



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*B25J 5/00* (2006.01); *B62D 57/00* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018110825, 27.03.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.03.2018

Дата регистрации:  
08.10.2018

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 27.03.2018

(45) Опубликовано: 08.10.2018 Бюл. № 28

Адрес для переписки:  
308015, Белгородская обл., г. Белгород, ул.  
Победы, 85, НИУ "БелГУ, Токтаревой Т.М.

(72) Автор(ы):

Алейников Андрей Юрьевич (RU),  
Афонин Андрей Николаевич (RU),  
Гладышев Андрей Романович (RU),  
Гладышева Анастасия Владимировна (RU),  
Буковский Александр Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет" (НИУ "БелГУ") (RU)

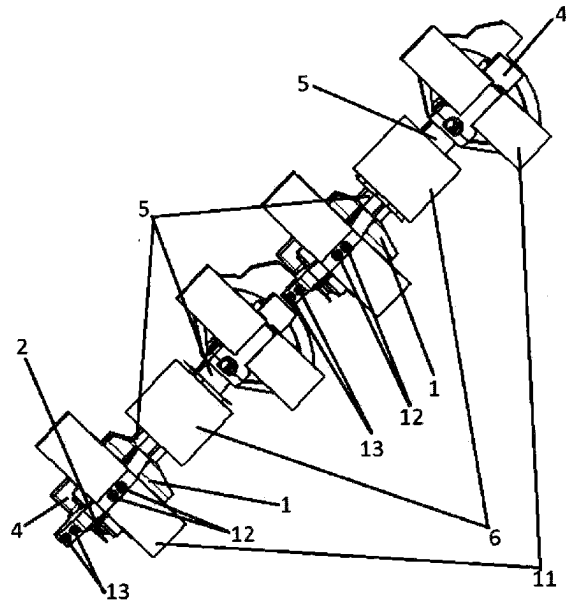
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 130916 U1, 10.08.2013. RU 67541  
U1, 27.10.2007. RU 164142 U1, 20.08.2016. WO  
2002100608 A1, 19.12.2002.

(54) Змееподобный робот

(57) Реферат:

Змееподобный робот относится к области робототехники, а именно к самоходным транспортным средствам, которые могут быть использованы для контроля трубопроводов, проведения поисково-спасательных работ, геологических изысканий и т.д. Устройство содержит жестко соединенные между собой однотипные элементы, включающие два звена и расположенный между ними механизм продольно-поступательного перемещения, соединяющий оси вращения секторов конического зубчатого колеса на звеньях элемента. Механизм продольно-поступательного перемещения представляет собой цилиндр с подвижным поршнем, который приводится в движение шаговым двигателем, винт которого с подвижным поршнем образуют механизм передачи винт-гайка. Каждое звено содержит

сектор конического зубчатого колеса и сервоприводы, снабженные коническими шестернями, при этом сектор конического зубчатого колеса каждого следующего звена расположен в плоскости, перпендикулярной плоскости сектора конического зубчатого колеса предыдущего звена. Для управления углами поворота звеньев используется микроконтроллерная система управления и система энергообеспечения, включающая соединенные между собой аккумуляторы, расположенные в каждом звене. Каждое звено снабжено корпусом в виде двух дугообразных пластин, жестко соединенных с телом сектора конического зубчатого колеса. Технический результат – возможность осуществлять дополнительно способ движения гармошкой.



Фиг. 1

Изобретение относится к области робототехники, а именно к самоходным транспортным средствам, которые могут быть использованы для контроля трубопроводов, проведения поисково-спасательных работ, геологических изысканий и т.д.

5 Известно устройство «Робот Змеелок» [Иванов А.А., Шмаков О.А., Демидов Д.А. Экспериментальное исследование змеевидного робота «Змеелок – 3» // Научно-технические ведомости СПбГТУ, 2013, Вып. 1. – С. 132-138.]. Конструкция состоит из 10 звеньев, каждое из которых имеет по два сервопривода для осуществления поворота в двух плоскостях. Кроме редуктора в самом сервоприводе присутствует также внешний  
10 редуктор, имеющий цепную и червячную передачи, что повышает крутящий момент каждого звена и увеличивает грузоподъемность системы и ее динамические характеристики.

Недостатком аналога является необходимость использования в конструкции робота тяговых приводов с высокими силовыми характеристиками что увеличивает  
15 энергопотребление и как следствие уменьшает время автономной работы устройства.

Известно также «Мобильное робототехническое устройство с волнообразным способом передвижения» - [Алейников А.Ю., Афонин А.Н. Мобильное робототехническое устройство с волнообразным способом передвижения // Матер. 4-й  
Международ. научно-практ. конф. «Современные материалы, техника и технология». Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2014. С. 23-26.]. Конструкция имеет 11 одинаковых звеньев,  
20 каждое из которых содержит по два перпендикулярно закрепленных сервопривода, включающего серводвигатель и редуктор, голову и хвост. Радиальное перемещение звеньев друг относительно друга осуществляется посредством пары сервоприводов, расположенных перпендикулярно относительно друг друга в каждом звене. Такая  
25 конструкция содержит 24-степени свободы. Момент вращения каждого сервопривода составляет не менее 0,8 Нм.

Недостатком аналога является необходимость использования в конструкции робота тяговых приводов с высокими силовыми характеристиками что увеличивает  
энергопотребление и как следствие уменьшает время автономной работы устройства.

30 Недостаток аналогов устраняет принятое за прототип устройство мобильный змееподобный робот - [А. Ю. Алейников, А. Н. Афонин, А. Р. Гладышев. "Совершенствование конструкции змееподобного робота для инспекции трубопроводов" (4 стр.) // Научно-теоретический журнал «Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова» № 7. июль 2016, С. 103-106.].

35 Конструкция змееподобного робота и его системы энергообеспечения по прототипу позволяет частично исправить недостатки вышеуказанных аналогов. Основой механической конструкции является набор звеньев, последовательно соединенных друг с другом. Каждое из звеньев имеет на себе сектор конического зубчатого колеса и сервопривод, на оси которого размещены конические шестерни, которые зацепляясь  
40 с секторами конического зубчатого колеса на перпендикулярных оси привода звеньях, обеспечивают поворот звеньев друг относительно друга. При этом сектор конического зубчатого колеса каждого следующего звена расположен в плоскости перпендикулярной сектору конического зубчатого колеса предыдущего звена Образованная шестерней на серводвигателе и сектором на звене понижающая зубчатая передача позволяет  
45 снизить потребляемую мощность приводов и повысить энергоэффективность робота. Для управления углами поворота звеньев используется микроконтроллерная система управления и система энергообеспечения, включающая соединенные между собой аккумуляторы, расположенные в каждом звене. Таким образом, использование звена,

конструктивно совмещенного с шестерней и выполняющего функцию дополнительного редуктора, снижает требования к тяговым приводам и системе энергообеспечения. Предложенное решение по реализации механической конструкции обладает более высокими силомоментными характеристиками.

5 Общим недостатком аналогов и прототипа является ограничение по виду способа движения, т.к. в них не реализуется один из значимых видов движения змеи - движение гармошкой.

Задачей предлагаемого технического решения является расширение способов осуществления передвижения змееподобного робота.

10 Технический результат – предложенная механическая конструкция позволяет дополнительно осуществлять способ движения змеи - движение гармошкой, путем изменения размера длины тела змееподобного робота за счет наличия механизма продольно- поступательного перемещения, встроенного между звеньями.

Предложено устройство, включающее набор звеньев, последовательно соединенных друг с другом, каждое из которых содержит сектор конического зубчатого колеса и сервоприводы, снабженные коническими шестернями, при этом сектор конического зубчатого колеса каждого следующего звена расположен в плоскости перпендикулярной сектору конического зубчатого колеса предыдущего звена, микроконтроллерную систему управления и систему энергообеспечения, включающую соединенные между собой аккумуляторы, расположенные в каждом звене, в которое внесены следующие новые признаки:

15 - устройство содержит жестко соединенные между собой однотипные элементы, включающие два звена и расположенный между ними механизм продольно-поступательного перемещения, соединяющий оси вращения секторов конического зубчатого колеса на звеньях элемента;

25 - механизм продольно-поступательного перемещения представляет собой цилиндр с подвижным поршнем, который приводится в движение шаговым двигателем, винт которого с подвижным поршнем образуют механизм передачи винт-гайка;

30 - каждое звено снабжено корпусом в виде двух дугообразных пластин, жестко соединенных с телом сектора конического зубчатого колеса.

Предложенная механическая конструкция имеет возможность выполнять не только волнообразный тип движения, но и осуществлять движение гармошкой путем изменения размера длины тела змееподобного робота, что расширяет его функциональные возможности.

35 Предлагаемое изобретение иллюстрируется чертежами, приведенными на фигурах: фигура 1 – вид змееподобного робота сверху;

фигура 2 – общий вид элемента змееподобного робота, включающего два звена с расположенным между ними механизмом продольно-поступательного перемещения;

фигура 3 – общий вид механизма продольно-поступательного перемещения;

40 фигура 4 - механизм продольно-поступательного перемещения вид сверху, в разрезе А-А и в разрезе В-В ;

фигура 5 – элемент змееподобного робота в двух положениях: исходное (А), растянутое (Б).

Устройство состоит из набора однотипных элементов, включающих по два звена.

45 Каждое звено имеет в своем составе сервопривод 1 с шестерней 2 входящей в зацепление с зубчатым сектором конического колеса 3, надежное зацепление которых обеспечивает прижимной роликовый механизм 4, расположенный с противоположной стороны тела сектора конического зубчатого колеса 3. Сервоприводы 1 в звеньях каждого элемента

расположены перпендикулярно относительно друг друга и соединены между собой при помощи соединительных элементов 5 механизма продольно-поступательного перемещения 6, содержащего цилиндр 7 и подвижный поршень 8, который приводится в движение шаговым двигателем 9, вращение винта 10 которого приводит к поступательному движению поршня. Каждое звено содержит корпус 11, выполненный в виде дугообразных пластин, жестко соединенных посредством отверстий 12 с телом зубчатой рейки 3, которая содержит отверстия 13 для жесткого крепления звеньев соседних элементов друг с другом.

#### Описание работы устройства

Принцип действия мобильного змееподобного робота основан на подражании движениям змеи. Перемещение такого робота в пространстве осуществляется как за счет волнообразного так и за счет изменения длины змееподобного робота вдоль своего тела, состоящего из отдельных звеньев. Волнообразное движение осуществляется за счет того, что в каждом звене крутящий момент от серводвигателя 1 посредством шестерни 2 приводит в движение сектор конического зубчатого колеса 3, способного передвигаться возвратно-поступательно по направлению вращения шестерни 2 серводвигателя 1. Прижимной роликовый механизм 4 обеспечивает надежное сцепление зубчатой рейки 3 с шестерней 2 серводвигателя 1 при ее движении. За счет того, что в каждом элементе одновременно осуществляется возвратно-поступательное движение секторов конического зубчатого колеса 3 во взаимно перпендикулярных плоскостях, осуществляется поворот звеньев друг относительно друга. Управление каждой парой сервоприводов в элементе осуществляется микроконтроллерной системой управления путем подачи ШИМ сигнала, длительность импульса которого пропорциональна углу поворота серводвигателя 1, при этом мощность каждого серводвигателя должна быть достаточной для перемещения нескольких соседних звеньев. В совокупности все эти признаки обеспечивают осуществление волнообразного движения тела змееподобного робота.

Перемещение такого робота в пространстве за счет изменения размера змееподобного робота вдоль своего тела осуществляется за счет наличия в каждом элементе механизма продольно-поступательного перемещения 6, в котором вращательное движение вала двигателя 7 посредством винта 8 приводит к возвратно-поступательному движению поршня 9 относительно цилиндра 10, за счет чего тело змееподобного робота способно удлиняться и затем принимать исходное состояние. Что позволяет осуществить один из значимых видов движения змеи - движение гармошкой.

Корпус устройства является важным элементом, позволяющим осуществлять взаимодействие тела робота с поверхностью, по которой он должен передвигаться. Корпус может быть выполнен в виде дугообразных пластин жестко соединенных посредством отверстий с телом зубчатой рейки на каждом звене. Кроме того, корпус может быть выполнен цельным в виде эластичной полой трубки, закрывающей все тело змееподобного робота, причем внешнюю поверхность такого корпуса желательно выполнять шероховатой или снабженной ворсинками, чешуйками и т.п. для лучшего сцепления с поверхностью, по которой он должен передвигаться.

Таким образом, поставленная задача по расширению способов осуществления передвижения змееподобного робота решена.

Возможность комбинировать способы движения змееподобного робота позволит расширить сферу использования змееподобных роботов для контроля трубопроводов, проведения поисково-спасательных работ, геологических изысканий и т.д.

## (57) Формула полезной модели

1. Змееподобный робот, содержащий последовательно соединенные друг с другом звенья, каждое из которых содержит сектор конического зубчатого колеса и сервоприводы, снабженные коническими шестернями, при этом сектор конического зубчатого колеса каждого следующего звена расположен в плоскости, перпендикулярной плоскости сектора конического зубчатого колеса предыдущего звена, микроконтроллерную систему управления и систему энергообеспечения, включающую соединенные между собой аккумуляторы, расположенные в каждом звене, отличающийся тем, что он содержит корпус, при этом два расположенных рядом звена образуют элемент, в котором эти звенья соединены между собой механизмом продольно-поступательного перемещения, причем механизм продольно-поступательного перемещения содержит цилиндр с подвижным поршнем и шаговый двигатель, который приводит в движение подвижный поршень посредством винта, образующим с подвижным поршнем механизм передачи винт-гайка.

2. Змееподобный робот по п.1, отличающийся тем, что корпус выполнен в виде двух дугообразных пластин, жестко соединенных с телом сектора конического зубчатого колеса и расположенных на каждом звене.

3. Змееподобный робот по п.1, отличающийся тем, что корпус выполнен в виде эластичной полый трубки, закрывающей все тело змееподобного робота, причем внешняя поверхность корпуса выполнена шероховатой или с ворсинками, чешуйками.

25

30

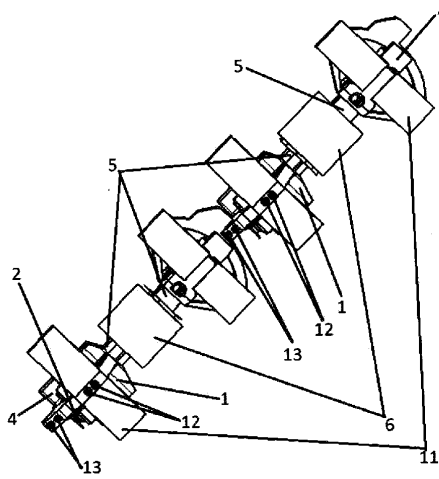
35

40

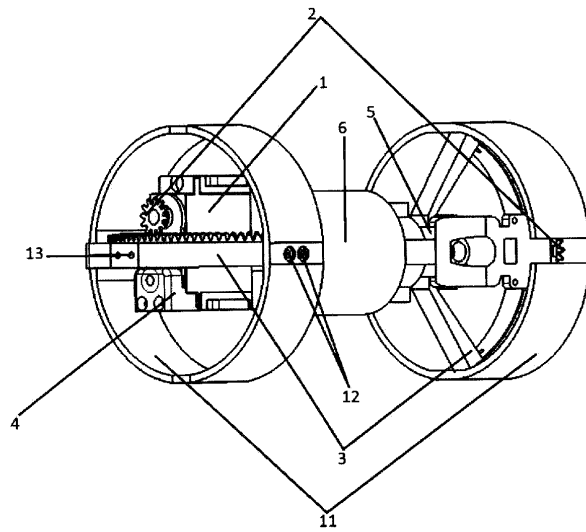
45

1

Змееподобный робот



Фиг. 1

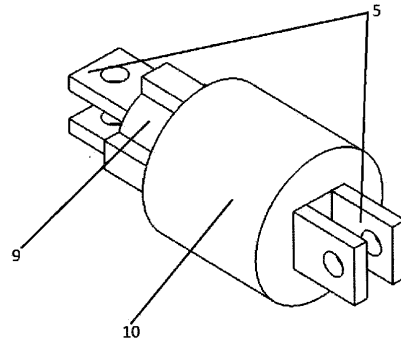


Фиг. 2

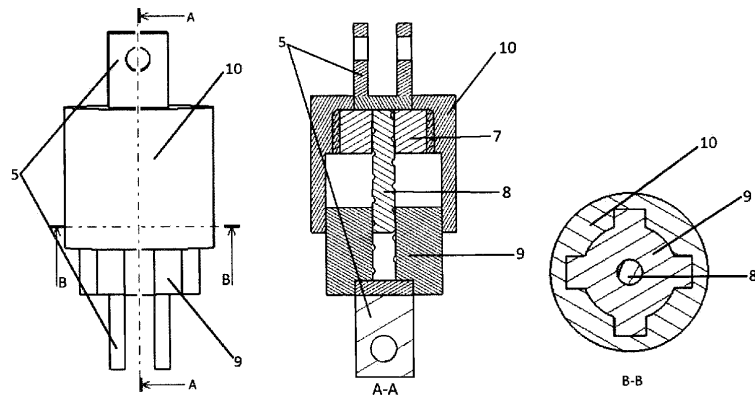
1

2

Змееподобный робот



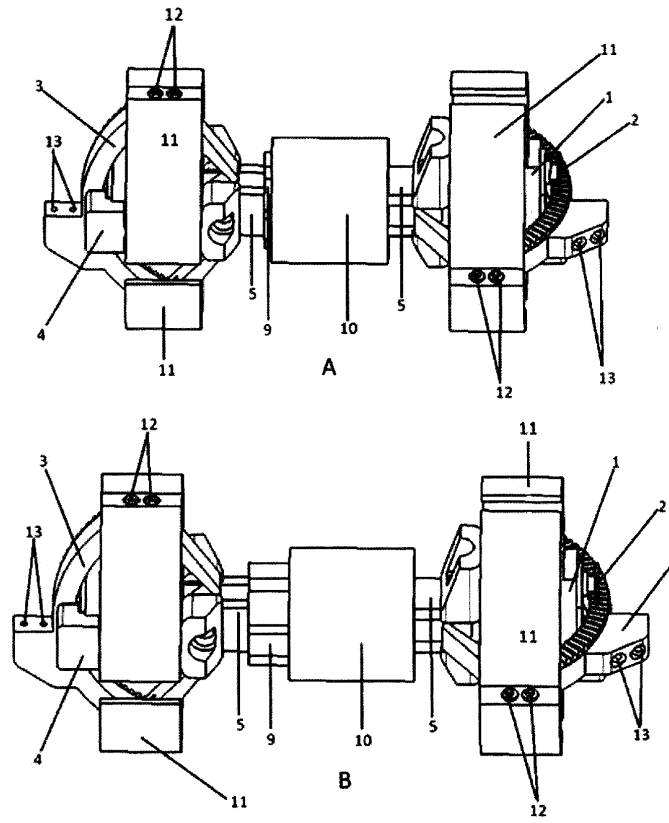
Фиг. 3



Фиг. 4



Змееподобный робот



Фиг. 5