



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 6 год с 27.08.2007 по 26.08.2008

(21)(22) Заявка: 2002122913/11, 26.08.2002(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.08.2002

(45) Опубликовано: 10.07.2004 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2179272 C1, 10.02.2002. RU  
2157932 C2, 20.10.2000. SU 1019148 A,  
30.04.1988. SU 1216498 A, 07.03.1986. US  
5312306 A, 17.05.1994. WO 8301666 A1,  
11.05.1983.

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Становской В.В. (RU),  
Казакивичюс С.М. (RU),  
Ремнева Т.А. (RU)

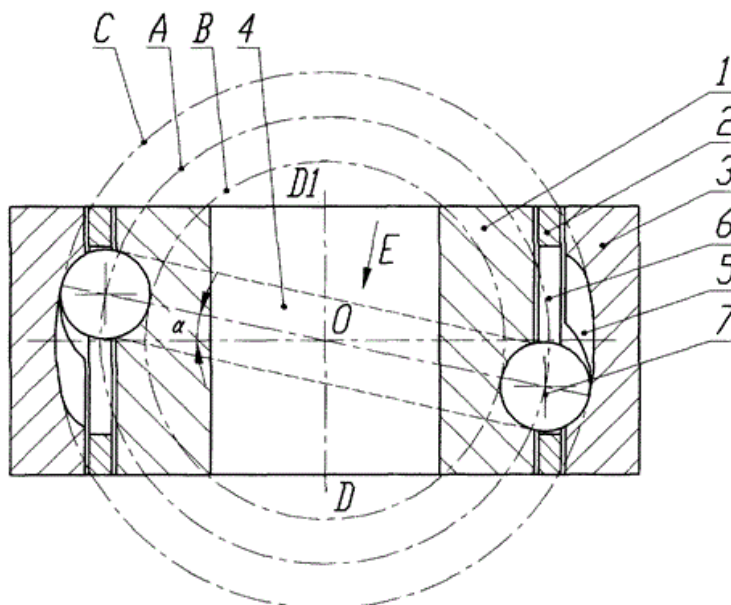
(73) Патентообладатель(и):

Закрытое акционерное общество  
"Томские трансмиссионные системы"  
(RU)

## (54) ШАРИКОВАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, к механизмам преобразования скорости вращения, и может быть использовано в различных областях техники, где необходимо изменять скорость вращающихся деталей или величину передаваемого момента. Шариковая цилиндрическая передача содержит три последовательно охватывающих друг друга обоймы, на одной из которых выполнена косая канавка (однопериодная), на другой – многопериодная. Промежуточная обойма со сквозными продольными прорезями является сепаратором. В шариковой цилиндрической передаче обе дорожки качения нарезаны по сферической поверхности. Технический результат заключается в повышении равномерности ускорений, испытываемых шариками при движении по дорожкам. В одной из модификаций изобретения достигается дополнительный технический результат, заключающийся в устранении опрокидывающего момента. 2 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к машиностроению, к механизмам преобразования скорости вращения, и может быть использовано в различных областях техники, где необходимо изменять скорость вращающихся деталей или величину передаваемого момента.

Известны планетарные передачи, в которых сателлитами являются тела качения - шарики, которые взаимодействуют с периодическими дорожками качения, выполненными на обращенных друг к другу поверхностях центральных колес (SU 1019148, 1988 г., SU 1216498, 1986 г.). Тела качения размещены в прорезях водила. Любая из трех деталей этой передачи может служить входом, выходом или корпусным неподвижным элементом. В дальнейшем ряд авторов стал называть такие передачи синусошариковыми (SU1350417, 1987 г.), а водило с прорезями - сепаратором. Аналогичные разработки выполняет фирма "Синкинетикс", США, но в ее патентах дорожки качения называются кулачками (US 5312306, 1994 г.). В вышеприведенных источниках описаны две модификации шариковых передач. В дисковом исполнении детали с дорожками качения представляют собой диски, а периодические дорожки качения выполнены на плоских поверхностях по периодическим кривым, в частности по синусоидам, имеющим размах по радиусу вокруг образующей окружности. В цилиндрических передачах центральные колеса представляют собой охватывающие друг друга детали цилиндрической формы, а дорожки качения выполнены на боковых цилиндрических поверхностях этих деталей в виде цилиндрических синусоид (Игнатищев Р.М. Синусошариковые редукторы. Минск, "Высшая школа", 1983 г., стр 5-7). Вид кривых, по которым выполнены дорожки качения, в значительной мере определяют соответствующий уровень шума и вибраций передачи. В передачах с синусоидальными дорожками качения шарики в своем возвратно-поступательном движении испытывают достаточно большие скачки ускорений при переходе через вершины синусоид. В дальнейшем для более плавного линейного перемещения шариков в патенте США (US 6039672, 2000 г.) было предложено использовать в дорожках качения для формирования основных передающих сегментов и переходных сегментов в области максимумов и минимумов полярных радиусов различные сопряженные кусочно-непрерывные функции. Это решение эффективно для дисковых передач, где нет особых проблем в изготовлении дорожек любой сложности на плоской поверхности диска. Для цилиндрических передач, в которых одна из дорожек расположена на внутренней цилиндрической поверхности, реализовать это решение сложно. В то же время цилиндрические передачи имеют определенные преимущества перед дисковыми, основное из которых заключается в уравновешенности передачи относительно оси при любом числе шариков и любых числах периодов дорожек качения.

Простейшую передачу цилиндрического типа мы выбираем за прототип (см. патент US 5312306, 1994 г.). Она представляет собой три последовательно охватывающие друг друга обоймы. Средняя обойма, расположенная между двумя другими, выполнена с продольными прорезями под шарики и является сепаратором. На боковой цилиндрической поверхности одной из обойм выполнена многопериодная дорожка качения. На боковой поверхности другой обоймы выполнена косая канавка. Косая канавка, в сущности, представляет собой цилиндрическую синусоиду с числом периодов, равным единице. Идентичная передача описана в книге Игнатищев Р.М. Синусошариковые редукторы. Минск, "Высшая школа", 1983 г., стр.8-12. В указанных механизмах косая канавка выполнена на охватываемой детали, а многопериодная дорожка - на внешней, охватывающей обойме. Такой выбор расположения дорожек на внутренней и внешней деталях выгоден с точки зрения сило-моментных характеристик передачи. Однако изготовление многопериодной дорожки качения на внутренней цилиндрической поверхности представляет собой значительную технологическую проблему, решение которой требует применения специального оборудования и значительно удорожает передачу. Однопериодная дорожка - косая канавка в сечении имеет форму эллипса, и цепочка шариков будет представлять собой эллипс с неравномерным расположением шариков по его периметру. То есть во время работы шарики испытывают неравномерные ускорения относительно одной из дорожек, что вызывает биения и шум. Кроме того, цилиндрические передачи с одной из дорожек в виде косой канавки испытывают действие опрокидывающего момента, что повышает нагрузки на корпусную деталь.

Задачей изобретения является создание простой и недорогой шариковой передачи, которую можно было бы изготавливать с применением обычного оборудования машиностроительных заводов. Технический результат, достигаемый изобретением, заключается в повышении равномерности ускорений, испытываемых шариками при движении по дорожкам. В одной из модификаций предлагаемого изобретения достигается дополнительный технический результат, заключающийся в устранении опрокидывающего момента.

Для решения этой задачи цилиндрический шариковый редуктор, как и прототип, содержит три последовательно охватывающие друг друга обоймы. На обращенных друг к другу цилиндрических поверхностях двух крайних обойм выполнены периодическая дорожка качения синусоидальной формы и косая канавка. Средняя обойма выполнена со сквозными продольными прорезями, в которых размещены шарики, находящиеся в одновременном контакте с обеими дорожками качения на крайних обоймах.

В отличие от прототипа образующей поверхностью для обеих дорожек качения является сфера с центром, лежащим на оси цилиндрических обойм.

То есть поверхности деталей, на которых выполняются дорожки, остаются цилиндрической формы, меняется только форма воображаемой поверхности, на которой располагаются образующие кривые для дорожек качения. При таком выполнении однопериодная дорожка в виде косой канавки в сечении превращается из эллипса в круг, что значительно уменьшает неравномерность движения шариков и упрощает изготовление.

С целью упрощения технологии изготовления дорожек качения косую канавку целесообразно выполнять на внутренней цилиндрической поверхности наружной обоймы.

Для устранения опрокидывающего момента в описанной цилиндрической передаче ее целесообразно выполнить двухрядной. Для этого на внешней и внутренней обоймах передачи выполнена вторая пара сопряженных дорожек качения. Между дорожками второй пары введена вторая цепочка шариков, которые расположены во втором ряду прорезей в сепараторе.

Изобретение иллюстрируется графическими материалами, где на фиг.1 и 2 схематически изображен продольный разрез предлагаемой передачи с косой канавкой, выполненной на наружной и внутренней обоймах соответственно. На фиг.3а и 3б показан продольный разрез двухрядной передачи с устранением опрокидывающего момента. На фиг.4 показан вид на косую канавку 4 по стрелке Е и, для сравнения, соответствующий вид на косую канавку в устройстве, принятом за прототип. Следует отметить, что возможная компоновка передачи и посадка обойм не исчерпываются приведенными здесь чертежами.

Шариковая цилиндрическая передача представляет собой три последовательно охватывающих друг друга обоймы 1, 2, и 3. На всех чертежах цифрой 1 обозначена обойма с косой канавкой 4, цифрой 3 - обойма с многопериодной канавкой 5, а цифрой 2 - промежуточная обойма - сепаратор со сквозными продольными прорезями 6. В местах пересечения дорожек 4 и 5 в прорезях 6 сепаратора 2 размещены шарики 7. Передача на фиг.2 отличается большей простотой изготовления дорожек качения, где косая канавка 1 выполнена на внутренней цилиндрической поверхности, а многопериодная канавка 5 - на внешней поверхности охватываемой обоймы. На чертежах шарики 7 изображены в двух крайних положениях. Образующей поверхностью дорожек 4 и 5 является общая сфера А с центром в точке О, являющейся центром симметрии системы обойм. Радиус этой сферы R равен расстоянию от середины сепаратора 2 до оси DD1. Дно дорожки 4 располагается соответственно на сфере В, а дно дорожки 5 - на сфере С. Радиусы сфер А, В и С отличаются друг от друга на величину, равную радиусу шарика 7. Угол наклона косой канавки 4 к плоскости поперечного сечения передачи обозначим  $\alpha$ . Величина этого угла не может быть любой. На фигурах пунктирной линией 8 показано граничное положение шарика, при котором центр шарика 7 выходит за пределы сепаратора 2, и шарик перестает передавать момент. Очевидно, что граничное положение шарика зависит от радиуса R, толщины сепаратора 2 и диаметра шарика 7. Угол  $\alpha_1$ , соответствующий граничному положению 8 шарика 7 и является максимальным углом наклона косой канавки 4. Итак, величина угла  $\alpha_1$  зависит от радиусов обойм 1 и 3, толщины сепаратора 2 и диаметра шарика 7, т.е. определена для каждой конкретной конструкции передачи. При использовании передачи в качестве редуктора входным валом должна быть обойма 1 с косой канавкой, а выходным валом и корпусной деталью могут быть сепаратор 2 или обойма 3 с многопериодной дорожкой качения.

Двухрядная передача на фиг.3а и 3б отличается от описанных выше только тем, что на каждой из обойм выполнены дополнительные дорожки качения. На обойме с косой канавкой 4 выполнена дополнительная канавка 9, имеющая такой же по величине угол наклона, что и канавка 4, с таким же (фиг.3а) или противоположным (фиг.3б) направлением. В случае высоких требований к передаче лучше сделать противоположный наклон косых канавок. В случае обеспечения более низкой стоимости изготовления предпочтителен одинаковый наклон косых канавок. На обойме 3 выполнена дополнительная многопериодная дорожка 10, а на сепараторе - дополнительные продольные прорези 11, в которых размещены дополнительные шарики 12. Дорожки 9 и 10 так же как и дорожки 4 и 5 выполнены по сферической поверхности. Противоположный наклон косых канавок 4 и 11 создает полностью сбалансированную систему моментов. Одинаковый наклон канавок убирает опрокидывающий момент за счет жесткости системы. Наружная обойма 3 в этой передаче служит выходным валом, и для соединения ее с валом исполнительного механизма предусмотрены шлицы 13. Сепаратор 2 является корпусной деталью и может быть посажен на корпус привода фланцем 14. Внутренняя обойма является входным валом и соединяется с приводным устройством посредством шпонки 15.

Работу передачи рассмотрим, используя фиг.1, на примере ее использования в качестве редуктора и для конкретности условимся, что неподвижной (корпусной) обоймой будет обойма 3. При вращении входного вала - обоймы 1, под действием косой канавки 4 шарики как спутники будут обкатывать периодическую дорожку качения 3, одновременно совершая возвратно-поступательное осевое перемещение вдоль прорезей 6 сепаратора 2. Так как канавка 4 нарезана по сферической поверхности, то траектория движения шарика по ней представляет собой круг радиуса

Р с равномерным расположением шариков по кругу (см. фиг.4а). На фиг 4b показана соответствующая траектория шариков по дорожкам в устройстве, принятом за прототип. Очевидно, что в прототипе шарики, двигаясь по эллипсу, будут испытывать значительные колебания расстояний относительно друг друга. Или, иными словами, в предлагаемой передаче каждый шарик будет совершать только угловые перемещения относительно центра симметрии О, а вся цепочка шариков будет прецессировать относительно этой точки. В прототипе же шарик кроме угловых перемещений испытывает отклонения по радиусу от точки О, что и вызывает нежелательные шум и биения.

Работа двухрядной передачи на фиг.4 ничем не отличается от описанной выше. Вращающий момент здесь передается двумя рядами шариков, при этом опрокидывающий момент одного ряда уравнивается опрокидывающим моментом другого ряда передачи при противоположных наклонах канавок и устраняется за счет расстояния между точками приложения опрокидывающих моментов при одинаковом направлении наклона косых канавок.

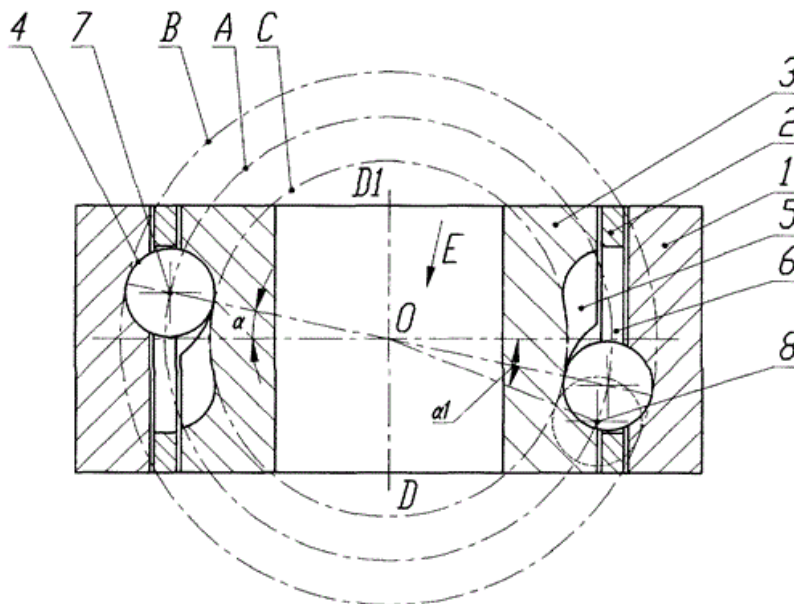
В заключение следует отметить, что выполнение косой канавки по сфере на внутренней цилиндрической поверхности технологически более простая операция, чем выполнение канавки по цилиндру в прототипе. Соответственно, многопериодную канавку проще выполнять на наружной поверхности. Нарезание таких канавок может быть произведено на обычном фрезерном станке с использованием несложного приспособления. Это, несомненно, расширяет возможности использования предлагаемой передачи в простейших механизмах, где основным требованием является дешевизна передаточного блока.

#### Формула изобретения

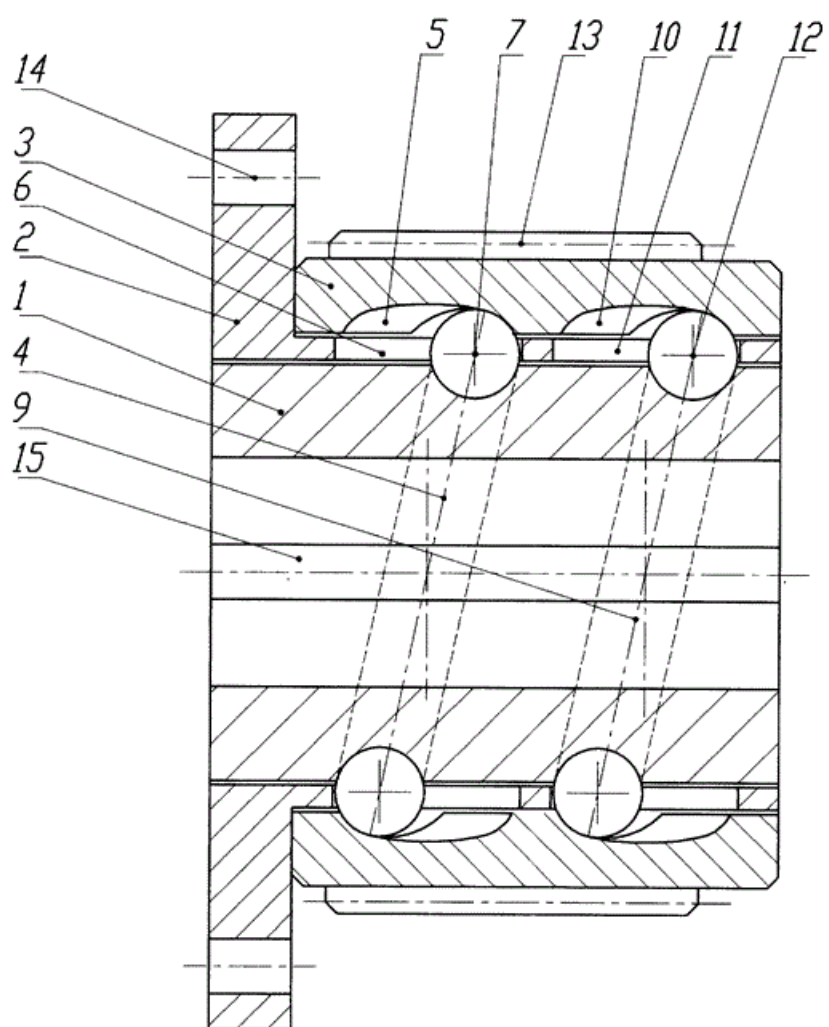
1. Шариковая цилиндрическая передача, содержащая три последовательно охватывающие друг друга цилиндрические обоймы, на обращенных друг к другу поверхностях двух крайних обойм выполнены периодическая дорожка качения синусоидальной формы и косая канавка, а средняя обойма выполнена со сквозными продольными прорезями, в которых размещены тела качения, находящиеся в постоянном контакте с обеими дорожками, отличающаяся тем, что образующей поверхностью для обеих дорожек качения является сфера с центром, лежащим на оси цилиндрических обойм.

2. Шариковая цилиндрическая передача по п.1, отличающаяся тем, что косая канавка выполнена на внутренней поверхности наружной обоймы.

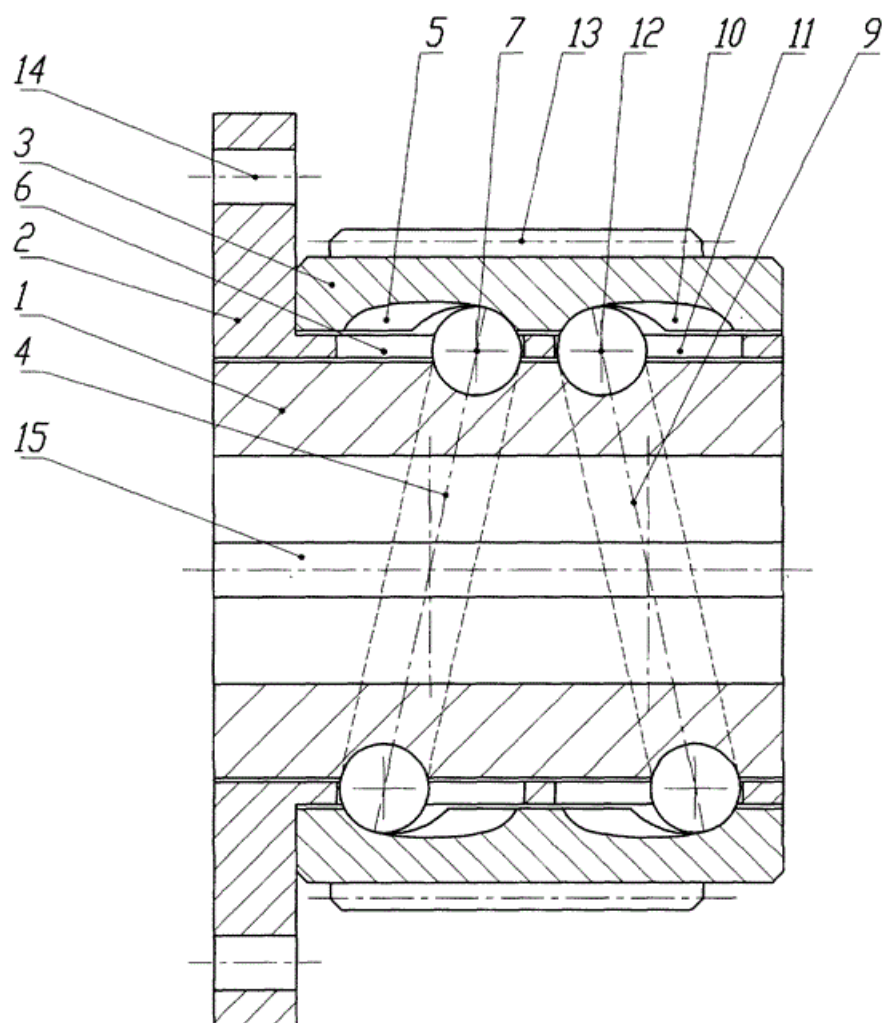
3. Шариковая цилиндрическая передача по п.1 или 2, отличающаяся тем, что она выполнена двухрядной.



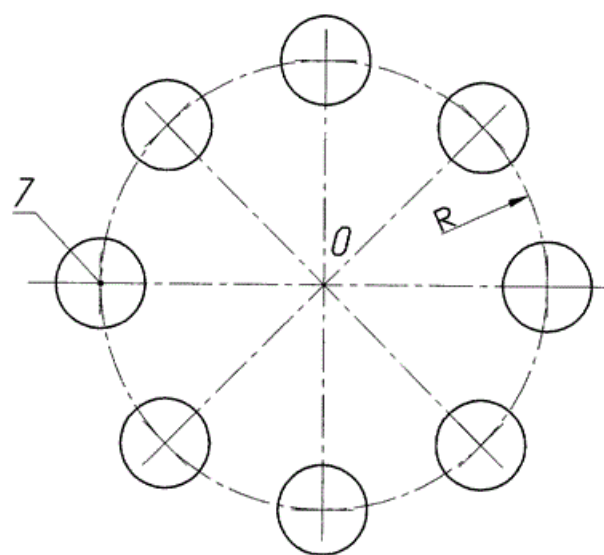
Фиг.2



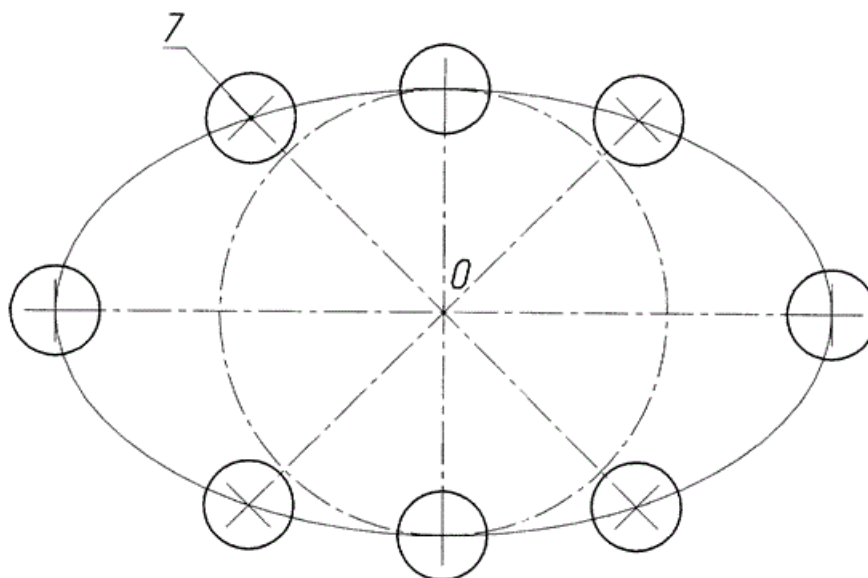
Фиг.3а



Фиг.3б



Фиг.4а



Фиг. 4б

# ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

(21) Регистрационный номер заявки: [2002122913](#)

Дата прекращения действия патента: 27.08.2008

Извещение опубликовано: [20.08.2010](#) БИ: 23/2010