

УДК 62-83:007.52

Ю.М. Осипов, О.Ю. Осипов

Создание изделий экстремальной робототехники на основе «активной» карданной передачи

Рассматривается схемоконструкторское представление мультикоординатной электромехатронной «активной» карданной передачи нового поколения, применяемой для сочленений элементов робототехнических средств, эксплуатируемых в условиях экстремальной среды (автоматизированная рука сборочного автомата в космической среде, мусоросборщика ядерных отходов, в том числе робота-андроида).

Ключевые слова: активная карданная передача, мультикоординатная электромехатронная система движения, схемоконструкторское интеллектуальное проектирование, планировщик мультикоординатных движений.

Классическая карданная передача – конструкция, обеспечивающая соосность вращающихся элементов (валов) и передающая крутящий момент между ними, оси которых пересекаются в центре карданной передачи и имеют возможность взаимного углового перемещения. Исходя из этого, классическая карданная передача является только передаточным элементом, не имеет двигательной функции, ее можно назвать «пассивной» в аспекте возможности развивать моменты вращения по координатным осям.

Предлагаемая карданная передача является не только передаточным элементом кинематики, но имеет внутри конструкции по координатным осям встроенные электродвигатели на основе дуговых и поворотных электромехатронных модулей движения (ЭМД), позволяющих осуществлять двигательные функции [1, 2]. В отличие от классического карданного механизма, имея такой состав элементов устройства, получим карданную передачу нового поколения – «активную» карданную передачу (АКП). На ее основе предлагается создание специальных робототехнических средств (автоматизированной руки сборочного автомата в космической среде, мусоросборщика ядерных отходов и т.п., в том числе робота-андроида) для эксплуатации в условиях экстремальной окружающей среды. Конкурентные преимущества АКП: высокая надежность, бесшумность, высокая скорость отработки углов поворота; малые массогабаритные и точностные характеристики при сравнительно низких ценах. Рыночный потенциал: МО РФ, МВД РФ, МЧС РФ, предприятия атомных, химических и нефтегазодобывающих отраслей и т.п.

Разработан схемоконструкторский эскизно-технический проект АКП на основе дуговых и поворотных ЭМД, несколько типоразмеров которых изготавливаются в мелкосерийном производстве (рис. 1 и 2).

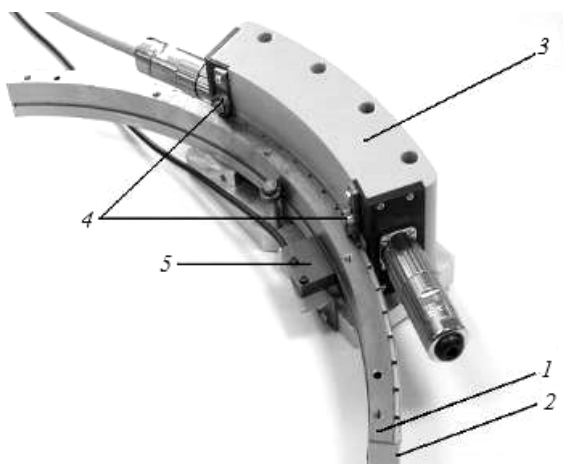


Рис. 1. Общий вид дугового ЭМД

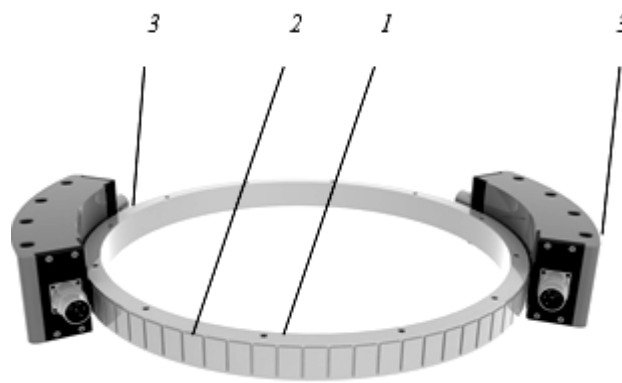


Рис. 2. Общий вид поворотного ЭМД

Каждый ЭМД включает: дуговой или круговой элемент-ротор из магнитомягкого материала 1 с постоянными магнитами 2, оси намагниченности которых ориентированы перпендикулярно дуговым поверхностям ротора, а направления намагниченности чередуются, дуговой сегментный индуктор с трехфазной обмоткой 3 с шарикоподшипниковыми опорами (или опорами скольжения) 4 и инкрементальным датчиком 5. В настоящее время выполнены расчеты электромагнитной системы, разработаны конструкция и технология и изготовлено нескольких типоразмеров дуговых и поворотных ЭМД.

На рис. 3 представлен общий вид АКП с дуговыми ЭМД 1, обеспечивающими повороты вокруг осей X и Y , и поворотным ЭМД – 2, обеспечивающим повороты на небольшие углы вокруг оси Z . Поворотный ЭМД – 2 применен в структуре АКП для исключения несинхронности вращения валов 2 и 4, а также чтобы обеспечить совместно с АКП с дуговыми ЭМД – 1 и 2 оптимальную конструкцию, гибкость, маневренность, высокое быстродействие, приближая ее движения к естественным движениям человека за счет простых алгоритмов управления.

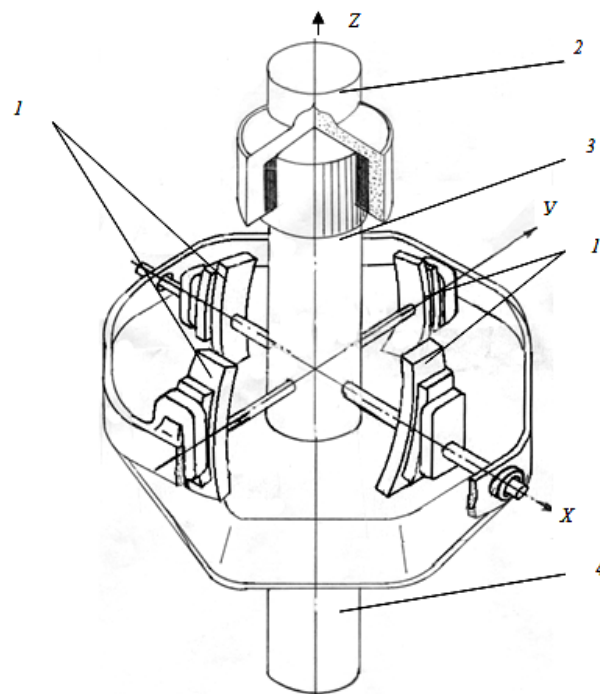


Рис. 3. Схемоконструкторский проект АКП (вариант)

На рис. 4 представлена блок-схема устройства интеллектуального управления АКП, выполняющего следующие функции управления движением: поддержание и оперативное управление скоростью звеньев АКП; линейная и круговая интерполяция; сплайновая интерполяция при обработке криволинейной траектории произвольной сложности; выработки координат звеньев и координации их движения в пространстве робототехнического устройства (РУ); синхронизация вращения валов 2 и 4 по существующим алгоритмам устранения неравномерности вращения валов. Для достижения высоких динамических и точностных характеристик электропривода на базе ЭМД в системе управления реализовано электрическое дробление шагового интервала в сочетании с обратными связями.

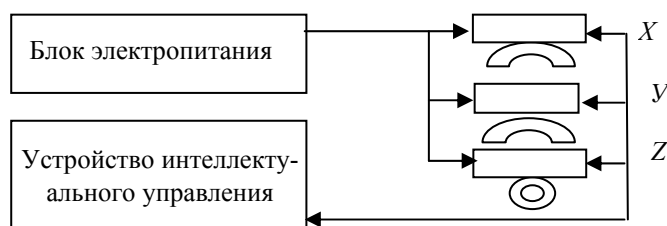


Рис. 4. Блок-схема устройства интеллектуального управления АКП

Для создания антропоморфного робототехнического устройства типа автоматизированной «руки», например для сборочного автомата (рис. 5) или робота-андроида, необходимо соединение $2-n$ конструктивно однотипных АКП, возможно, разных типоразмеров и грузоподъемности, соответствующими конструктивами $1-m$, где m и n – номера соответствующих сочленений и конструктивов. Выбор типоразмера АКП целесообразно производить исходя из необходимой силомоментной характеристики.

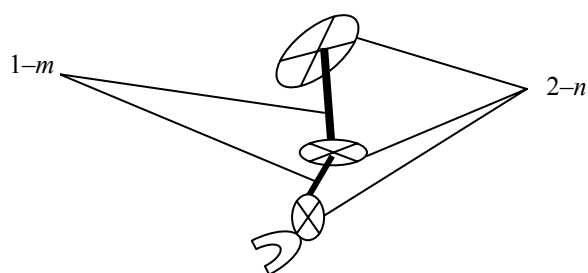


Рис. 5. Кинематическая схема автоматизированной руки антропоморфного робототехнического устройства

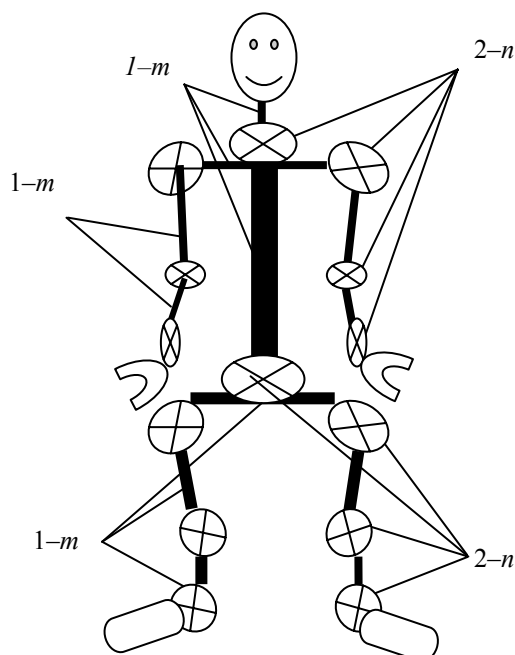


Рис. 6. Кинематическая схема робота-андроида, построенная на АКП

На рис. 6 представлена кинематическая схема робота-андроида, у которого в конструктивы $1-m$ встроены сочленения $2-n$ АКП, возможно разных размеров и грузоподъемности. АКП сочленений имеют электрические связи между собой, блоком электропитания и устройством интеллектуального управления (см. рис. 4).

Заключение. Разработан схемоконструкторский эскизно-технический проект АКП на основе дуговых и поворотных ЭМД, несколько типоразмеров которых изготавливаются в мелкосерийном производстве.

Прогнозируемые технические характеристики АКП:

1. Грузоподъемность – до 100 Н.
2. Возвратно-поворотные движения вокруг осей XU АКП с углами прокачки α, β , град, $-\pm 25$.
3. Возвратно-поворотные движения вокруг оси Z с углом прокачки θ , град, $-\pm 90$.
4. Скорость прокачки, град/с, – от «ползучей» до 90.
5. Точность позиционирования, мм, $-\pm 0,05$ на дуге радиусом 250 мм.
6. Повторяемость перемещения по всей рабочей зоне поворотного и дуговых ЭМД, мм $-\pm 0,05$ на дуге радиусом 250 мм.

Литература

1. Осипов О.Ю. Мультикоординатные электромехатронные системы движения / О.Ю. Осипов, Ю.М. Осипов, С.В. Щербинин. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2010. – 320 с.
2. Осипов Ю.М. Линейный и дуговой электромехатронные модули движения – функциональные элементы мехатронных систем // Мехатроника, автоматизация, управление: матер. междунар. науч.-техн. конф. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – С. 258–260.

Осипов Юрий Мирзоевич

Д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, зав. отделением каф. ЮНЕСКО (ОКЮ) новых материалов и технологии ТУСУРа
Тел.: (382-2) 42-87-41, доб. 318, моб. тел.: 8-960-971-43-92
Эл. почта: umo1943@yandex.ru

Осипов Олег Юрьевич

Канд. экон. наук, доцент ОКЮ новых материалов и технологий
Тел.: (382-2) 42-87-41, доб. 319
Эл. почта: ems2009@mail.ru

Osipov YU.M., Osipov O.Yu.

Creation of products of an extreme robotics on the basis of «active» cardan transmission

Circuit-design representation of multi-coordinate electro mechatronic «active» cardan transmission of the new generation applied to joints of elements of robotic means, operated in the conditions of the extreme environment (the automated hand of the assembly machine gun in the space environment, nuclear waste clean sweep, including the robot android) is considered.

Keywords. active cardan transmission, multicoordinate electro mechatronic traffic system, intellectual circuit-design, scheduler of multi-coordinate movements.