

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2497658

**ШАРНИР МАНИПУЛЯТОРА С РЕГУЛИРУЕМОЙ  
БЕЗАЗОРНОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ (ВАРИАНТЫ)**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет" (ФГБОУ ВПО "СПб ГПУ") (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2012127072

Приоритет изобретения 27 июня 2012 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 ноября 2013 г.

Срок действия патента истекает 27 июня 2032 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2012127072/02, 27.06.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**27.06.2012**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **27.06.2012**(45) Опубликовано: **10.11.2013** Бюл. № 31(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 1541052 A1, 07.02.1990. SU 1516350 A1, 23.10.1989. SU 1715581 A1, 28.02.1992. US 5243873 A1, 14.09.1993. US 5966991 A1, 19.10.1999.**

Адрес для переписки:

**195251, Санкт-Петербург, ул.  
Политехническая, 29, ФГБОУ ВПО "СПб  
ГПУ"**

(72) Автор(ы):

**Иванов Александр Александрович (RU),  
Прядко Алексей Иванович (RU),  
Рогов Александр Владимирович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

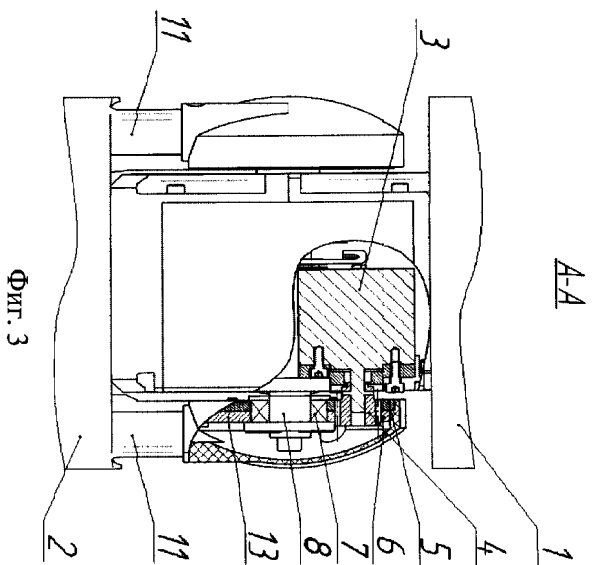
**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Санкт-  
Петербургский государственный  
политехнический университет" (ФГБОУ  
ВПО "СПб ГПУ") (RU)****(54) ШАРНИР МАНИПУЛЯТОРА С РЕГУЛИРУЕМОЙ БЕЗАЗОРНОЙ ЗУБЧАТОЙ  
ПЕРЕДАЧЕЙ (ВАРИАНТЫ)**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к конструкциям приводов шарниров роботов-манипуляторов. Шарнир содержит ведущее звено с приводом вращения, на выходном валу которого жестко установлена шестерня, и ведомое звено, связанное с шестерней через зубчатое зацепление разрезного зубчатого колеса, составленного из двух упруго связанных зубчатых соосных дисков, установленных через подшипниковую опору на жестко связанном с ведущим звеном валу. По первому варианту один из дисков жестко связан с ведомым звеном, а второй выполнен подвижным относительно первого. Шарнир снабжен упругим элементом в виде балки в радиальном направлении и устройством регулирования распорного усилия, которое установлено на

неподвижном или подвижном диске напротив упругого элемента, выполненного зацело с подвижным или неподвижным диском. По второму варианту первый диск выполнен неподвижным и жестко связан с ведомым звеном, а второй выполнен подвижным относительно первого. Шарнир снабжен устройством регулирования распорного усилия, которое установлено на неподвижном или подвижном диске напротив упругого элемента, выполненного в виде балки и жестко зафиксированного на подвижном или неподвижном диске вне зоны зубчатого зацепления и расположенного в радиальном направлении. Изобретение направлено на повышение надежности и долговечности механизма, уменьшение его размеров. 2 н.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2 4 9 7 6 5 8 C 1



RU 2 4 9 7 6 5 8 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
**B25J 17/00** (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012127072/02, 27.06.2012**

(24) Effective date for property rights:  
**27.06.2012**

Priority:

(22) Date of filing: **27.06.2012**

(45) Date of publication: **10.11.2013 Bull. 31**

Mail address:

**195251, Sankt-Peterburg, ul. Politekhnikeskaja,  
29, FGBOU VPO "SPb GPU"**

(72) Inventor(s):

**Ivanov Aleksandr Aleksandrovich (RU),  
Prjadko Aleksej Ivanovich (RU),  
Rogov Aleksandr Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovaniya "Sankt-  
Peterburgskij gosudarstvennyj politekhnicheskij  
universitet" (FGBOU VPO "SPb GPU") (RU)**

(54) **MANIPULATOR JOINT WITH ADJUSTABLE GAPLESS TOOTH GEARING (VERSIONS)**

(57) Abstract:

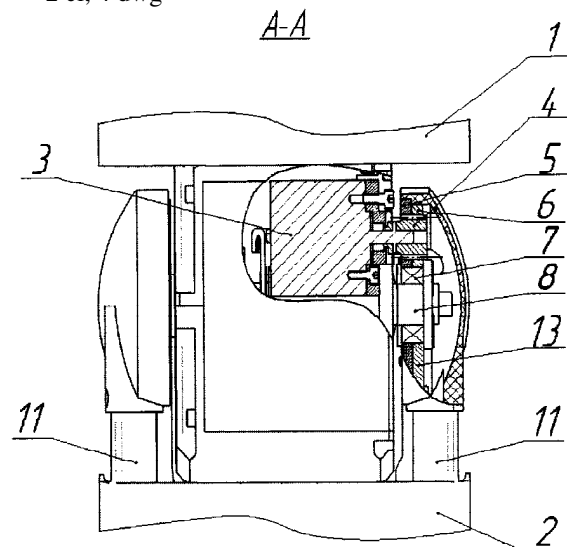
FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to machine building, particularly, to manipulator joint drives. Proposed joint comprises drive link with rotary drive with gear fitted on its output shaft and driven link engaged with said gear via tooth engagement of split gear wheel composed of two toothed elastically coupled aligned discs fitted in bearing on the shaft engaged with aforesaid output link. In compliance with first version, one of said discs is rigidly engaged with driven link while second disc moves relative to the first one. Said joint incorporates resilient radial beam and cross-interaction force adjustment device fitted on fixed or moving disc opposite resilient element made integral with said fixed or moving disc. In compliance with second version, one of said discs is fixed and rigidly engaged with driven link while second disc moves relative to the first one. This hinge is furnished with cross-interaction force adjustment link fitted at fixed or moving disc opposite said resilient

element composed of a beam and rigidly fixed thereat radially outside of tooth engagement zone.

EFFECT: higher reliability and safety, longer life, decreased sizes.

2 cl, 4 dwg



Фиг. 3

RU 2 4 9 7 6 5 8 C 1

RU 2 4 9 7 6 5 8 C 1

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к конструкциям приводов шарниров роботов-манипуляторов.

Известен шарнир манипулятора. Шарнир содержит ведущее и ведомое звенья, кинематически связанные между собой при помощи планетарного зубчатого привода, состоящего из двух основных центральных колес, одного дополнительного центрального колеса, кинематически связанного при помощи винтовой передачи с ведомым звеном, одного основного двухвенцового сателлита, установленного подвижно на оси водила этого планетарного зубчатого привода, и одного дополнительного двухвенцового сателлита, который выполнен в виде двух зубчатых колес, жестко установленных на оси водила с каждой стороны основного двухвенцового сателлита и образующих зацепление соответственно с одним основным и дополнительным центральными колесами. В этом шарнире для обеспечения выборки люфтов в кинематической цепи привода основной двухвенцовый сателлит выполнен из двух зубчатых колес, в которых дополнительно навстречу друг другу жестко установлены штифты, посредством которых эти колеса упруго связаны между собой дополнительно введенными упругими элементами, выполненными в виде разрезных пружинных колец. [А.С. №1541052] Основными недостатками являются сложность изготовления и сборки шарнира, низкая надежность и недолговечность механизма шарнира.

Известен безззорный привод подвижного звена манипулятора, выбранный за прототип [А.С. №1715581]. Привод содержит установленные на ведущем звене двигатель и редуктор, на выходном валу которого закреплено ведомое подвижное звено. На выходном валу установлено также ведомое зубчатое колесо последней ступени редукции, составленное из двух частей, упруго связанных между собой посредством упругих элементов выполненных в виде торсионов. При этом одна из частей зубчатого колеса жестко посажена на валу редуктора, а другая установлена подвижно на выходном валу и снабжена упругими торсионами, которые равномерно размещены на периферии зубчатого колеса и закрепленными одними концами в нем, а другими концами в призматических отверстиях дополнительно введенного диска. Этот диск установлен также на выходном валу и снабжен устройством его фиксации и поворота относительно этого вала. Основными недостатками прототипа являются сложность устройства и большие габариты привода. Кроме того, невозможность регулировки и наличие передающегося через торсионы на колеса сателлитов упругого усилия в плоскости оси приводит к перекосу колес на валу, что, в свою очередь, приводит к неравномерности контактных усилий по ширине зацеплений, к неравномерному изнашиванию зубьев, снижению коэффициента полезного действия, уменьшению долговечности и снижению надежности.

Задачей изобретения является повышение надежности и долговечности механизма шарнира за счет возможности нормированного регулирования усилия распора зубьев, а также упрощение конструкции шарнира манипулятора и уменьшение его размеров.

Для решения задачи предложено два варианта:

1. Шарнир манипулятора с регулируемой безззорной зубчатой передачей включает, ведущее звено с установленными приводом вращения (двигателем и редуктором), на выходном валу которого жестко установлена шестерня, и ведомое звено, связанное с шестерней через зубчатое зацепление разрезного зубчатого колеса. Колесо состоит из двух упруго связанных зубчатых соосных дисков, установленных через подшипниковую опору на жестко связанном с ведущим звеном валу. Один из дисков - неподвижный жестко связан с ведомым звеном, а второй - подвижный

относительно первого. Подвижный или неподвижный диск выполнен зацело с упругим элементом в виде балки в радиальном направлении, а устройство регулирования распорного усилия, установлено на неподвижном или подвижном диске напротив упругого элемента. Если подвижный диск выполнен зацело с упругим элементом, то устройство установлено на неподвижном и наоборот.

2. Шарнир манипулятора с регулируемой беззазорной зубчатой передачей включает ведущее звено с установленными приводом вращения (двигателем и редуктором), на выходном валу которого жестко установлена шестерня, и ведомое звено, связанное с шестерней через зубчатое зацепление разрезного зубчатого колеса. Колесо состоит из двух упруго связанных зубчатых соосных дисков, установленных через подшипниковую опору на жестко связанном с ведущим звеном вала. Один из дисков - неподвижный жестко связан с ведомым звеном, а второй - подвижный относительно первого. Упругий элемент выполнен в виде балки и жестко зафиксирован на подвижном/неподвижном диске вне зоны зубчатого зацепления и расположен в радиальном направлении, а устройство регулирования распорного усилия установлено на неподвижном/подвижном диске напротив упругого элемента. Если упругий элемент зафиксирован на подвижном диске, то устройство установлено на неподвижном диске и наоборот. Устройство регулирования распорного усилия состоит из опоры с резьбовым отверстием, в этом отверстии установлен упорный винт.

Устройство регулирования распорного усилия установлено напротив балки на противоположном диске, что позволяет повернуть подвижный диск, тем сместить самым зубцы подвижного диска до контакта с зубцами шестерни, и обеспечивает создание нормированного распорного усилия в зубчатом зацеплении, необходимого для компенсации зазора в зубчатом зацеплении последней ступени зубчатой передачи привода вращения шарнира за счет нормированной деформации изгиба упругого элемента в плоскости диска в тангенциальном направлении.

Регулирование распорного усилия обеспечивается возможностью перемещения точки опирания регулировочного винта на плоскость балочного упругого элемента за счет: 1) радиального смещения места крепления опоры; 2) переустановки упорного винта в одно из ряда резьбовых отверстий в опоре; 3) введения в контакт с упругим элементом одного из ряда упорных винтов, расположенных резьбовых отверстиях; и вращением упорного винта в соответствующем направлении на необходимый угол, что приводит к его вывинчиванию из опоры сначала до контакта с балкой упругого элемента, поворота диска до выборки бокового зазора в зацеплении и далее к нормированной деформации балки.

Конструктивное исполнение диска в первом варианте и упругого элемента во втором варианте позволяют упростить конструкцию и сократить размеры составного зубчатого колеса и шарнира в целом за счет расположения упругого элемента и устройства регулирования распорного усилия в плоскости и в габаритах дисков составного зубчатого колеса.

Устройство регулирования для обоих вариантов обеспечивает возможность задания нормированного усилия распора между зубчатыми дисками и шестерней в зубчатом зацеплении, соответствующего рабочим реверсивным нагрузкам, снижения сил трения в зацеплении, создания равномерного распределения контактных напряжений по ширине зубчатого зацепления, минимизации радиальных нагрузок на подшипники оси, что приводит к повышению коэффициента полезного действия, снижению износа поверхностей зубьев в зацеплении и, как следствие, к повышению долговечности и надежности шарнира в целом. В то же время в предложенных вариантах конструкции

шарнира регулировка величины распора может осуществляться в собранном шарнире без разборки на отдельные детали узла зубчатого зацепления.

Шарнир манипулятора с регулируемой безззорной зубчатой передачей с внутренним зацеплением в механизме привода для случая, когда подвижный зубчатый диск выполнен зацело в виде единой детали с упругим элементом в виде балки в радиальном направлении, а неподвижный зубчатый диск жестко связан с ведомым звеном и является несущим конструктивным элементом вилки ведомого звена шарнира показан на фиг.1.

Вариант исполнения подвижного зубчатого диска, выполненного зацело в виде единой детали с упругим элементом приведен на фиг.2.

На фиг.3 - вид сбоку шарнира манипулятора (в обоих вариантах реализации) с регулируемой безззорной зубчатой передачей в механизме привода.

Подвижный зубчатый диск для варианта исполнения шарнира манипулятора с регулируемой безззорной зубчатой передачей, в котором подвижный зубчатый диск и балочный упругий элемент выполнены как отдельные детали и жестко скреплены между собой (фиг.4).

#### Вариант 1

Шарнир содержит ведущее 1 и ведомое 2 звенья, привод вращения 3 с жестко установленной на его выходном валу цельной шестерней 4, которая находится в зацеплении с разрезным зубчатым колесом, состоящим из двух зубчатых дисков - неподвижного 5 и подвижного 6, установленных через подшипниковую опору 7 на валу 8, жестко связанного с ведущим звеном 1, установленное на неподвижном диске 5 устройство регулирования распорного усилия, которое состоит из опоры 9 и размещенного в резьбовом отверстии опоры 9 упорного винта 10. Неподвижный диск 5 является одним из несущих конструктивным элементом вилки 11 ведомого звена 2 и жестко скреплен с ним помощью винтов 12. Подвижный диск выполнен зацело с упругим элементом 13 в виде балки в радиальном направлении. Зубчатая передача в механизме привода шарнира, может быть выполнена с наружным или с внутренним зацеплением (Фиг.1-3).

#### Вариант 2

Шарнир содержит ведущее 1 и ведомое 2 звенья, связанные между собой регулируемой безззорной зубчатой передачей вращения от шестерни 4 к зубчатым дискам неподвижного 5 и подвижного 6. Зубчатая передача в механизме привода шарнира, может быть выполнена с наружным или с внутренним зацеплением (Фиг.1, 3, 4). В ведущем звене 1 на выходном валу привода вращения 3 установлена цельная выходная шестерня 4, которая находится в зацеплении с зубчатым колесом, составленным из двух зубчатых соосных дисков - неподвижного 5 и подвижного 6, установленных через подшипниковую опору 7 на жестко связанном с ведущим звеном валу 8. Неподвижный диск 5 является несущим конструктивным элементом вилки ведомого звена 2 и жестко скреплен с ним с помощью винтов 12, а подвижный диск 6 связан с неподвижным диском через балочный упругий элемент 13, деформируемый упорным винтом 10 с силовым замыканием через распорное усилие в зубчатом зацеплении дисков 5, 6 с шестерней 4. Упорный винт 10 размещен в резьбовом отверстии опоры 9, которая установлена на диске 5.

В обоих вариантах исполнения шарнира предусмотрена возможность смещения и фиксации в радиальном направлении опоры 7 для обеспечения возможности смещения точки контакта упорного винта вдоль длины балки для расширения возможностей регулирования усилия распора. Радиальное смещение точки контакта винта может

быть осуществлено также за счет переустановки упорного винта в одно из ряда радиально расположенных отверстий в опоре, или завинчивания одного из ряда упорных винтов, предварительно установленных в резьбовых отверстиях.

Шарнир работает следующим образом.

5 Сборка шарнира и введение в зацепление выходной шестерни привода и разрезного зубчатого колеса осуществляется при отсутствии контакта упорного винта с упругим элементом. Регулировка беззазорного зубчатого зацепления шарнира осуществляется следующим образом. Опорный винт 10 предварительно завинчивается в сквозное  
10 резьбовое отверстие опоры 9 до контакта с балочным упругим элементом 13, дальнейшее вращение упорного винта приводит к повороту подвижного диска 6 и смещению его зубьев относительно зубьев неподвижного диска 5 до создания контакта зубьев разрезного колеса с противоположными поверхностями соседних зубьев шестерни 4. Последующее вращение упорного винта на требуемый угол  
15 приводит к нормированной упругой деформации балки и созданию нормированного распорного усилия в зубчатом зацеплении. При прямом ходе крутящий момент от привода вращения 3 установленного на ведущем звене 1 через шестерню 4 передается ведомому звену посредством неподвижного зубчатого диска 5, жестко связанного с  
20 ведомым звеном, вследствие чего осуществляется поворот ведомого звена относительно ведущего в прямом направлении. При необходимости реверсирования, т.е. изменения направления движения крутящий момент от привода передается через шестерню 4 на подвижный зубчатый диск 6, упругий элемент 13, упорный винт 10 и опору 9 установленную на неподвижном зубчатом диске, жестко связанном с  
25 ведомым звеном 2. Происходит поворот ведомого звена в обратном направлении.

Таким образом, предложенное, конструктивное исполнение шарнира в обоих вариантах позволяет упростить конструкцию, сократить размеры составного  
30 зубчатого колеса и шарнира в целом за счет расположения упругого элемента и устройства регулирования распорного усилия в плоскости и в габаритах дисков составного зубчатого колеса, а также упростить процедуру сборки шарнира и регулировки распорного усилия, которую можно выполнить без разборки шарнира и замены упругих элементов.

35 Возможность задания нормированного усилия распора между зубчатыми дисками и шестерней в зубчатом зацеплении, соответствующего рабочим реверсивным нагрузкам, позволяет снизить силы трения в зацеплении, создать равномерное распределение контактных напряжений по ширине зубчатого зацепления, минимизировать радиальные нагрузки на подшипники, повысить коэффициента  
40 полезного действия, снизить износ поверхностей зубьев в зацеплении и, как следствие, к повысить долговечность и надежность шарнира в целом.

#### Формула изобретения

45 1. Шарнир манипулятора с регулируемой беззазорной зубчатой передачей, содержащий ведущее звено с установленным приводом вращения, на выходном валу которого жестко установлена шестерня, и ведомое звено, связанное с шестерней через  
зубчатое зацепление разрезного зубчатого колеса, составленного из двух упруго связанных зубчатых соосных дисков, установленных через подшипниковую опору на  
50 жестко связанном с ведущим звеном валу, причем один из дисков жестко связан с ведомым звеном, а второй выполнен подвижным относительно первого, отличающийся тем, что он снабжен упругим элементом в виде балки в радиальном направлении и устройством регулирования распорного усилия, которое установлено



на неподвижном или подвижном диске напротив упругого элемента, выполненного зацело с подвижным или неподвижным диском.

5 2. Шарнир манипулятора с регулируемой беззазорной зубчатой передачей, содержащий ведущее звено с установленным приводом вращения, на выходном валу  
которого жестко установлена шестерня, и ведомое звено, связанное с шестерней через  
зубчатое зацепление разрезного зубчатого колеса, составленного из двух связанных  
упругим элементом зубчатых соосных дисков, установленных через подшипниковую  
опору на жестко связанном с ведущим звеном валу, первый диск выполнен  
10 неподвижным и жестко связан с ведомым звеном, а второй выполнен подвижным  
относительно первого, отличающийся тем, что он снабжен устройством  
регулирования распорного усилия, которое установлено на неподвижном или  
подвижном диске напротив упругого элемента, выполненного в виде балки и жестко  
15 зафиксированного на подвижном или неподвижном диске вне зоны зубчатого  
зацепления и расположенного в радиальном направлении.

20

25

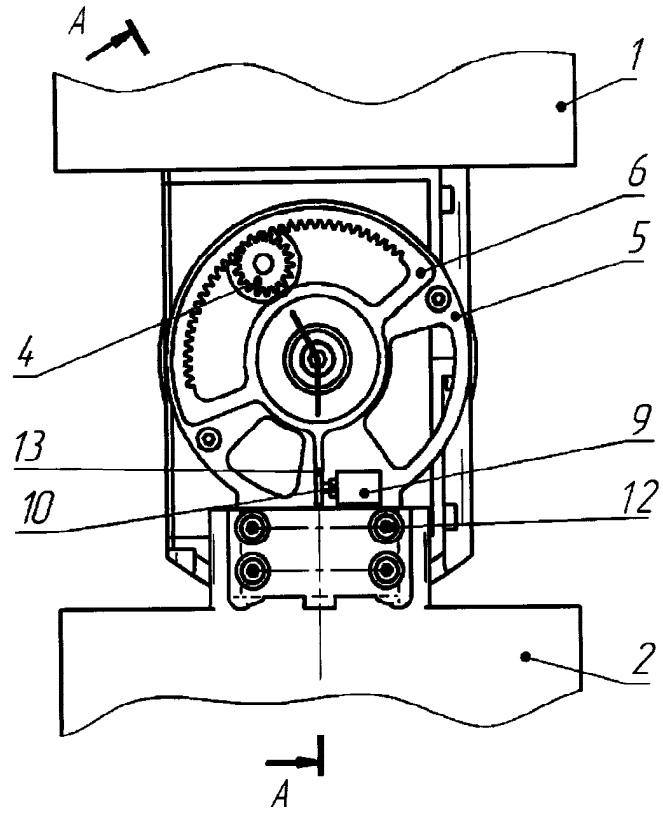
30

35

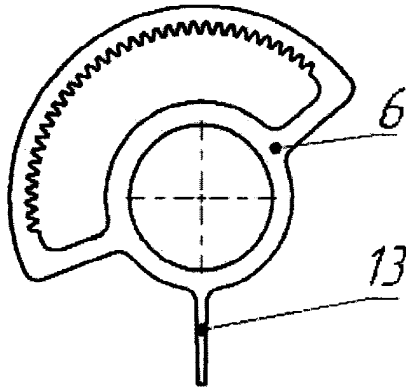
40

45

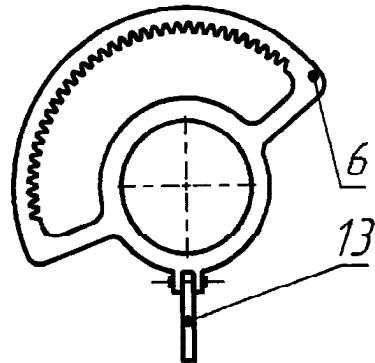
50



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 4