

Секция «Динамика механизмов»

Методика анализа влияния сил инерции

На основе изложенного подхода анализа динамики манипуляционных систем, основанного на методе Лагранжа-Эйлера и реализованного с использованием аппарата матриц преобразования однородных координат, разработана методика анализа влияния сил инерции на динамику манипуляционных роботов. Рассмотрим применение этой методики на примере манипуляционного робота имеющего трёхзвенную манипуляционную систему, кинематическая схема которой приведена на рис. 1.

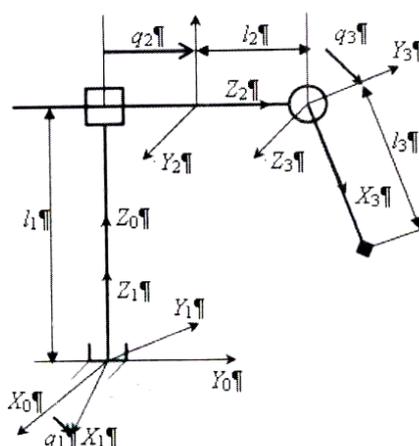


Рис. 1. Кинематическая схема манипуляционной системы

Первое звено исследуемой манипуляционной системы вращается вокруг вертикальной оси, имеет массу m_1 и моделируется тонкостенной трубой длиной l_1 и радиусом R_1 . Второе звено массой m_2 совершает поступательные перемещения вдоль горизонтальной оси и моделируется прямоугольным параллелепипедом со стороной основания a_2 и длиной l_2 . Третье звено представляет собой сосредоточенную массу m_3 и совершает вращательное движение в вертикальной плоскости, совпадающей со вторым звеном.

Основываясь на кинематической схеме манипуляционной системы, сформируем матрицы $A_{0,k}$, описывающие геометрию матрицы H_k , описывающие распределение масс

$$k=(1-3) \tag{1}$$

Уравнение движения, определяющее динамическую модель исследуемой манипуляционной системы, записанное на основе уравнения (1) будет иметь вид:

$$[M][q_1, q_2, q_3]^T + [S][q_1^2, q_2^2, q_3^2]^T + 2[K][q_1q_2, q_1q_3, q_2q_3]^T = \{Q_D\} + \{Q_G\} \tag{2}$$

Проведено исследование уравнения движения манипуляционной системы (1), полученного на основе уравнения Лагранжа 2-го рода с применением аппарата матриц преобразования однородных координат. Выполнен анализ матричных коэффициентов этого уравнения, отражающих влияние сил инерции на движение манипуляционной системы.

Получены уравнения, позволяющие проводить исследование влияния сил инерции, путём анализа соответствующих элементов матричных коэффициентов уравнения движения (1), методами математического анализа.

Практическим результатом исследования рассмотренного подхода для анализа динамики манипуляционных систем является разработанная на его основе методика анализа влияния сил инерции на динамику манипуляционных роботов. Методика может быть использована при проектировании манипуляционных роботов, а также при планировании траекторий движения таких роботов при их программировании.

Литература

1. Козлов, В.В. Динамика управления роботами / В.В. Козлов, В.П. Макарычев, А.В. Тимофеев, Е.И. Юревич - М.: Наука, 1984.
2. Колковский, М.З. Основы динамики промышленных роботов / М.З. Колковский, А.В. Слоущ.- М.: Наука, 1988.
3. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов / С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.

А.Н. Пархачев
Научный руководитель: к.т.н., доцент О.Г. Кокорева
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23
E-mail: monrek@yandex.ru

Синтез механизмов

Рассматривается метод образования подвижных соединений на основе базовой системы I-1 а, выполненной в среде 2Д (см. таблицу 1, лист 1/5). На её основе созданы геометрические системы заменой линии L окружностью – система II а (рис. 1) и прямой – система II б. Используя таблицу преобразований геометрических в кинематические пары, построены группы звеньев с нулевой степенью подвижности (фермы) III а и III б.

Поскольку полученные группы звеньев представляют простейшие двухзвенные фермы, из них можно собирать более сложные конструкции. Так, например, присоединением двух ферм III а к неподвижному звену M1M2P получена четырехзвенная ферма IV а (см. рис. 1). Из двух ферм III а, используя различные варианты их соединений созданы конструкции IV б и IV в. Ферма IV г получена на основе IV в перестановкой звена 4: отсоединением его от звена 3 и присоединением к звену 2.

Таким образом, на основе выполненных иллюстраций, путем многократного применения фермы III а получены четырехзвенные группы с нулевой степенью подвижности (новые фермы).

Как уже отмечалось, для образования кинематических схем механизмов достаточно неподвижный элемент кинематической пары (один или несколько) преобразовать в подвижный элемент.

Так, например, на основе группы IV а можно построить механизм, преобразовав неподвижные элементы кинематических пар, расположенных в точках M1 и M2 (см. рис. 1; IV а) в подвижные, придав им вращение вокруг центра P. Такой механизм показан на рис. 1, б в работе [8]. Если в группе IV в неподвижные элементы кинематических пар, расположенных в точках C1 и M2, преобразовать в подвижные аналогично предыдущему примеру, то получим механизм, показанный на рис. 1, е [8].

На основе группы IV в возможно построить два механизма. Первый механизм создается преобразованием неподвижного элемента пары, расположенной в точке M1, придав ему

вращательное движение вокруг центра P. Такой механизм показан в работе [8] на рис. 1, а.

Второй механизм создается аналогично рассмотренным выше примером, т.е. путем образования новой вращательной пары в точке P – механизм 3 с [8]. Аналогичным образом создается механизм на основе группы IV г созданием вращательной пары в точке P – механизм 3 е.

Таким образом, на основе группы звеньев IV а, б, в, г (ферм) возможно создать шестизвенные шарнирные механизмы, приведенные в работе [8] на стр. 5 (рис. 3, а, б, с, д, е).

На основе базовой геометрической системы I-3Б, показанной на листе 1/5 табл. 1, построена геометрическая система путем преобразования линий L1÷L6, имеющих общий вид, в окружности (рис. 2, а). Здесь подвижная фигура представлена совокупностью жёстко связанных между собой окружностей L1, L2, L3. Неподвижными объектами, образующими подвижные соединения, являются окружности L4, L5, и L6.

В зависимости от выбора вида конструктивного оформления соединений объектов возможно создать три разновидности механических систем: 1) система с фрикционной передачей (рис. 2, б); 2) система с зубчатой передачей (рис. 2, в); 3) четырехзвенная группа с нулевой степенью подвижности. Каждая из полученных систем представляет потенциальный механизм.

На основе рассмотренных примеров можно сделать вывод: приведенные в работе базовые геометрические системы с нулевой степенью подвижности содержат информацию, отображающую множество подвижных соединений, применяемых в настоящее время в

машиностроении и представляющую возможность расширить их область применения. К вопросу создания единой системы подвижных соединений

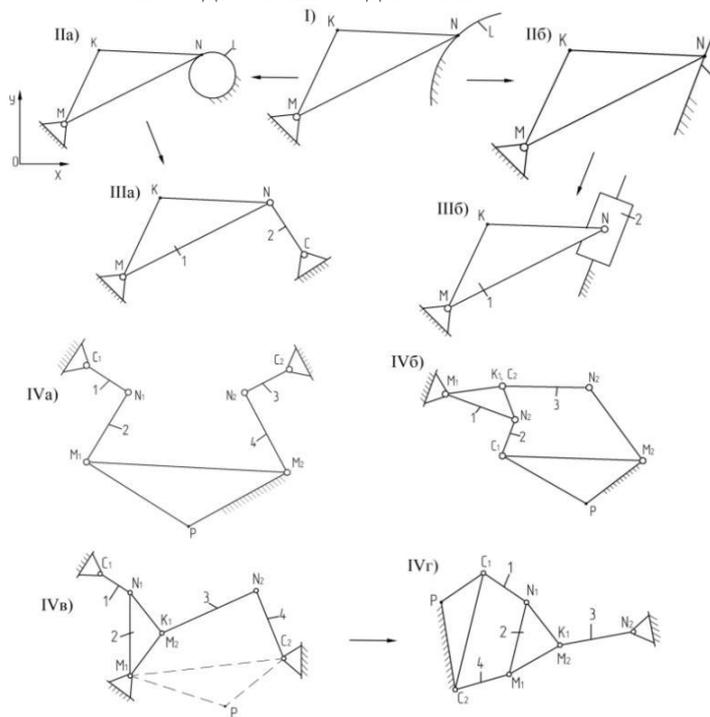


Рис. 1. I - базовая геометрическая система I-1 а (табл. 1 лист 1/1); II а, б - геометрические системы с нулевой степенью подвижности; III а, б - двухзвенные группы с $W=0$ (фермы); IV а, б, в, г - четырехзвенные группы с $W=0$

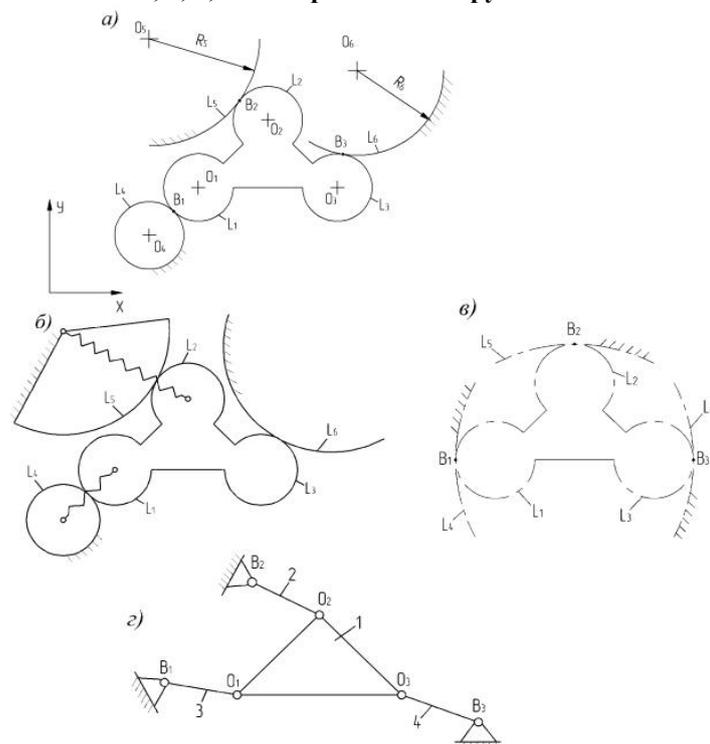


Рис. 2. а) геометрическая система с нулевой степенью подвижности; б) фрикционная передача; в) зубчатая передача; г) группы звеньев с нулевой степенью подвижности Синтез механизмов