



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.05.2015)  
Пошлина: учтена за 8 год с 28.04.2011 по 27.04.2012

(21)(22) Заявка: 2004113046/11, 27.04.2004(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.04.2004

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2005 Бюл. № 29

(45) Опубликовано: 20.03.2006 Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: JP 62004961 A, 10.01.1987. EP 0107485 A1, 02.05.1984. RU 2075671 C1, 20.03.1997.

Адрес для переписки:

634063, г.Томск, а/я 1989, В.В.  
Становскому

(72) Автор(ы):

Становской Виктор Владимирович (RU),  
Казакивичюс Сергей Матвеевич (RU),  
Ремнева Татьяна Андреевна (RU)

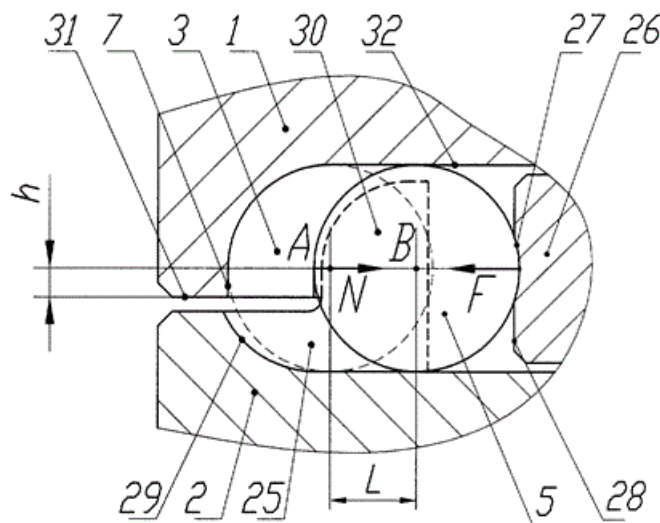
(73) Патентообладатель(и):

Закрытое акционерное общество  
"Томские трансмиссионные системы"  
(RU)

## (54) ШАРИКОВОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ВРАЩЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к общему машиностроению, а именно к передачам вращения посредством цепочки шариков, и может быть использовано в приводах машин и механизмов. Шариковое зацепление для передачи вращения содержит более двух звеньев в виде передающих дисков 1 и 2 с периодическими канавками в виде замкнутых периодически изогнутых по окружности дорожек качения 3 и 4 на обращенных друг к другу поверхностях звеньев, передающего диска 26 и цепочку шариков 5, одновременно зацепляющихся с канавками всех звеньев. Обращенные друг к другу поверхности звеньев с канавками 3, 25, 27 воздействуют на шарики 5 боковыми стенками и взаимно-ступенчато сопрягаются. Сами канавки выполнены в этих взаимно-ступенчатых поверхностях и сопряжены между собой так, что в каждой канавке высота стенки в одной области увеличена и превышает радиус шарика 5 за счет уменьшения высоты противоположащих ей стенок канавок других звеньев. Увеличенные стенки разнесенных по окружности канавок имеют форму, вписанную в поверхности противоположащих периодических канавок. Технический результат - улучшение распределения сил взаимодействия шарика и стенок периодических канавок, смещение области контакта шарика от края стенки периодической канавки к ее дну. 9 ил.



Фиг.2

Изобретение относится к области общего машиностроения, а именно к передачам вращения посредством цепочки шариков, находящихся в зацеплении с

периодическими элементами на поверхностях взаимодействующих звеньев. Такие передачи в настоящее время активно разрабатываются, так как могут использоваться в приводах машин и механизмов самого широкого назначения. Передающие узлы с телами качения в виде шариков отличаются большой несущей способностью и надежностью. Они проще зубчатых передач и меньше по габаритам для эквивалентных нагрузок и передаточных отношений.

Известные шариковые зацепления можно подразделить на зацепления, в которых шарик взаимодействует с периодическими элементами трех и более звеньев (SU 1399548, RU 2162555, RU 2179272) или с периодическими элементами двух звеньев (US 4829851, RU 2179672). Зацепление шариков с двумя звеньями используется в передачах, в которых одно из звеньев совершает планетарное перемещение (US 4829851), или в передачах с параллельными валами (RU 2179672).

В передачах вращения с шариковым зацеплением периодические элементы на поверхностях взаимодействующих звеньев представляют собой периодические канавки для шарика, имеющие соответствующие сечения и различную форму. Под канавкой в этом случае мы понимаем углубление, профиль поперечного сечения которого совпадает с формой шарика или сквозную прорезь с шириной, равной диаметру шарика. Т.е. в общем случае это могут быть протяженные разнесенные по окружности канавки (RU 2179272, SU 1260604), или сквозные прорези (SU 1399548, SU 1569470), полусферические (RU 2179672) или тороидальные (US 4829851) лунки, а также замкнутые периодически изогнутые дорожки качения с образующими линиями в виде трохойды, циклоиды, синусоиды или круга и т.п. (М.Ф.Пашкевич "Вестник машиностроения", №7, 1985). Периодические элементы могут сопрягаться между собой в различных комбинациях в зависимости от назначения и особенностей конструкции передачи.

За прототип выберем плоское шариковое зацепление "трехсинусоидной" шариковой передачи (Р.М.Игнатищев, "Вестник машиностроения", №2, 1987 г., стр.14) В нем на крайних дисковых звеньях выполнены замкнутые периодические дорожки качения, а среднее звено выполнено с прорезями, разнесенными по окружности. В таком устройстве глубина дорожек качения не может превышать  $1/3$  диаметра шарика. При всех достоинствах шариковых передач, это условие существенно влияет на распределение сил при передаче момента, ухудшая это распределение. На фиг.1 показано распределение сил в таком зацеплении, где  $F$  - сила, действующая на шарик со стороны ведущего звена,  $N$  - сила реакции ведомого звена. Силы  $F$  и  $N$  приложены к краям дорожек качения 3 и 4, и имеют по две составляющих -  $F_1$ ,  $F_2$  и  $N_1$ ,  $N_2$ . Силы  $F_1$  и  $N_1$  являются полезными, а сила  $N_2$  действует в осевом направлении и расталкивает передающие звенья 1 и 2 друг от друга, что может привести к выпадению шарика из зацепления. И, конечно, эта составляющая увеличивает силу трения и снижает коэффициент полезного действия передачи. Кроме того, из-за того, что шарик воздействует на края дорожек 3 и 4, повышается вероятность их разрушения.

Задачей изобретения является повышение КПД и надежности передающих узлов с шариковым зацеплением трех и более звеньев для передачи высоких моментов.

Техническим результатом изобретения является улучшение распределения сил взаимодействия шарика и стенок периодических канавок, а также смещение области контакта шарика от края стенки периодической канавки к ее дну.

Поставленная задача решается тем, что шариковое зацепление для передачи вращения, как и прототип, содержит более двух звеньев с периодическими элементами в виде канавок на обращенных друг к другу поверхностях звеньев, канавки на одном из звеньев разнесены по окружности, а на двух представляют непрерывные периодически изогнутые канавки, и цепочку шариков, одновременно зацепляющихся с канавками всех звеньев, и в которых суммарная амплитуда периодических канавок взаимодействующей пары не превышает диаметра шарика. В отличие от прототипа, обращенные друг к другу поверхности звеньев с канавками, воздействующими на шарик боковыми стенками, взаимно-ступенчато сопрягаются, указанные канавки выполнены в этих взаимно-ступенчатых поверхностях и сопряжены между собой, так, что в каждой канавке высота боковой стенки в одной области увеличена, и превышает радиус шарика за счет уменьшения высоты противоположащих ей стенок канавок других звеньев, а увеличенные стенки разнесенных по окружности канавок имеют форму, вписанную в поверхности противоположащих периодических канавок.

Благодаря такому увеличению высоты противодействующих боковых стенок канавок, точки контакта шарика со стенками канавок смещаются так, что действующие силы имеют только одну составляющую, которая выполняет полезную работу.

Далее изобретение поясняется чертежами, на которых показано взаимодействие шарика с разными видами периодических канавок на сопрягающихся звеньях.

Фиг.2 иллюстрирует один из вариантов трехзвенного шарикового зацепления. На фиг.3 дан вид на звено с разнесенными радиальными канавками для зацепления, изображенного на фиг.2. На фиг.4 показано сечение второго варианта трехзвенного зацепления, на фиг.5 - передача с этим зацеплением в разобранном виде. На фиг.6 показано одно из звеньев этой передачи с частичным разрезом. Фиг.7 и 8

иллюстрируют третий вариант трехзвенного шарикового зацепления, сечение в зацеплении и передачу в разобранном виде соответственно. На фиг.9 дано сечение передачи с цилиндрическим шариковым зацеплением.

Перейдем теперь к описанию узлов, в которых шарiki взаимодействуют с периодическими элементами трех звеньев. В трехзвенных передачах, как правило, шарик совершает колебательное перемещение относительно всех трех звеньев. При волновом перемещении шарика относительно звена с разнесенными по окружности канавками важно, чтобы центр шарика не выходил за пределы перемычек между канавками. Один из примеров такой передачи изображен на фиг.2 и 3. Здесь два дисковых звена 1 и 2 имеют на обращенных друг к другу поверхностях периодические канавки. На диске 1 это периодически изогнутая замкнутая дорожка 3, а на диске 2 - система разнесенных по окружности радиальных канавок 25. Третьим звеном является диск 26, воздействующий на шарик 5 канавкой 27 на боковой поверхности 28. Шарик 5 контактирует с канавкой 27 в области ее дна. Канавка 27 может быть однопериодной, многопериодной или кольцевой. В последнем случае диск 26 должен совершать планетарное движение. Периодическая дорожка 3 на диске 1 имеет только одну боковую стенку 7, противоположная ее стенка срезана для возможности размещения диска 26. Боковая стенка 7 канавки 3, увеличена на величину  $h$ , для чего уменьшены стенки 29 канавок 25 в противоположащей области. Теперь область контакта дорожки 3 с шариком 5 (на фиг.2 обозначенная буквой А) лежит на прямой, совпадающей с направлением действия силы  $F$ , производящей полезную работу. Соответственно стенки радиальных канавок 25, противоположащие срезанным стенкам дорожки 3 должны быть увеличены, для того чтобы тангенциальная сила  $F_3$  (см. фиг.3), проходящая через центр шарика 5, воздействовала на эти стенки в нормальном к их поверхности направлении. Увеличенные стенки канавок 25 образуют выступы 30. При этом толщина  $L$  выступов 30 в области центра шарика должна быть такой, чтобы центр шарика 5 при его волновом перемещении вдоль радиальных канавок 25 не выходил за пределы выступов 30. Поэтому поверхность выступов 30, обращенная к периодической дорожке 3 выполнена выпуклой и вписывающейся в поверхность дорожки 3. Фактически поверхность диска 1, обращенная к диску 2, состоит из двух ступеней, образуемых поверхностями 31 и 32. Точно также, поверхность диска 2 состоит из ступеней 33 и 34, сопрягающихся со ступенями 31 и 32 диска 1.

Обратимся теперь к варианту шарикового зацепления на фиг.4, 5 и 6, в котором замкнутые периодические дорожки 35 и 36 выполнены на обоймах 37 и 38. Разнесенные периодические элементы выполнены в виде сквозных прорезей в обойме сложной формы, составленной из двух цилиндров 39 и 40 разного диаметра, соединенных частью 41, в которой, собственно и выполнены сквозные прорези 42 с перемычками 43. Высота боковой стенки 44 дорожки 35 больше радиуса шарика 5 за счет уменьшения высоты стенок 45 прорезей 42 в противоположащей области. Вторая боковая стенка дорожки 35 срезана. Боковая стенка 46 дорожки 36 также выполнена высотой, большей радиуса шарика, за счет уменьшения высоты стенок 47 прорезей 42 в противоположащей области. Вторая боковая стенка дорожки 36 срезана. Стенки прорезей 42 в области центров шариков выполнены увеличенной толщины и имеют выпуклую в противоположные стороны форму 48 и 49, вписывающуюся в поверхности дорожек 35 и 36 соответственно. В результате толщина  $D$  стенок прорезей 42 в плоскости расположения центров шариков выполнена увеличенной и центр шарика 5 (точки А и В на фиг.4) при его волновых радиальных перемещениях не выходит за пределы стенок прорези. Выполнение этого условия обеспечивает воздействие тангенциальных сил давления шариков на стенки прорезей в нормальном к их поверхности направлении.

Рассмотрим еще один вариант шарикового зацепления с тремя звеньями на фиг.7 и 8. Здесь одна из замкнутых дорожек качения 50 выполнена на плоской поверхности диска 51. Другая замкнутая периодическая дорожка 52 и разнесенные радиальные канавки 53 выполнены в пересечении плоскостей обойм 54 и 55. Внутренняя боковая стенка дорожки 50 выполнена с увеличенной высотой, а наружная - уменьшенной, образуя ступени 56 и 57 на поверхности диска 51. Противоположащая ей поверхность обоймы 55 выполнена также ступенчатой, с противоположным положением ступеней 58 и 59. В результате часть стенок канавок 53 увеличена по высоте (в области ступени 58), а часть - уменьшена (ступень 59). Соответственно у дорожки 52 на обойме 54 наружная боковая стенка 60, противоположащая уменьшенной стенке дорожки 50 на диске 51, выполнена большей высоты, а внутренняя стенка срезана. Для того чтобы при радиальном перемещении шарика 5 его центр не выходил за пределы перемычек 61 между радиальными канавками 53 обоймы 55, наружная боковая поверхность 62 перемычек 61 имеет выпуклую форму, вписывающуюся в поверхность дорожки качения 52 обоймы 54.

До этого мы рассматривали изобретение в применении к плоскому шариковому зацеплению. Однако все рассуждения и требования справедливы и для цилиндрического или сферического зацеплений, в которых дорожки качения воздействуют на шарiki краем своей боковой стенки. Под цилиндрическим зацеплением в данном случае понимается то, что дорожки качения выполнены на боковой цилиндрической поверхности звеньев, выполненных в виде обойм.

Рассмотрим для примера цилиндрическое шариковое зацепление на фиг.9. Передача состоит из обоймы 63 и охватывающих ее обойм 64 и 65. На наружной цилиндрической поверхности обоймы 63 выполнена периодическая дорожка качения 66. В данном случае это косая канавка. На обоймах 64 и 65 периодические элементы выполнены в месте стыка обойм на их внутренних цилиндрических поверхностях. На обойме 64 это периодически изогнутая в осевом направлении дорожка качения 67, а на обойме 65 - разнесенные по окружности осевые канавки 68. У дорожки 66 боковая стенка 69, выполнена высотой, большей чем радиус шарика 5 за счет уменьшения высоты стенок 70 канавок 68 в противолежащей области. Соответственно в другой области 71 этих канавок 68 высота стенок увеличена. У дорожки 67 увеличена боковая стенка 72 за счет уменьшения противолежащей стенки 73 косой канавки 66. Для того, чтобы шарик 5 в своем волновом осевом перемещении не выходил за пределы перемычек между осевыми канавками 68 их наружная поверхность 74 выполнена выпуклой и вписанной в поверхность периодической канавки 67.

Следует отметить, что приведенными на чертежах конструкциями ни в коем случае не ограничивается область применения заявляемого шарикового зацепления. Оно применимо в любом зацеплении посредством шариков, где есть канавки, воздействующие на шарик краем своей боковой стенки.

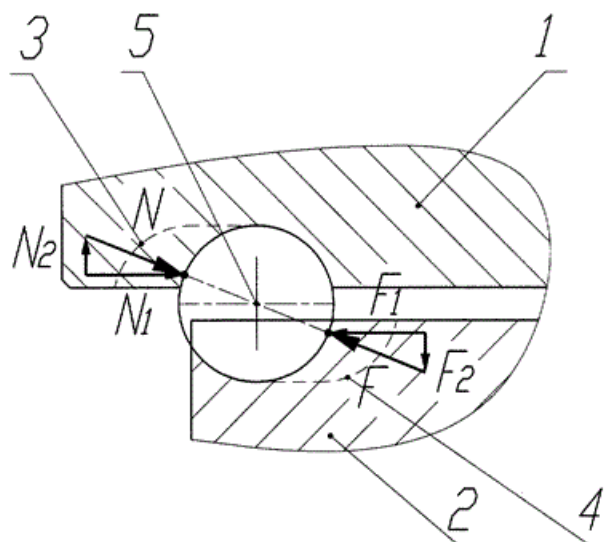
При работе шарикового зацепления, когда на трех взаимодействующих звеньях выполнены периодические элементы в виде замкнутых дорожек качения и радиальных прорезей, показанного на фиг.2 и 3, плавающая шайба 26 дном своей дорожки качения 27 воздействует на шарик 5. За реактивное неподвижное звено примем диск 1 с дорожкой 3. Перемещение шариков 5 вдоль радиальных канавок 25 и их орбитальное перемещение, вызванное их взаимодействием со стенкой 7 неподвижной периодической дорожки 3, вызовет поворот диска с радиальными канавками 25 относительно диска 1. При этом в радиальных канавках 25 шарик работает на участке между точками АВ, и на этом участке высота стенок 30 выполнена большей радиуса шарика 5. Таким образом, сила  $F$ , действующая на шарик со стороны плавающей шайбы 26 и сила  $N$ , действующая на шарик со стороны стенки 7 замкнутой дорожки на диске 1 приложены не к краям дорожек качения. Под действием этих сил шарик 5 смещается по стенкам замкнутой дорожки 3 в азимутальном направлении, давя на стенки радиальной канавки с силой  $F_3$  (фиг.3), приводя диск 2 в движение относительно диска 1. На фиг.3 видно, что шарик 5 действует на выступ 30 перемычки между радиальными канавками 25, высота которого превышает радиус шарика. Таким образом, взаимодействие шарика 5 со всеми тремя дорожками происходит не на краях дорожек, а на некоторой глубине от края, что снижает вероятности разрушения дорожек в результате износа. Все силы выполняют полезную работу и не имеют составляющих, увеличивающих силу трения или расталкивающих диски 1 и 2 друг от друга.

Совершенно аналогична работа и других трехзвенных узлов шарикового зацепления, изображенных на фиг.4-8. Во всех этих зацеплениях рабочие участки стенок периодических дорожек качения имеют увеличенную высоту, за счет уменьшения высоты противолежащих им нерабочих участков стенок других звеньев.

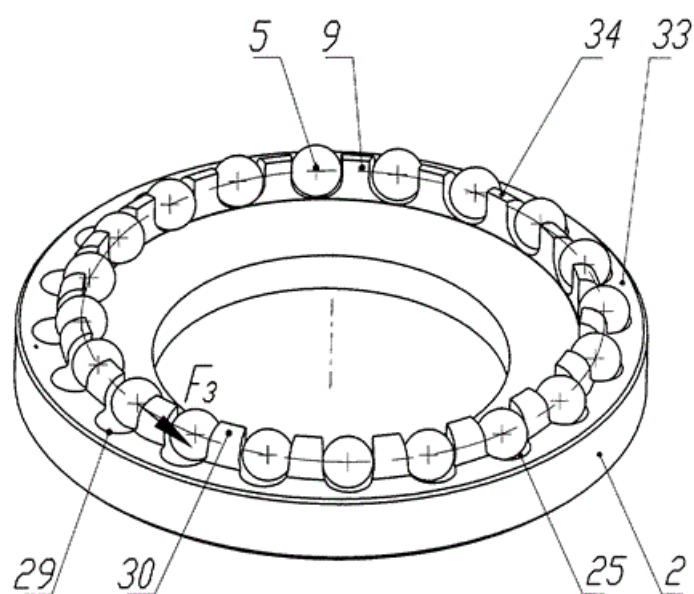
Работа шарикового трехзвенного зацепления с цилиндрическими звеньями на фиг.9 происходит аналогичным образом. Вращение обоймы 63 с косой канавкой 66 вызовет перемещение шарика 5 в осевом направлении. В этом перемещении шарик будет взаимодействовать одновременно с замкнутой периодической дорожкой 67 на обойме 64 и осевыми канавками 68 на обойме 65. При условии неподвижности одной из обойм 64 или 65, другая будет в результате поворачиваться вокруг оси вращения на угол, определяемый числом периодов дорожки 3. Здесь шарик также практически всегда находится в замкнутой области между стенками дорожек увеличенной высоты, силы взаимодействия шарика со стенками дорожек будут иметь только осевую и тангенциальную составляющие (для осевых канавок), которые совершают полезную работу. Это повышает эффективность шарикового зацепления, а также надежность его работы, как и во всех случаях, описанных выше.

#### Формула изобретения

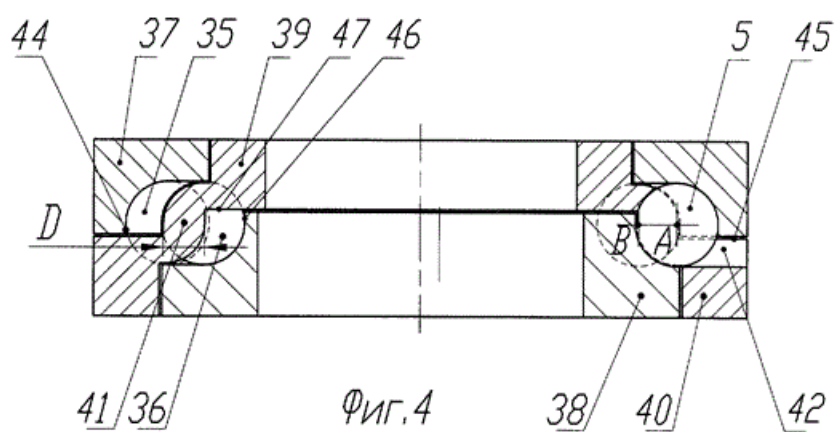
Шариковое зацепление для передачи вращения, содержащее более двух звеньев с периодическими канавками на обращенных друг к другу поверхностях звеньев и цепочку шариков, одновременно зацепляющихся с канавками всех звеньев и в которых суммарная амплитуда замкнутых периодических канавок взаимодействующей пары не превышает диаметра шарика, отличающееся тем, что обращенные друг к другу поверхности звеньев с канавками, воздействующими на шарик боковыми стенками, взаимно ступенчато сопрягаются, а сами указанные канавки выполнены в этих взаимно ступенчатых поверхностях и сопряжены между собой так, что в каждой канавке высота стенок в одной области увеличена и превышает радиус шарика за счет уменьшения высоты противолежащих ей стенок канавок других звеньев, а увеличенные стенки разнесенных по окружности канавок имеют форму, вписанную в поверхности противолежащих периодических канавок.



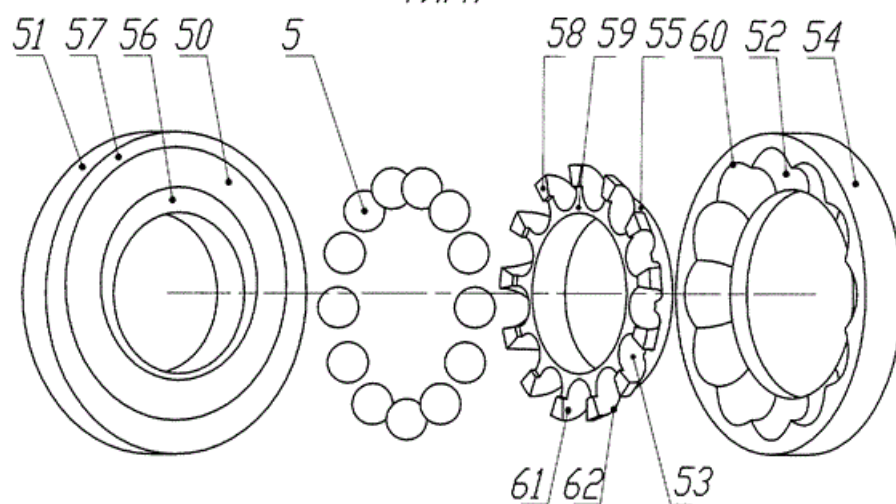
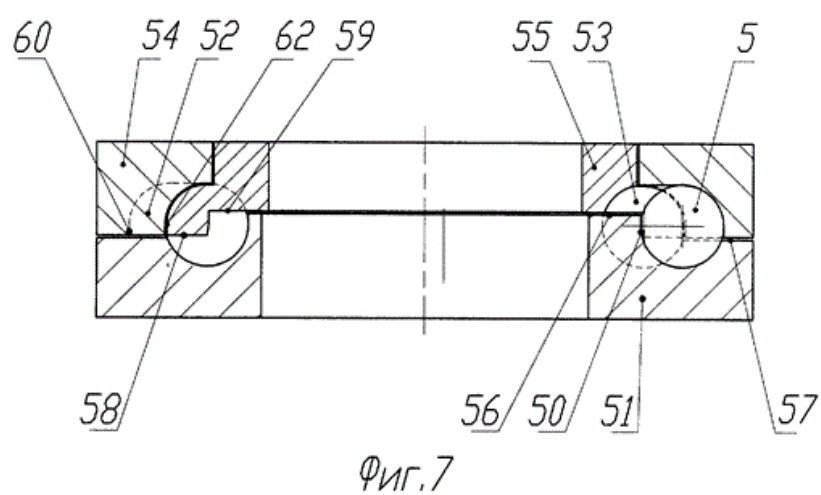
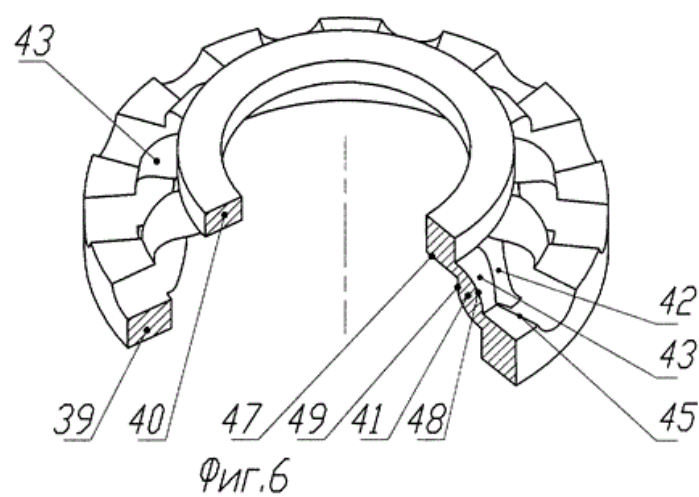
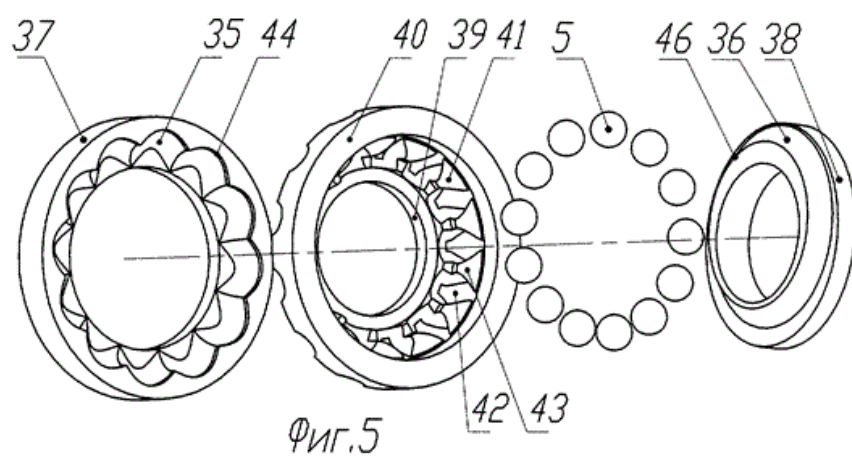
Фиг.1- Прототип

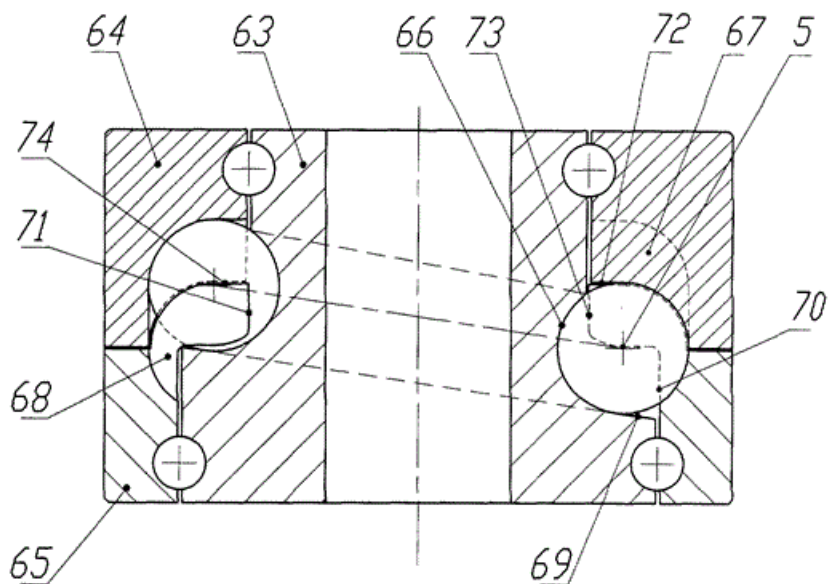


Фиг.3



Фиг.4





Фиг. 9

# ИЗВЕЩЕНИЯ

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

Дата прекращения действия патента: 28.04.2012

Дата публикации: [20.02.2013](#)