

А.С. Фомин

Сибирский государственный индустриальный университет

ОДНОПОДВИЖНЫЙ ГЕКСАПОД С КРУГОВОЙ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ*

Эффективное функционирование всех отраслей промышленности во многом зависит от прогресса в машиностроении, имеющем большое влияние на развитие других секторов экономики посредством реализации передовых научно-технических разработок, создания новых механических устройств и внедрения новых технических решений. Современное машиностроение характеризуется повышенными требованиями к эффективности и производительности разрабатываемых устройств, а также к их надежности, безопасности эксплуатации и обслуживанию. Эти требования приводят к сокращению времени разработки принципиально новых и совершенствованию уже известных механических устройств, их расчета и применения в них современных материалов.

Одними из перспективных механизмов, с точки зрения возможности применения в технике, являются такие, конструкции которых построены с параллельной структурой [1, 2]. Эти механические системы благодаря конструктивным особенностям позволяют получать высокие показатели по скоростям и ускорениям выходных звеньев, обеспечивают повышенную точность, жесткость и надежность, а также распределение нагрузки по нескольким кинематическим цепям [3, 4]. Эти важные механические свойства достигаются путем установки нескольких кинематических цепей между стойкой и выходным звеном.

В настоящем исследовании представлен новый механизм параллельной структуры с круговой направляющей. В отличие от известных механизмов этого класса [5, 6] предлагаемый механизм имеет единственный привод, при помощи которого реализуется движение выходного звена с шестью степенями свободы.

Анализ кинематической схемы гексапода и принцип его работы

На рис. 1 показана кинематическая схема одноподвижного гексапода с круговой направляющей.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 9.12794.2018/12.2).

Кинематический дизайн и подвижность данного механизма были представлены в работе [7]. Гексапод выполнен в виде подвижной платформы 11, поддерживаемой штангами 10, которые движутся вдоль круговой направляющей 1 с помощью кареток 9. Круговая направляющая 1 жестко установлена на стойке. Представленный гексапод сконструирован особым образом: внутри круговой направляющей горизонтально установлен плоский механизм с центральным двигателем и шестью кинематическими цепями, оканчивающимися каретками 9. Данный механизм служит в качестве подвижного основания для приведения в движение штанг 10.

На рис. 2 представлена схема плоского механизма основания (вид сверху и вид слева), где 1 – круговая направляющая, 2 – ведущее колесо, 3 – шестерня, 4 – ведущий шкив, 5 – ведомый шкив, 6 – кривошип, 7 – камень, 8 – кулиса, 9 – каретка, М – двигатель. Шкивы 4 и 5 соединены ремennой передачей. Звенья 3 и 4, а также звенья 5 и 6 имеют общий вал и вращаются с одинаковой скоростью. Ведущее колесо 2 приводится в движение от двигателя М, установленного в центре круговой направляющей. Шкивы 4 и 5 могут быть перестановлены местами для изменения скоростей кареток 9.

Общая подвижность гексапода равна одному. Поэтому для получения определенного движения платформы 11 требуется задание входного движения единственному звену. В данном случае ведущим звеном является колесо 2.

Принцип работы гексапода заключается в следующем. При вращении колеса 2 движение передается на шестерню 3 и ведущие шкивы 4, а затем через ремennую передачу на ведомые шкивы 5 и кривошипы 6. Кривошипы 6 приводят в действие камни 7, перемещающиеся вдоль кулис 8, которые направляют каретки 9 относительно круговой направляющей 1. Смещение кареток 9 передается на штанги 10, которые ориентируют платформу 11 в пространстве.

Выводы. Приведена кинематическая схема нового одноподвижного гексапода с круговой направляющей. Его применение целесообразно при конструировании различных медицинских устройств, например, при создании механизмов тестирования суставов, в которых требуется

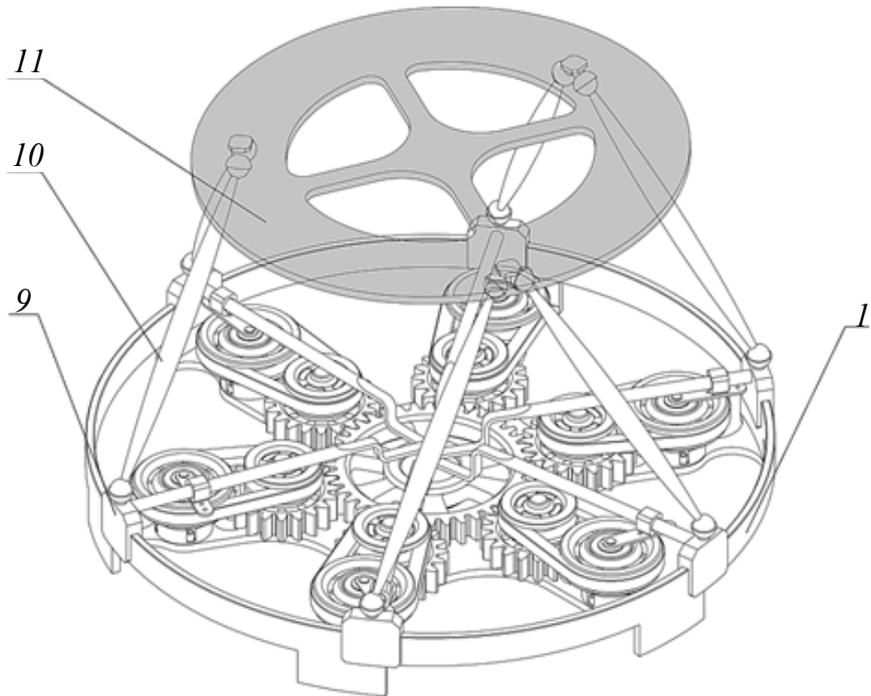


Рис. 1. Кинематическая схема одноподвижного гексапода с круговой направляющей (обозначение позиций – в соответствии с рис. 2)

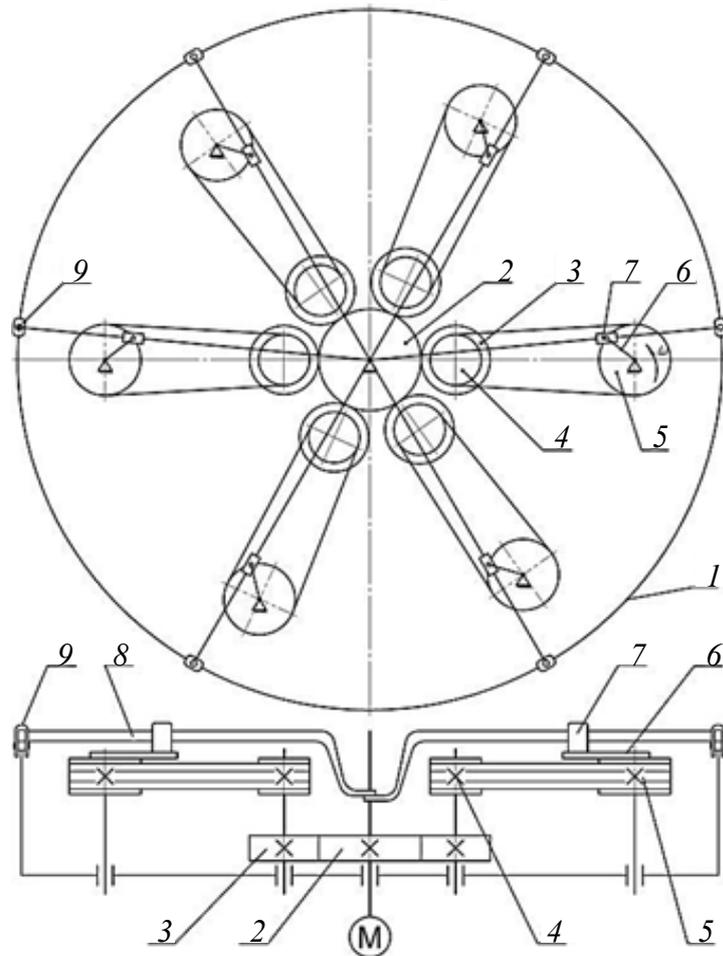


Рис. 2. Плоский механизм основания с центральным вращательным приводом: вид сверху и вид слева

воспроизведение циклических движений выходного звена по заданной траектории. Кинематическая схема предлагаемого гексапода может быть использована и при разработке виброустройств, где также требуется циклическое движение выходного звена. Кинематическая схема данного механизма может быть оптимизирована путем уменьшения числа кинематических цепей, а также замены зубчатых передач на рычаги с целью уменьшения веса конструкции и стоимости ее изготовления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глазунов В.А., Чунихин А.Д. Развитие исследований механизмов параллельной структуры // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2014. № 3. С. 37 – 43.
2. Ceccarelli M. Fundamentals of Mechanics of Robotic Manipulation. Springer Science & Business Media, Netherland, 2004. – 312 p.
3. Arakelyan V., Geng J., Fomin A.S. Minimization of the inertial loads of planar parallel structure manipulators through optimal control // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2018. Vol. 47. No. 4. P. 303–309.
4. Глазунов В.А., Аракелян В., Брио С., Рашоян Г.В. Скоростные и силовые критерии близости к сингулярностям манипуляторов параллельной структуры // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2012. № 3. С. 10 – 17.
5. Shchokin B., Janabi-Sharifi F. Design and kinematic analysis of a rotary positioner // Robotica. 2007. Vol. 25. P. 75–85.
6. Yau C.L. (Hexel Corporation, US). Systems and methods employing a rotary track for machining and manufacturing. US Patent No. 6196081. 2001.
7. Fomin A., Glazunov V., Terekhova A. Development of a novel rotary hexapod with single drive // In: Arakelian V., Wenger P. (eds) ROMANSY 22 – Robot Design, Dynamics and Control. CISM International Centre for Mechanical Sciences (Courses and Lectures), Springer, Cham. 2018. Vol. 584. P. 141 – 146.

© 2018 г. А.С. Фомин

Поступила 17 октября 2018 г.