

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ТРЁХ ПЛАНАРНЫХ ПОЗИЦИОНЕРАХ

В. В. Кузнецов, С. Е. Карпович

Факультет компьютерного проектирования, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: vitaly.kuznetsov2014@icloud.com

Рассматривается формирование динамической модели системы перемещений на трёх планарных позиционерах, которая реализована инструментами среды MATLAB. Представленная модель базируется на уравнениях связи силовых характеристик планарного линейного привода с текущим пространственным положением и силовым состоянием рабочей платформы. По результатам имитационного моделирования получены численные результаты, включающее координатное представление текущего состояния платформы, законы изменения скорости и ускорения движения платформы по всем шести независимым координатам.

ВВЕДЕНИЕ

В работе рассмотрена система перемещений с шестью степенями свободы, построенная на планарных позиционерах, представляющая собой механизм параллельной кинематики в виде раскрывающегося тетраэдра (рис. 1). Система предназначена для пространственного перемещения платформы 5 в зависимости от законов перемещения планарных позиционеров 1, 2, 3 по рабочей плоскости статора 4. Кинематически, рассмотренная система перемещений представляет многосвязную цепь параллельной кинематики, в которой промежуточные звенья 6, 7, 8 являются параллельными кинематическими цепями.

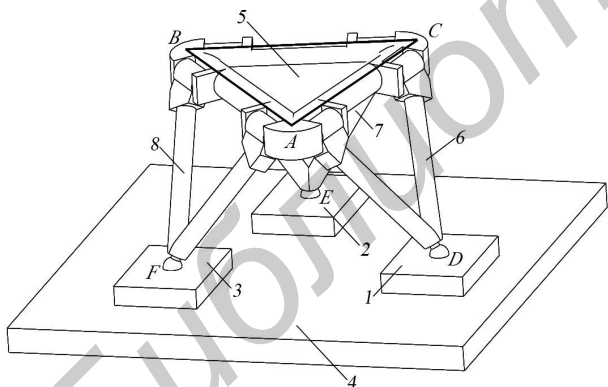


Рис. 1 – Система перемещений на трёх планарных позиционерах

В ранее выполненных нами работах [1–3] для этого механизма была предложена математическая модель описания топологии и алгоритмизации вычислительных процедур решения прямой и обратной задач кинематики.

1. ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В докладе представлены результаты, связанные с построением динамической модели, предназначенной для решения прямой и обратной задач динамики для исполнительного меха-

низма параллельной кинематики системы перемещений, представленной на рис. 1.

Построение динамической модели и динамический анализ на её основе нами выполнялся в среде MATLAB с использованием пакетов Simscape Multibody, Simscape Multibody Link библиотеки Simulink. При этом динамическая модель реализуется в виде блочно-модульного схемного описания структуры исполнительного механизма с помощью соответствующих функциональных элементов отображающих массогабаритные и инерциальные характеристики. В процессе формирования блочно-модульного описания, осуществлялось отображение механической структуры системы перемещений в эквивалентную математическую модель программного обеспечения среды MATLAB, построенного на дифференциальных уравнениях Ньютона-Эйлера, Лагранжа и других, решения которых выполняется непосредственно в самой среде MATLAB, как правило численными методами. Такое блочно-модульное построение расчётной модели существенно упрощает и сокращает вычислительную процедуру, необходимую для непосредственного описания механических и силовых элементов системы и необходимой алгоритмизации решения дифференциальных уравнений. Последнее заменяется формированием общей блочно-модульной структуры рассматриваемой системы [4].

Предложенная нами с помощью инструментов MATLAB блочно-модульная структурная схема динамической модели, представлена на рис. 2.

Разработанная модель позволяет проводить компьютерное имитационное моделирование задач динамики в среде MATLAB в различных постановках, включая решения прямой и обратной задач динамики с выбором регуляторов движения рабочей платформы и проведения моделирования с учётом траекторных требований к

движению в пространстве состояний. При моделировании так же могут учтены конструктивные ограничения и требование и аналитические условия отсутствия коллизий перемещений трёх планарных позиционеров.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Моделирование динамического исполнительного механизма с шестью степенями свободы на трёх планарных позиционерах (рис. 1) проводилось в следующих двух постановках:

- моделировалось решение прямой задачи динамики, состоящей в нахождении силовых характеристик перемещения платформы в зависимости от силовых характеристик планарных позиционеров;
- моделировалось решение обратной задачи динамики, состоящее в нахождении силовых характеристик планарных двигателей в зависимости от силового состояния платформы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе получены численные результаты имитационного моделирования по разработанной в среде MATLAB программе, включающие: координатное представление текущего состояния платформы по результатам решения прямой задачи динамики; законы изменения обобщенных координат трёх планарных позиционеров в зависимости от законов шестикоординатного перемещения платформы в пространстве по результатам решения обратной задачи динамики; переда-

точные функции для скорости и ускорения движения платформы при заданном динамическом воздействии по всем шести независимым координатам.

Это в конечном итоге позволит разработать специальные программы в среде MATLAB на основе принципов блочно-модульного построения, провести калибровку рабочей области по динамическим критериям с учётом конструктивных ограничений. Так же могут быть исследованы механические и регулировочные характеристики планарных приводов необходимых при программировании системы управления конкретного прецизионного технологического оборудования использующего представленную в докладе систему перемещений.

1. Алгоритмизация решения задач кинематики системы перемещений на трёх планарных позиционерах / С. Е. Карпович, И. В. Дайняк, А. Ю. Войтов, В. В. Кузнецов // Теоретическая и прикладная механика. – Минск, 2016. – № 31. – С. 17–23.
2. Карпович, С. Е. Имитационное моделирование кинематики системы перемещений с интерактивной визуализацией результатов / С. Е. Карпович, В. В. Кузнецов, М. М. Фуртан // Докл. БГУИР. – Минск, 2016. – № 3. – С. 22–28.
3. Карпович, С. Е. Моделирование кинематики пространственной системы перемещений с шестью степенями свободы / С. Е. Карпович, А. Ю. Войтов, В. В. Кузнецов // Аспирант: науч.-практ. журнал. – Ростов-на-Дону, 2016. – № 1. – С. 74–77.
4. Моделирование механизмов параллельной кинематики в среде MATLAB/Simulink: монография / С. Е. Карпович [и др.]. – Минск Бестпринт, 2013. – 153 с.

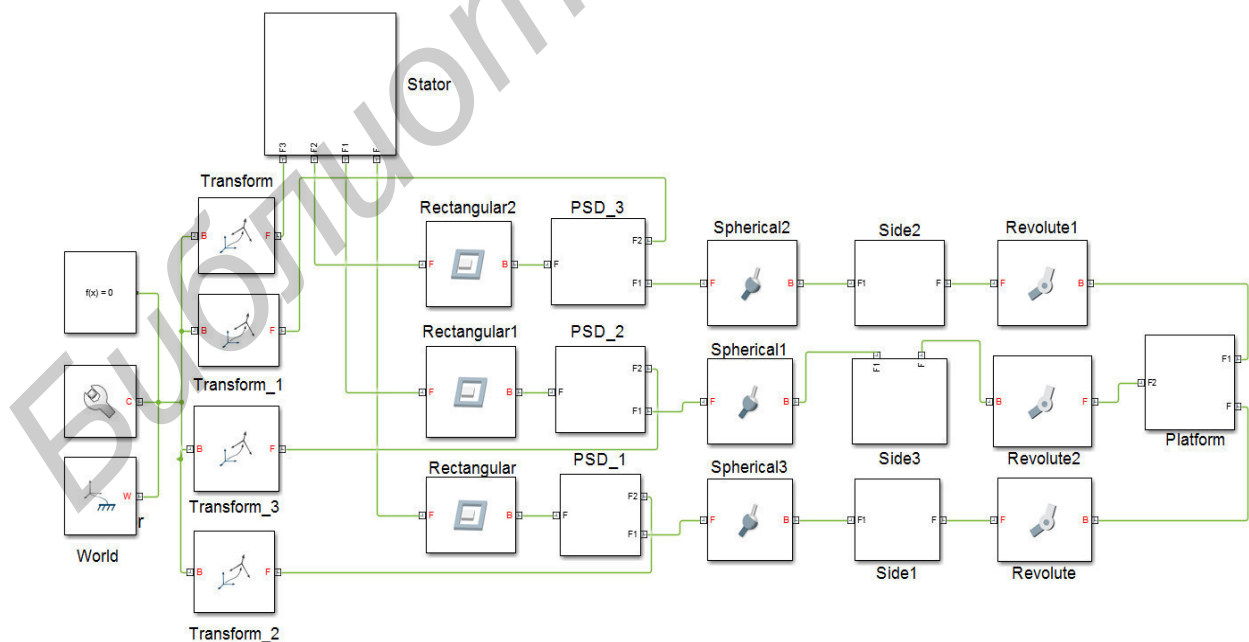


Рис. 2 – Блочно-модульная структурная схема