

УДК 621.878.6

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ
МНОГОЗВЕННОГО РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА

О. В. БЛАГОДАРНАЯ, О. А. ПОНОМАРЕВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Многозвенный рычажный механизм 2-го класса можно рассматривать как совокупность элементарных четырехзвенных механизмов и диад. Такое структурное представление многозвенного механизма позволяет осуществить кинематическое исследование многозвенного механизма путем многократного использования одной и той же процедуры кинематического анализа его составляющих [1]. Известно несколько методов построения алгоритмов кинематического анализа рычажных механизмов, в частности, в учебном процессе используется так называемый – метод замкнутого векторного контура (метод Зиновьева). Нами использован метод, основанный на использовании уравнений преобразования координат (метод преобразования координат).

Чтобы разработанное конечное число алгоритмов было пригодно для исследования многозвенного механизма 2-го класса, достаточно ввести неподвижные базовые координатные системы отдельно для каждого, составляющего многозвенный механизм, четырехзвенника. Базовые координатные системы вводятся таким образом, чтобы они соответствовали расположению осей, принятому при составлении алгоритмов для четырехзвенников. В таком случае учет особенностей структуры многозвенного механизма будет осуществляться за счет выбора систем координат, а манипулированием с неподвижными координатными системами представляет классическую, хорошо формализованную задачу с использованием уравнений преобразования координат.

При выборе координатных систем следует стремиться к тому, чтобы переход от одних осей к другим был наиболее простым, а схема легко и удобно читалась. Для этого существует ряд возможностей. Чаще всего можно развернуть изображение механизма в плоскости так, чтобы ось абсцисс имела привычное горизонтальное расположение. Кроме того, любой плоский механизм можно рассматривать с противоположных сторон, изменяя для этого позицию наблюдателя относительно плоскости расположения механизма. В некоторых случаях можно рассматривать две эквивалентные схемы одного и того же механизма, связанные законом зеркального отражения. Следует также стремиться к тому, чтобы все системы координат были правыми.

Допустим, имеется пара координатных систем с индексами 1 и 2. Преобразование координат осуществляется по известному правилу, выражаемому уравнением:

$$r_A^{(2)} = Mr_A^{(1)} + r_{O_1}^{(2)}, \quad (1)$$

где M – матрица поворота системы 1 относительно системы 2 с коэффициентами m_{ij} , представляющими направляющие косинусы осей системы 1 относительно системы 2; $r_{O_1}^{(2)}$ – радиус-вектор начала системы 1 относительно системы 2.

Угол поворота координатных осей отсчитывается в направлении против часовой стрелки, при отсчете в противоположном направлении принимается отрицательным. Практически в плоских рычажных механизмах всегда можно выбрать оси координатных систем так, чтобы они были параллельными или взаимно-перпендикулярными (рис. 1).

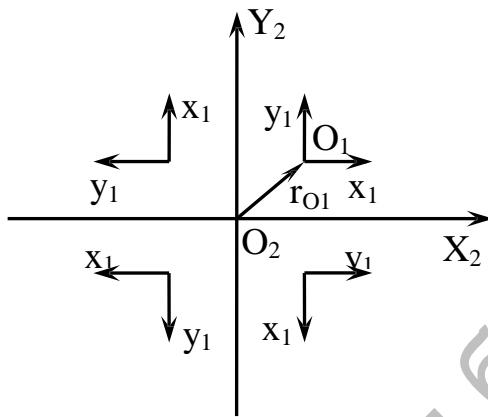


Рис. 1. Связь координатных систем

Матрица M для каждой из четвертей 1, 2, 3, 4, представленных на рис. 1, имеет вид:

$$\mathbf{M}_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M}_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M}_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M}_4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Дифференцируя уравнение (1), приходим к уравнениям преобразования для скоростей и ускорений

$$\dot{r}_A^{(2)} = M\dot{r}_A^{(1)}, \quad \ddot{r}_A^{(2)} = M\ddot{r}_A^{(1)}. \quad (3)$$

Общей особенностью, основанных на этом методе алгоритмов, является то, что они сводятся к набору конечных формул, выражающих перемещения, скорости и ускорения характерных точек и звеньев механизма через параметры движения по обобщенным координатам. При этом решение алгоритмов опирается на использование матричного аппарата и инструментов линейной алгебры. Достоинством этого метода является то, что он может быть применен не только для плоских, но и для пространственных механизмов, а также для решения обратных задач кинематики некоторых схем шарнирных манипуляторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Борисенко, Л. А.** Теория машин и манипуляторов: учеб. пособие / Л. А. Борисенко. – Минск : Новое знание, 2011. – 285 с.

Электронная библиотека
Белорусско-Российского университета