

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нестеренко В. Н.

Дайняк И. В. – канд. техн. наук, доцент

В последнее время в различных областях робототехники наблюдается расширенное использование систем перемещений на базе исполнительных механизмов параллельной кинематики. Наибольший интерес представляют реконфигурируемые механизмы, позволяющие изменять свою структуру в зависимости от технологической операции, реализуемой автоматизированным оборудованием. Для разработки и создания систем на реконфигурируемых механизмах необходима методология алгоритмизация выбора кинематических структур, удовлетворяющих требованиям, определяемых траекториями перемещений.

При автоматизации технологических процессов в машиностроении и приборостроении находят всё большее применение робототехнические и мехатронные системы, построенные на основе исполнительных механизмов параллельной кинематики с шестью степенями свободы. Однако применение таких систем с максимальным числом степеней свободы не всегда обосновано технологической операцией, вносит кинематическую избыточность, снижает жесткость и точность функционирования. Поэтому в тех случаях когда необходима реализация перемещений с меньшим числом степеней свободы, например системы юстировки оптических деталей в оптико-механическом оборудовании микроэлектроники, оборудование резки и гравирования с использованием лазерных инструментов и др., предпочтительным являются реконфигурируемые механизмы параллельной кинематики, имеющие общую структурную базу, обеспечивающую возможность структурной трансформации в соответствии с требованием реализации программируемого движения с заданным числом степеней свободы, определяющим мобильность рабочей платформы [1].

Мобильность W выходного звена (рабочей платформы), которая обеспечивается только одной из параллельных кинематических цепей, используемого механизма параллельной кинематики равна [2]

$$W = G - \frac{G - F_b}{g} \quad (1)$$

где F_b - число степеней свободы выходного звена, g - количество параллельных кинематических цепей.

С другой стороны, по формуле Сомова-Мальшева [3] для параметра W имеем

$$W = G(m+1) - \sum_{k=1}^5 kP_k \quad (2)$$

Приравняв правые части выражений (1) и (2) получим соотношение между структурными и кинематическими параметрами в виде:

$$Gm + \frac{G - F_b}{g} = \sum_{k=1}^5 kP_k \quad (3)$$

где m - число звеньев в параллельной кинематической цепи, P_k - количество кинематических пар k -го класса.

Как видно из выражения (3) количество кинематических пар P_k и количество параллельных кинематических цепей g может быть найдено для заданных значений числа степеней свободы F_b . Тем самым выражение (3) является аналитическим алгоритмом получения реконфигурируемых механизмов с числом степеней свободы, равным шести и меньшим с понижением на каждом шаге на единицу.

Особенностью технической реализации алгоритма реконфигурирования, предложенного в настоящей работе, состоит в последовательном соединении двух соседних подвижных звеньев их свободными элементами сферических пар в треугольные контуры с одним свободным сферическим шарниром в общей вершине. При этом каждый переход приводит к уменьшению на единицу числа параллельных кинематических цепей.

В работе на основании предложенного алгоритма и метода его реализации структурный анализ и синтез реконфигурируемых механизмов для прецизионных систем перемещений сборочного и оптико-механического оборудования микроэлектроники. В результате получена полная гамма структурно-кинематических схем механизмов параллельной кинематики в зависимости от числа степеней свободы выходного звена.

Список использованных источников:

1. Системы многокоординатных перемещений и исполнительные механизмы для прецизионного технологического оборудования / В.В. Жарский [и др.] ; под ред. д-ра техн. наук, проф. С.Е. Карловича. – Минск : Бестпринт, 2013. – 208 с.
2. Нестеренко, В.Н. Кинематический анализ механизма параллельной кинематики с шестью степенями свободы / В.Н. Нестеренко, И.В. Дайняк // Компьютерные системы и сети : материалы 49-й науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, Респ. Беларусь, 6-10 мая 2013 г. – Минск : БГУИР, 2013. – С. 85.
3. Прикладные задачи по высшей математике: Аналитическая геометрия : учеб.-метод. пособие / С.Е. Карлович [и др.]. – Минск : БГУИР, 2013. – 64 с.