

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МАНИПУЛЯТОРА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКИ С ТРЕМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Дайняк И.В., Войтов А.Ю., Форулан М.М.

БГУИР, Минск, Беларусь,

В работе представлены результаты разработки математической модели системы перемещений, построенной на манипуляторе параллельной кинематики с тремя степенями свободы, предложенное авторами для встраивания в автоматизированное оборудование оптоэлектроники, лазерных технологий и прецизионного приборостроения.

На рис. 1 представлена система перемещений, построенная на рассматриваемом в работе манипуляторе параллельной кинематики, предназначенная для лазерного формирования трёхмерных объектов в стекле и других прозрачных диэлектриках[1]. Она состоит из кольцевого привода прямого действия представленного на рис. 1 кольцевым статором (кольцевой статор) и тремя шаговыми двигателями (сегментный модуль) и кинематические группы из четырёх треугольных подвижных звеньев связанных между собой вращательными соединениями, а с управляемыми подвижными сегментными модулями, связанными шаровыми соединениями (шаровыми шарнирами). Лазерный инструмент устанавливается на подвижной платформе (платформа).

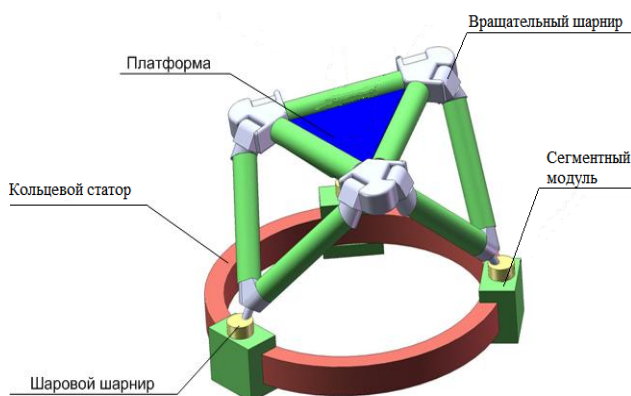


Рис. 1. Система перемещений с тремя степенями свободы

Базовые конструктивные параметры исполнительного механизма системы являются параметры, определяющие его геометрическую конфигурацию:  $R$  – средний радиус кольцевого привода, длины сторон подвижных треугольных звеньев, принятые в статье равными между собой и равными  $a$ . Функции положения ведущих звеньев, определяющие положение во времени каждого из трёх подвижных сегментов в работе задаются текущими значениями углов, определяющих положения точек шаровых шарниров на кольцевой направляющей. Изменение этих углов в процессе работы системы перемещений в конечном итоге приводит к изменению пространственного положения подвижного треугольного звена (платформы), предназначенного для выполнения технологических перемещений в рабочем трёхмерном пространстве.

В работе предложена математическая модель описания топологии и кинематики рассматриваемого манипулятора, что позволило выполнить алгоритмизацию прямой задачи кинематики, как задачи позиционирования рабочей платформы в трёхмерном пространстве, приводимые в движение тремя управляемыми сегментными модулями кольцевого привода. В результате были получены функции положения характерных точек платформы, а также их скорость и ускорение.

Исходя из того, что решение прямой задачи для рассматриваемого механизма возможно только численными методами, было проведено моделирование решения с помощью инструмента Optimization Toolbox среды MATLAB. В результате компьютерного численного решения были получены текущие значения обобщённых углов однозначно соответствующие текущим положениям центров шаровых шарниров, определяющих входные позиционные характеристики управляемых сегментов на кольцевом приводе.

Для проведения интерактивного исследования и оптимизации исполнительного механизма рассматриваемой системы перемещений с тремя степенями свободы было разработано программное приложение в среде MATLAB, позволяющее выполнять визуализацию его 3D графической модели (рис. 2) в состояниях подвижной реконфигурации. Управление движением звеньев модели осуществляется параметрическим образом.

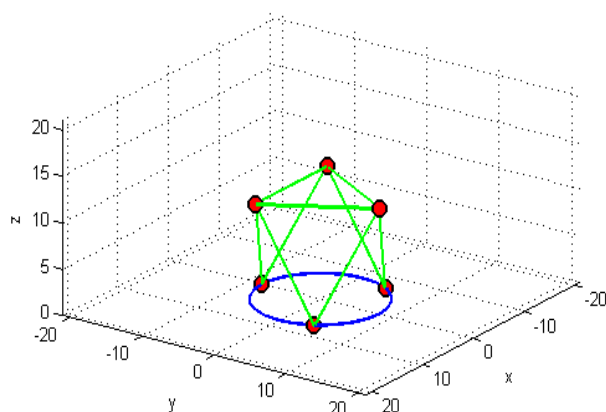


Рис. 2. Интерактивная визуализация графической модели

Таким образом в работе предложена алгоритмизация прямой задачи кинематики, как задачи позиционирования для системы перемещений на механизме параллельной кинематики с треугольными подвижными звеньями, приводимыми в движение трёхкоординатным гибридным приводом кольцевого типа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Карпович С.Е., Жарский В.В., Дайняк И.В., Литвинов Е.А. Системы многокоординатных перемещений и исполнительные механизмы для позиционного технологического оборудования. – Минск: Беспринт, 2013. – 208 с.