дорожек, а также повысить силовые характеристики передающего узла.

Вариант замкнутой периодической дорожки, показанный на фиг.6, кроме всего прочего позволяет уменьшить дисбаланс передающего узла за счет снижения веса плавающей шайбы и ее диаметральных размеров посредством срезания внутренней ненагруженной части дорожки. Такой вариант со срезанными нерабочими частями замкнутых дорожек качения 14 и 15 на плавающей шайбе 9 показан на фиг.3. Здесь замкнутые периодические дорожки 14 и 15 имеют только увеличенную по высоте нагруженную стенку 22, а области ненагруженных стенок 21 срезаны. За счет выступов 23 на дисках 1 и 2 шарика 12 и 13 не выходят из зацепления с лунками и дорожками, но при этом снижен диаметральный размер плавающей шайбы 9 и ее масса, снижая дисбаланс.

В варианте на фиг.4 для компенсации погрешностей изготовления и выравнивания нагрузки по шарикам 12 и 13 лунки 10 и 11 выполнены во вставках из упругого материала 24. Этот вариант может быть использован и при выполнении варианта на

фиг.2.

Поверхности пары трения шарик - лунка целесообразно выполнять из материалов, имеющих минимальный коэффициент трения относительно друг друга.

Работает передача следующим образом. Вращение входного вала 7 с эксцентриком 6 преобразуется в планетарное движение плавающей шайбы 9. Взаимодействие периодической дорожки 15 с неподвижной цепочкой шариков 13, сидящих в лунках 11 корпусного диска 1, вызовет поворот плавающей шайбы 9 вокруг ее собственной оси на угол, равный периоду замкнутой дорожки 15 за один оборот входного вала. Поворот плавающей шайбы 9 цепочкой шариков 12, взаимодействующих с периодической дорожкой 14 и сидящих в лунках 10 выходного диска 2, преобразуется в поворот этого диска относительно плавающей шайбы 9 на угол, равный периоду замкнутой дорожки 14. Соответственно общий поворот выходного вала 3 относительно входного вала 7 составит сумму или разницу этих углов. Таким образом, передаточное отношение планетарной шариковой передачи определяется соотношением:

$$u = \frac{g - 1}{g - p},$$

где  $p = \pm Z_1$ ,  $g = \pm Z_2$ .

При этом  $Z_1$  и  $Z_2$  - числа периодов дорожек 14 и 15, соответственно.

Предположим, что обе дорожки качения 14 и 15 выполнены в форме дорожки, показанной на фиг.5, т.е. внешняя стенка дорожки 21 имеет большую приведенную кривизну, чем внутренняя стенка 22. Тогда шарик оказывает основное воздействие на стенку 21. Когда высота этой стенки выполнена увеличенной и превышающей радиус шарика на величину  $L$ , усилие шарика будет приложено не на край этой стенки, а на некоторую область, смещенную от края стенки. Это позволяет существенно снизить износ области контакта шарика и дорожки. На фиг.2 видно, что при этом снижается толщина дисков 1 и 2 на такую же величину, что может снизить их прочность. Чтобы этого не произошло, и чтобы шарики не выскочили из лунок под влиянием сил, действующих на них со стороны дорожек качения 14 и 15, диски 1 и 2 выполнены с выступами 23, форма поверхности которых сопрягается с формой периодических дорожек 14 и 15 в данной области. Теперь и на стенки лунок 10 и 11 воздействие шариков 12 и 13 происходит в области, смещенной от краев лунок, таким образом, увеличивая надежность работы узла и снижая износ контактных областей шариков и лунок. Таким образом, без введения дополнительных средств можно повысить нагрузочную способность узла и снизить износ контактирующих элементов.

Общий дисбаланс передачи определяется эксцентриком 6 и плавающей шайбой 9. Форма и размеры противовеса 20 были выбраны с учетом уравнивания этой системы. В варианте на фиг.3, где срезаны ненагруженные части замкнутых периодических дорожек 14 и 15, размеры этого противовеса значительно снижаются, а в некоторых случаях можно обойтись и без него, если требования сниженных размеров узла предпочтительнее.

Следует отметить, что приведенными примерами конкретной реализации не ограничиваются все возможные варианты предлагаемой передачи. Так, в частности, входным, выходным или корпусным звеном может быть любой из дисков 1, или 2, или плавающая шайба 9.

Наиболее сложной в технологическом отношении является операция изготовления дорожек качения 14 и 15 на плавающей шайбе 9. После изготовления эти дорожки требуют закалки. Очевидно, что проводить закалку одной детали 9 гораздо проще, чем закалывать поверхности на разных деталях.

За счет того, что шарики совершают только вращение в лунках, передача работает практически бесшумно, снижены биения и дисбаланс.

Таким образом, представленная передача, как и прототип, обладает простой конструкцией, широким диапазоном передаточных отношений, но по сравнению с прототипом является гораздо более технологичной в изготовлении и лучше сбалансированной.

#### Формула изобретения

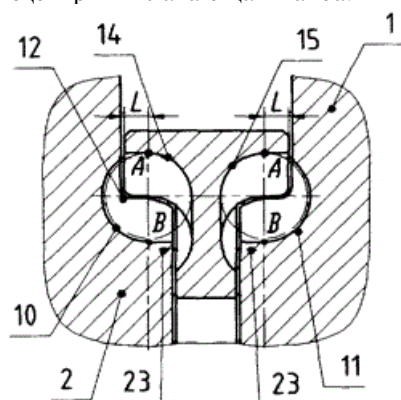
1. Планетарная шариковая передача, содержащая два центральных диска с расположенной между ними плавающей шайбой, свободно посаженной на эксцентрик, на обоих торцах плавающей шайбы выполнены замкнутые периодические дорожки качения, взаимодействующие посредством двух цепочек шариков с периодическими элементами на обращенных к плавающей шайбе поверхностях дисков, отличающаяся тем, что периодические элементы на центральных дисках выполнены в виде лунок, в которые посажены шарики с зазорами, обеспечивающими свободное вращение шарика.

2. Планетарная шариковая передача по п.1, отличающаяся тем, что в каждой замкнутой периодической дорожке качения на плавающей шайбе высота стенки с большей крутизной фронта выполнена превышающей радиус шарика и, соответственно, высота другой стенки замкнутой канавки уменьшена, а оба диска в областях, сопрягающихся с пониженными стенками замкнутых канавок, выполнены с выступами, поверхность которых сопрягается с соответствующей замкнутой

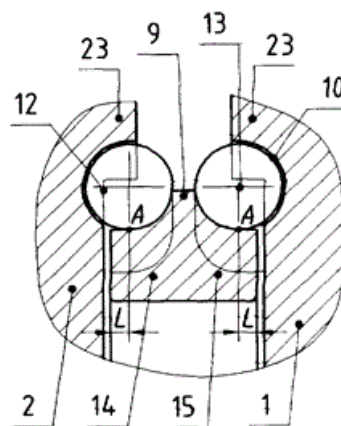
периодической дорожкой.

3. Планетарная шариковая передача по п.1 или 2, отличающаяся тем, что лунки выполнены во вставках из упругого материала.

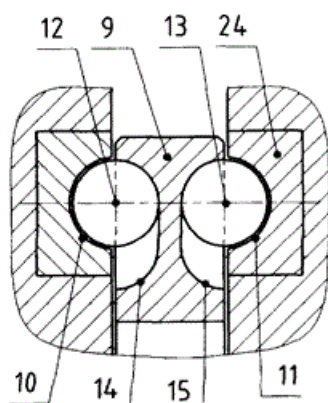
4. Планетарная шариковая передача по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что эксцентрик выполнен с элементами балансировки, компенсирующими дисбаланс системы эксцентрик - плавающая шайба.



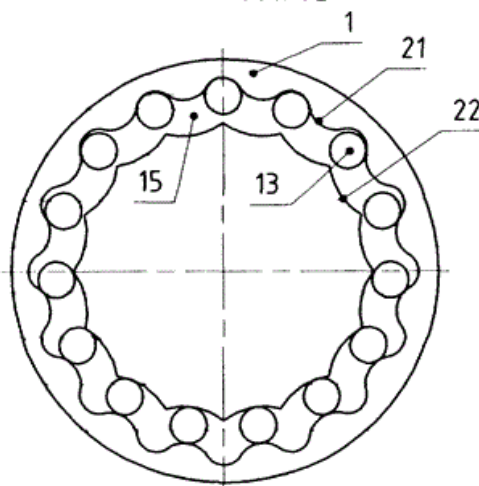
Фиг.2



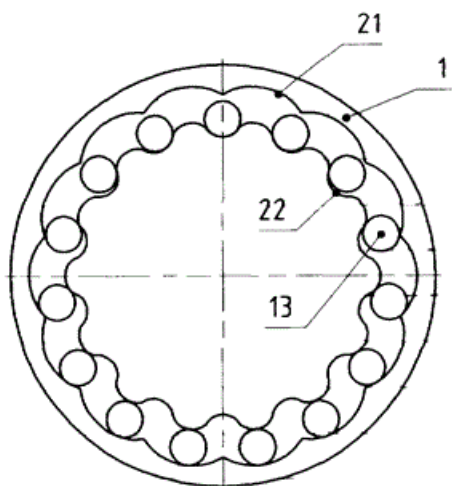
Фиг.3



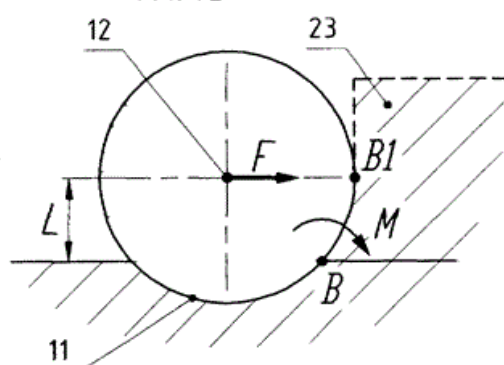
Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7

## ИЗВЕЩЕНИЯ

ТК4А - Поправки к публикациям сведений об изобретениях в бюллетенях "Изобретения (заявки и патенты)" и "Изобретения. Полезные модели"

(21) Регистрационный номер заявки: [2003119802](#)

Номер и год публикации бюллетеня: 16-2005

Страница: 1191

Код раздела: FG4A

Напечатано:

Адрес для переписки: 634063, г.Томск, а/я 1989, В.В. Становскому

Следует читать: Адрес для переписки: 634009, г.Томск, Совпартшкольный пер., 13, ЗАО  
"ТТС", генеральному директору

Извещение опубликовано: [27.09.2005](#) БИ: 27/2005

---

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

Дата прекращения действия патента: 01.07.2012

Дата публикации: [20.09.2013](#)