

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ТРЁХ ПЛАНАРНЫХ ПОЗИЦИОНЕРАХ

Карпович С.Е., Кузнецов В.В., Фортун М.М.

БГУИР, Минск, Беларусь,

Современное автоматизированное оборудование, включая прецизионные обрабатывающие центры, системы пространственного позиционирования и ориентации механических и оптических компонент в микро- и нанoeлектронике, симуляторы сложных пространственных движений, роботы и манипуляторы представляют собой сложные механо-аппаратно-программные комплексы, относящиеся к классу мехатронных систем. Центральным узлом таких систем, как правило, является система перемещений, обеспечивающая реализацию требуемых траекторных перемещений рабочей платформы в трёхмерном пространстве. С появлением гибридного многокоординатного привода синхронного типа [1], реализующего электронную редукцию перемещений без механических трансмиссий, стало возможным конфигурирование систем перемещений на механизмах параллельной кинематики с необходимым числом управляемых степеней свободы.

В настоящем докладе рассматривается предложенная нами система перемещений (рис. 1), которая конфигурируется в виде многокоординатного манипуляционного исполнительного механизма, представляющего собой раскрывающийся тетраэдр, внешние подвижные вершины которого перемещаются планарными позиционерами в плоскости, параллельной плоскости статора. Планарные позиционеры представляют собой подвижные двухкоординатные модули на двухкоординатных линейных шаговых двигателях x , y - исполнения [2] с плоским рабочим зазором между активным индуктором однофазного или двухфазного модуля управления движением и пассивного статора с регулярной зубцовой нарезкой. Для таких конструкций планарных позиционеров и многокоординатных систем на их основе характерно наличие общего для всех позиционеров плоского статора в виде магнитомягкого основания с ортогональной зубцовой нарезкой необходимых размеров или плиты, собираемой секционно из отдельных фрагментов. Такая конструктивная интеграция нескольких планарных позиционеров на одном статоре позволяет реализовывать многокоординатный привод с необходимым числом степеней свободы с общим аппаратным и программным интерфейсом для всех задействованных управляемых координат, которые связаны между собой соответствующим механизмом параллельной кинематики. Управление такой многосвязной системой невозможно без использования математической модели описывающей структурно-кинематические связи и характеристики системы в целом. В связи с этим в работе рассмотрено разработка математической модели для предложенной системы перемещений, включающей топологическое описание многокоординатной структуры системы перемещений, представляющей собой подвижный раскрывающийся тетраэдр. На основании разработанных аналитических условий связей накладываемых на взаимное положение

выбранных базисов получено аналитическое описание положение всех подвижных точек и ориентации всех подвижных звеньев в виде сегментированных алгоритмов для всех параллельных кинематических цепей. Эти алгоритмы явились основой для проведенного имитационного компьютерного моделирования кинематических характеристик.

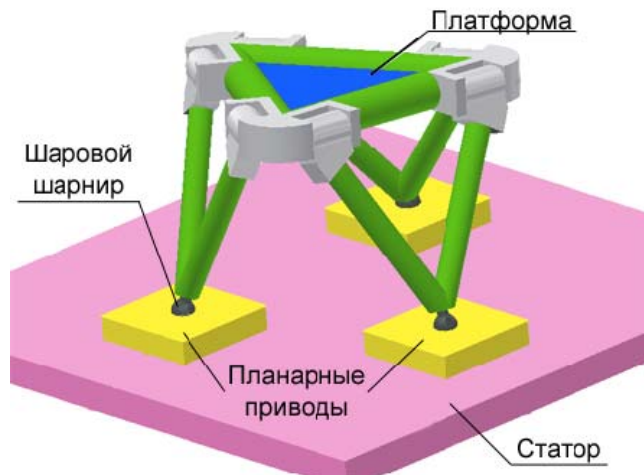


Рис. 1. Механизм пространственной системы перемещений

На основании разработанной математической модели и выполненной алгоритмизации были разработаны программы моделирования в среде MATLAB, в том числе пользовательские интерфейсы решения прямой и обратной задачи кинематики с интерактивной визуализацией самого исполнительного механизма, границ рабочей области и графиков изменения координат, скорости и ускорения характерных точек.

Таким образом в результате проведенного исследования разработана математическая модель в виде аналитических выражений для координат центров сферических шарниров на управляемых позиционерах в зависимости от положения и ориентации в трёхмерном пространстве рабочей платформы. Предложенные алгоритмы позволяют проводить компьютерное моделирование позиционных и кинематических характеристик рассмотренной системы перемещений в среде MATLAB.

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.
2. Карпович С.Е., Жарский В.В., Дайняк И.В. Системы перемещений на основе привода прямого действия: моногр. – Минск: БГУИР, 2008. – 239 с.