

(19) **KG** (11) **1052** (13) **C1** (46) **31.07.2008**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПАТЕНТНАЯ СЛУЖБА
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ(51) **B25J 9/00** (2006.01)**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ****к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)**

(21) 20060098.1

(22) 25.09.2006

(46) 31.07.2008, Бюл. №7

(71)(73) Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова (KG)

(72) Даровских В.Д. (KG)

(56) А.с. SU №1237414, кл. B25J 9/00, 1986

(54) Модуль промышленного робота

(57) Изобретение относится к робототехническим устройствам для автоматизации интенсивно протекающих процессов обработки и сборки и может быть использовано в машиностроении, приборостроении и иных отраслях. Задачей изобретения является однозначное функциональное двухкоординатное перемещение ведомого звена модуля от одного приводного и, соответственно, управляющего воздействий. Поставленная задача решается тем, что у модуля промышленного робота, содержащего основание, исполнительный орган и его привод, последний выполнен в виде шагового двигателя с неподвижным статором на оси и вращающимся относительно последнего якорем, установленным в щеках, подшипники качения которых несут ось с вилкой на одном из свободных ее концов, причем на вилке смонтированы подшипники, кинематически взаимодействующие с направляющей, закрепленной на основании модуля, несущего кинематически подвижную относительно него зубчатую рейку, зацепленную с зубчатым колесом привода на щеках таким образом, что периферии зубчатого колеса, статора и якоря концентричны, а рука модуля со схватом при этом установлена на щеке со стороны свободного конца оси соосно и радиально ей, причем радиус руки, измеренный относительно центра оси, равен половине диаметра начальной окружности зубчатого колеса, а длина зубчатой рейки превышает длину окружности зубчатого колеса, определяемую через диаметр начальной окружности. 1 н. п. и 1 з. п. ф-лы, 4 ил.

Изобретение относится к робототехническим устройствам для автоматизации интенсивно протекающих процессов обработки и сборки и может быть использовано в машиностроении, приборостроении и иных отраслях.

Известна рука манипулятора, содержащая корпус, привод и подвижную зубчатую рейку со схватом, при этом рука снабжена фиксаторами, имеющими индивидуальные приводы, которые размещены в корпусе так, что разница величины расстояния между соседними фиксаторами и величины одного или нескольких шагов зубчатой рейки равна отношению шага рейки к числу фиксаторов (А.с. SU №952576, кл. B25J 9/00, 1982).

Недостатком руки манипулятора следует признать необходимость контактного силового взаимодействия рейки и ее фиксаторов, что приводит к интенсивному износу их рабочих поверхностей и, как следствие, потери точности позиционирования. Поскольку приводное воздействие на зубчатую рейку осуществляется посредством кинематического взаимодействия с профильными фиксаторами, передающими лишь часть усилия на перемещение рейки, то мощность приводов и

(19) **KG** (11) **1052** (13) **C1** (46) **31.07.2008**

их металлоемкость завышены. Помимо этого рука манипулятора не способна реализовать криволинейные траектории без дополнительного привода, рейки и ее фиксаторов, действующих в ином относительно первоначального направления.

В качестве прототипа принят z-координатный манипулятор, содержащий основание и исполнительный орган, соединенные между собой с помощью шести основных кинематических цепей, связанных по крайней мере с одним двигателем, образующих привод, каждая кинематическая цепь которого включает в себя ведомые звенья в виде стержней, связанных сферическими шарнирами с исполнительным органом, а ведущие звенья каждой основной кинематической цепи выполнены в виде дополнительных стержней, каждый из которых одним концом связан сферическим шарниром с соответствующими ведомым звеном, а другие посредством винтовой передачи с двигателем, при этом дополнительные стержни установлены с возможностью их продольного перемещения в направляющих, а зазор между направляющей основания и стержня выполнен герметизированным, причем двигатель и винтовые передачи установлены на основании с противоположной стороны (А.с. SU №1237414, кл. B25J 9/00, 1986).

Недостатком прототипа является ограниченность в глобальной мобильности исполнительного органа в любом из z направлений, поскольку основание манипулятора стационарно, а кинематические возможности приводов в суммарном эффекте минимальны. Кроме того, приводы каждой подвижности, состоящие из двигателей и передач ходовой винт-гайки с муфтами, имеют относительно высокую погрешность позиционирования, причем в конструкции не предусмотрена возможность компенсации этой погрешности, что приводит к накоплению ошибки и потере информационного базиса. Реверс привода данного исполнения имеет люфт, что гарантирует дополнительную ошибку, которая также не учитывается и не компенсируется. Программирование работы приводов и переход на автоматический цикл работы из-за неоднозначности кинематических соотношений между входными и выходными параметрами двигателя, муфты, передачи ходовой винт-гайки, а также наличия динамических явлений в них невозможны, а для образования траектории движения в пространстве или в плоскости недостаточно одного управляющего воздействия.

Задачей изобретения является однозначное функциональное двухкоординатное перемещение ведомого звена модуля от одного приводного и, соответственно, управляющего воздействий.

Поставленная задача решается тем, что у модуля промышленного робота, содержащего основание, исполнительный орган и его привод, последний выполнен в виде шагового двигателя с неподвижным статором на оси и вращающимся относительно последнего якорем, установленным в щеках, подшипники качения которых несут ось с вилкой на одном из свободных ее концов, причем на вилке смонтированы подшипники, кинематически взаимодействующие с направляющей, закрепленной на основании модуля, несущего кинематически подвижную относительно него зубчатую рейку, зацепленную с зубчатым колесом привода на щеках таким образом, что периферии зубчатого колеса, статора и якоря концентричны, а рука модуля со схватом при этом установлена на щеке со стороны свободного конца оси соосно и радиально ей, причем радиус руки, измеренный относительно центра оси, равен половине диаметра начальной окружности зубчатого колеса, а длина зубчатой рейки превышает длину окружности зубчатого колеса, определяемую через диаметр начальной окружности.

Доказательством решения поставленной задачи является реализация модуля в виде кинематического механизма, цилиндрический привод которого обкатывается без проскальзывания по неподвижной прямой, а конечная ведомая точка его радиуса, представляющая схват руки модуля под действием управления описывает циклоиду, развивающуюся на плоскости.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где изображены на фиг. 1 кинематическая схема модуля, образующего траекторию перемещения ведомого звена по циклоиде; на фиг. 2 – вид I на фиг. 1; на фиг. 3 – кинематическая схема привода модуля; на фиг. 4 – сечение А-А на фиг. 3.

Модуль промышленного робота состоит из мобильного или стационарного основания 1, оснащенного зубчатой рейкой 2, привода 3, связанного с зубчатой рейкой посредством зубчатого колеса 4. Зубчатая рейка 2 выполнена из автономных зубьев 5 последовательно связанных друг с другом с возможностью относительного кинематического взаимодействия предыдущего зуба с последующим и одновременно с основанием 1. Один из крайних автономных зубьев 5 рейки 2 неподвижно прикреплен к основанию 1, а противоположный крайний зуб 5 оперт на основание 1 через пружину сжатия 6. Между всеми автономными зубьями 5 также установлены пружины сжатия 7, что обеспечивает шаг зубчатой рейки $(t + \Delta t)$, где t – расчетная величина шага, а Δt – увеличение шага при выборке люфта в зацеплении.

Привод 3 выполнен в виде шагового двигателя, в основе которого ось 8 с жестко закрепленным на ней цилиндрическим статором 9. Ось 8 смонтирована в щеках 10 и 11 на подшипниках качения 12 и 13, а непосредственно щеки 10 и 11 жестко связаны между собой по периферии. Соосно статору 9 в поперечном и диаметрально направлениях к щекам 10 и 11 прикреплен цилиндрический якорь 14. Кроме того, на внешней поверхности щек 10 и 11 соосно в поперечном и диаметрально направлениях относительно статора 9 и якоря 14 смонтировано зубчатое колесо 4. На одном конце оси 8 привода 3 закреплена вилка 15, несущая два подшипника 16 и 17, ориентированных диаметрально относительно центра оси 8 и опертых с целью исключения проворота оси 8 на призматическую направляющую 18. Последняя посредством траверсы 19 закреплена на основании 1. На щеке 11 со стороны свободного конца оси 8 соосно и радиально ей закреплена рука 20 модуля со схватом 21. При этом радиус r руки 20, измеренный относительно центра оси 8 и ведомой координаты схвата 21 равен половине диаметра начальной окружности зубчатого колеса 4 привода 3, зацепленного с зубчатой рейкой 2 основания 1. В результате этого полный оборот зубчатого колеса 4 относительно оси 8 привода 3 равен величине $2\pi r$ линейного перемещения центра оси 8 вдоль зубчатой рейки 2. Поэтому полный линейный габарит зубчатый рейки 2 должен превышать величину $2\pi r$.

Цилиндрический статор 9 привода 3, который закреплен на оси 8, имеет периферию в виде полюсных выступов 22, наружная образующая которых, в свою очередь, выполнена с равномерно расположенными зубцами 23. Каждый полюсный выступ 22 статора 9 содержит электрическую обмотку возбуждения 24 зубца 23. Цилиндрический якорь 14, расположенный на щеках 10 и 11 также имеет внутреннюю периферию в виде полюсных выступов 25, а ее внутренняя образующая концентрична наружной образующей статора 9 и содержит тождественные и равномерно расположенные зубцы 26. Каждый полюсный выступ 26 якоря 14, соответственно, снабжен электрической обмоткой управления 27. Зазор между наружной образующей неподвижного статора 9 и внутренней образующей подвижного якоря 14 задан посадкой скольжения и не ограничивает относительную подвижность статора и якоря. Обмотки возбуждения и управления электрически связаны с системой управления, которая на фиг. не показана.

Работа модуля промышленного робота протекает следующим образом. Исходным перед началом цикла положением руки 20 модуля может быть необходимая, но любая относительно его кинематических возможностей координата, задаваемая, как правило, технологической ситуацией. От системы управления выдаются электрические сигналы: непрерывный на обмотки возбуждения 24 полюсных выступов 22 статора 9 и дискретный - последовательно проходящий в цикле все электрические обмотки управления 27 в полюсных выступах 25 якоря 14. При этом между зубцами 23 и 26, соответственно, статора 9 и якоря 14, образующими магнитную цепь, возникает магнитодвижущая сила, которая задает момент вращения в приводе 3. Последний приводит во вращение якорь 14 относительно неподвижного статора 9. Данное вращение выполняется и относительно неподвижной оси 8, которая посредством своей вилки 15 на одном из ее концов и смонтированных на ней диаметрально разнесенных подшипников качения 16 и 17 смонтирована, в свою очередь, на направляющей 18 с возможностью лишь возвратно-поступательного перемещения относительно последней. При этом из-за жесткой взаимосвязи направляющей 18 и основания 1 посредством траверсы 19 возвратно-поступательное перемещение оси 8 и, соответственно, руки 20 со схватом 21 выполняется и относительно данного основания 1. Непосредственно возвратно-поступательное перемещение привода 3 образуется преобразованием вращения от якоря 14 его щек 10 и 11, несущих зубчатое колесо 4, в поступательное перемещение из-за зацепленной с последним зубчатой рейки 2. Данное перемещение выполняется относительно основания 1. При этом автономные зубья 5 зубчатой рейки 2, находящиеся в зацеплении с зубчатым колесом 4, сдвинуты друг относительно друга в основании 1 на величину Δt компенсации люфта в зацеплении, образуя безззорный режим работы. Возникающие кинематические противоречия в зацеплении компенсируются действием сил на пружины сжатия 7, установленные между автономными зубьями 5 и пружину 6 между основанием и первым зубом 5 рейки 2. Последние расходятся друг относительно друга и, соответственно, относительно основания 1 и зубчатое колесо 4 беспрепятственно продолжает движение.

После отработки зубчатой рейкой 2 установленного ресурса следует заменить пружины сжатия 6 и 7 на пружины растяжения. Тогда в режиме компенсации люфта начинают работать противоположные боковые поверхности зубьев 5, и обеспечивается шаг рейки $(t - \Delta t)$.

Поскольку рука 20 и ее схват 21 установлены на щеке 11, которая скреплена с щекой 10, выполненной симметрично и зеркально щеке 11, а обе щеки несут при этом статор 9 привода, и через подшипники качения 12 и 13 щек 10 и 11 кинематически с возможностью вращения смонтированы на оси 8, которая лишь перемещается возвратно-поступательно, то данной руке и ее схвату также гарантирована возможность как вращаться относительно центра оси 8 и всего привода 3, так и возвратно-поступательно перемещаться вдоль зубчатой рейки 2 от действия одного управляющего сигнала.

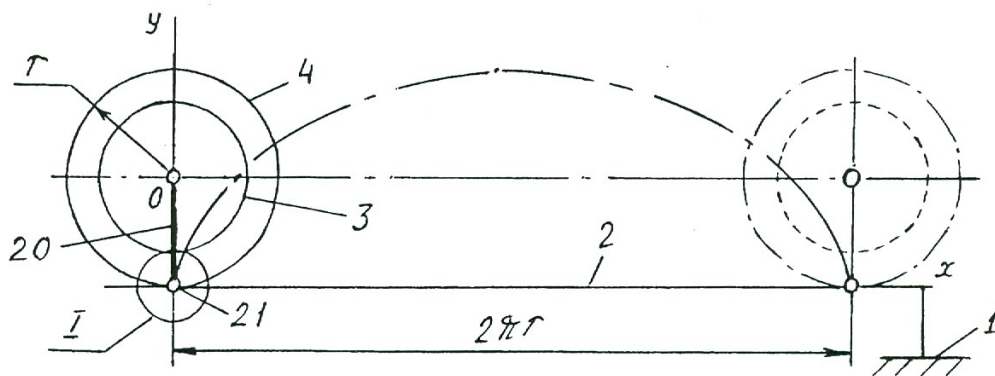
Преимущество модуля промышленного робота в сравнении с прототипом заключается в значительном повышении мобильности и быстродействия, упрощении управления и конструктивного исполнения.

Формула изобретения

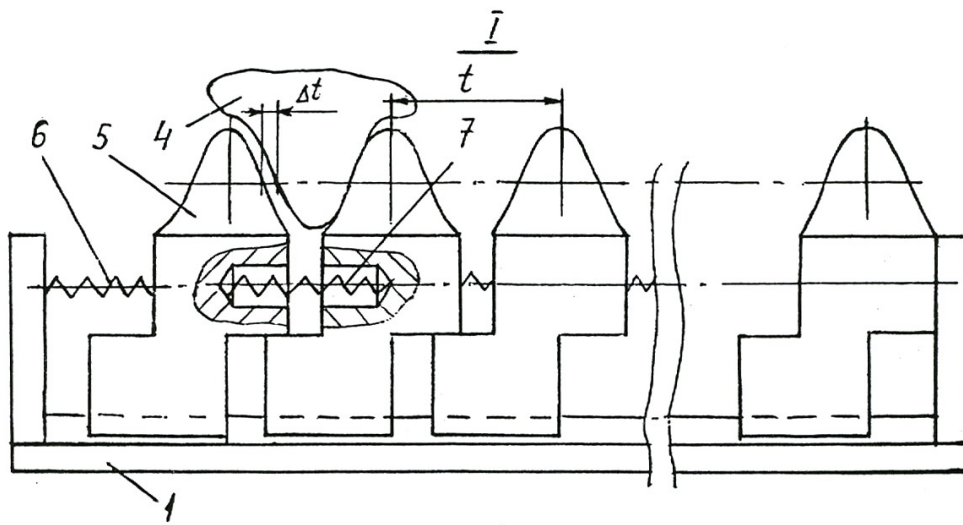
1. Модуль промышленного робота, содержащий основание, исполнительный орган и его привод, отличающийся тем, что привод выполнен в виде шагового двигателя с неподвижным статором на оси и вращающимся относительно последнего якорем, установленным в щеках, подшипники качения которых несут ось с вилкой на одном из свободных ее концов, причем на вилке смонтированы подшипники, кинематически взаимодействующие с направляющей, закрепленной на основании модуля, несущего кинематически подвижную относительно него зубчатую рейку, зацепленную с зубчатым колесом привода на щеках таким образом, что периферии зубчатого колеса, статора и якоря концентричны, а рука модуля со схватом при этом установлена на щеке со стороны свободного конца оси соосно и радиально ей, при этом радиус руки, измеренный относительно центра оси, равен половине диаметра начальной окружности зубчатого колеса.

2. Модуль промышленного робота по п. 1, отличающийся тем, что длина зубчатой рейки превышает длину окружности зубчатого колеса, определяемую через диаметр начальной окружности.

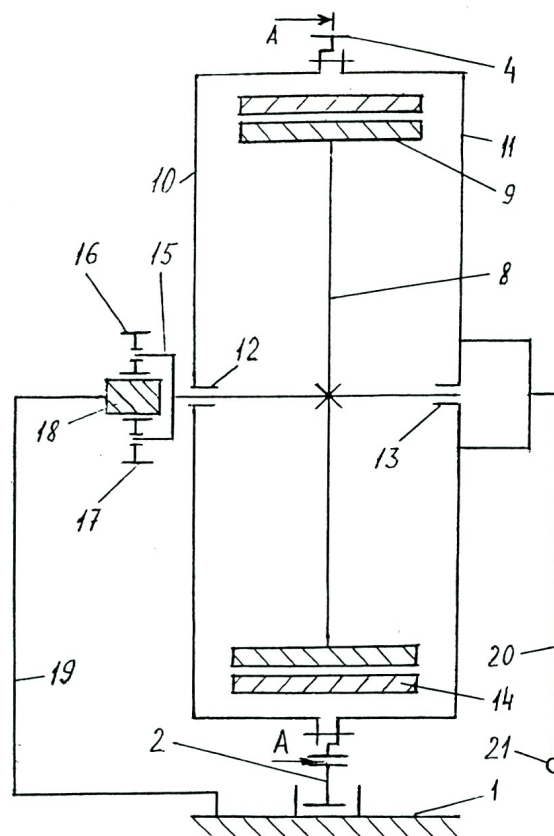
Модуль промышленного робота



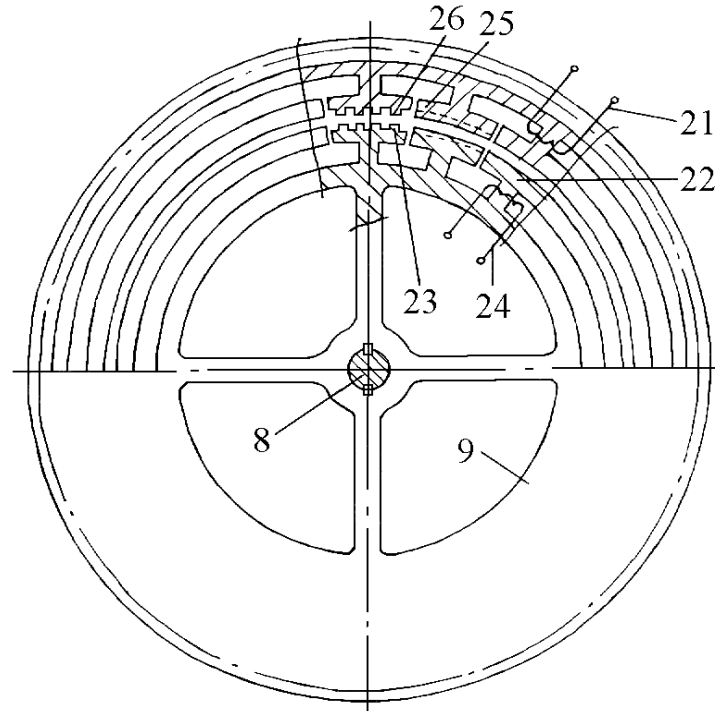
Фиг. 1



ФИГ. 2



ФИГ. 3

A - A

Фиг. 4

Составитель описания
 Ответственный за выпуск

Куттубаева А.А.
 Чекиров А.Ч.

Государственная патентная служба КР, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 680819, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03