

УДК 621.01

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ШАРНИРНОГО ШЕСТИЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ЗАДАННЫЙ ЗАКОН ДВИЖЕНИЯ И ВЫСОЙ Выходного звена

Н.Н. Крохмаль

e-mail: longeron@pp.kurgan.ru

Курганский государственный университет, г. Курган, Россия

Статья поступила 18 марта 2005 г.

Шарнирный шестизвенный механизм (рис. 1) широко применяется в качестве передаточного механизма, когда требуется обеспечить требуемый закон движения и высотой выходного звена.

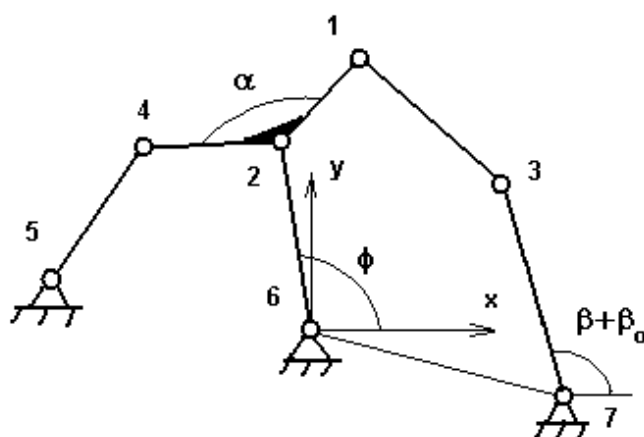


Рис. 1

Рассмотрим пример геометрического синтеза механизма, имеющего 12 геометрических параметров, подлежащих определению, при следующих исходных данных.

Требуется воспроизвести движение выходного звена 3—7 как функцию от обобщенной координаты входного звена 2—6. Функция  $\beta = \beta(\phi)$  задается таблично и графически (рис. 2).

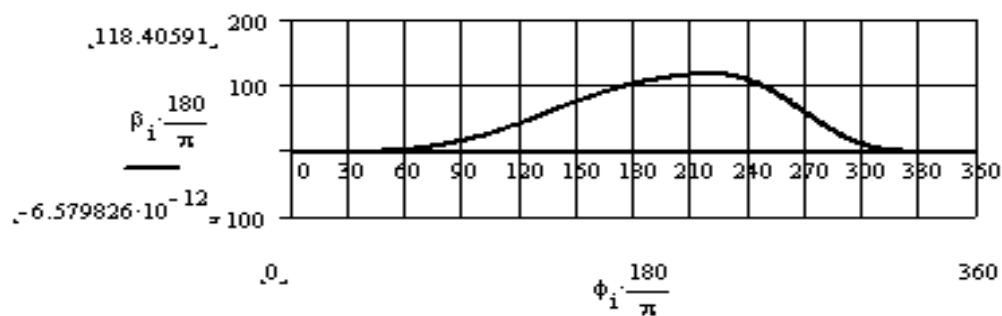


Рис. 2

С целью удобства вычислений аппроксимируем табличную функцию аналитической зависимостью.

Для диады 1—2—3 запишем следующее соотношение [1]:

$$\begin{bmatrix} x'_1 \\ y'_1 \end{bmatrix} = [I_2] \times \begin{bmatrix} x'_2 \\ y'_2 \end{bmatrix} + [I_3] \times \begin{bmatrix} x'_3 \\ y'_3 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где  $[I_2] = \begin{bmatrix} i2_{11} & i2_{12} \\ i2_{21} & i2_{22} \end{bmatrix}$ ,  $[I_3] = \begin{bmatrix} i3_{11} & i3_{12} \\ i3_{21} & i3_{22} \end{bmatrix}$  — матрицы передаточных функций диады, элементы которых определены через  $x'_i, y'_i$ ;  $x'_i, y'_i$  — проекции аналога скорости  $i$ -й вершины диады.

Соотношение (1) представляет собой систему двух обыкновенных дифференциальных уравнений относительно координат первой вершины диады  $x_1, y_1$ . Для решения этой системы необходимо знать следующие функциональные зависимости:

$$x_2(\Phi), y_2(\Phi), x'_2(\Phi), y'_2(\Phi), x_3(\Phi), y_3(\Phi), x'_3(\Phi), y'_3(\Phi).$$

Без потери общности рассуждений выберем декартову систему координат как показано на рис. 1. Длину входного звена 2—6 выберем равной  $L_{26}=1$ , а угол его начального положения  $\Phi_0=0$ . Тогда получим для вершины 2 функциональные зависимости:

$$\begin{aligned} x_2 &= \cos(\Phi); \\ x'_2 &= -\sin(\Phi); \\ y_2 &= \sin(\Phi); \\ y'_2 &= \cos(\Phi). \end{aligned} \quad (2)$$

Далее алгоритм строится в таком порядке:

1. Для вершины 7 необходимо задать ее положение в координатной системе. Координаты вершины 7 задаются исходя из требований компоновки механизма.

2. Задаются предварительно длина звена 3—7.

3. Задаются предварительно угол начального положения звена 3—7, т. е. угол  $\beta_0$ . Тогда получим необходимые функциональные зависимости для вершины 3

$$\begin{aligned} x_3 &= x_7 + \cos(\beta(\Phi) + \beta_0) \\ x'_3 &= -\sin(\beta(\Phi) + \beta_0) \cdot \beta'(\Phi) \\ y_3 &= y_7 + \sin(\beta(\Phi) + \beta_0) \\ y'_3 &= \cos(\beta(\Phi) + \beta_0) \cdot \beta'(\Phi) \end{aligned} \quad (3)$$

4. Задаются предварительно начальные условия интегрирования системы (1), т. е. начальное положение вершины 1 —  $x_{10}$  и  $y_{10}$ .

5. Выполняется интегрирование системы (1), например, в системе MathCad. В результате чего получаем траекторию движения вершины 1, т. е. шатунную кривую (рис. 3).

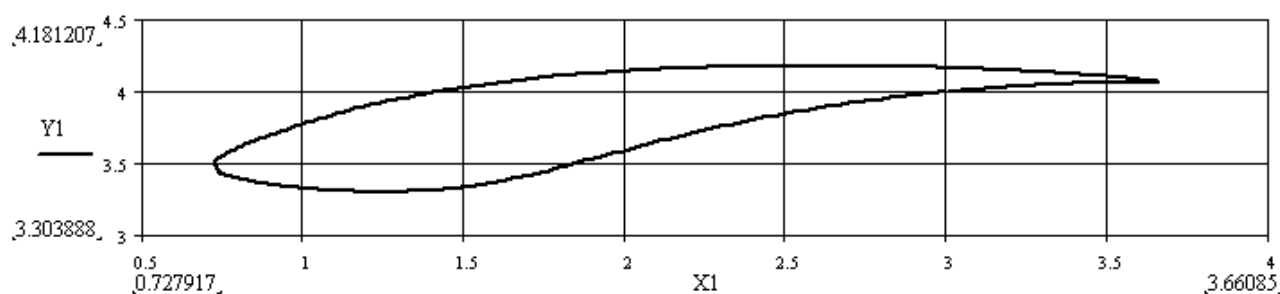


Рис. 3

6. Анализируется вид шатунной кривой. Если кривая получилась гладкой и замкнутой, то она может быть принята для дальнейших расчетов. Если же нет, то необходимо вернуться к пунктам 1, 2, 3.

7. Производится вычисление длин звеньев 1—2 и 1—3 (4). Здесь выполняется контроль правильности решения системы уравнений. Для чего сравниваются величины из (4) с аналогичными размерами, но для конкретных значений  $i$  — номеров положений механизма. Для правильных решений эти размеры совпадают с точностью вычислений.

$$L_{12} = \frac{\sum_{i=0}^n \sqrt{(x_{1i} - x_{2i})^2 + (y_{1i} - y_{2i})^2}}{n+1}, \quad L_{13} = \frac{\sum_{i=0}^n \sqrt{(x_{1i} - x_{3i})^2 + (y_{1i} - y_{3i})^2}}{n+1}, \quad (4)$$

где  $n$  — число расчетных положений механизма (точек интегрирования);  $i$  — номер расчетного положения.

8. Производится вычисление длины звена 2—4, 4—5 и определение угла  $\alpha$  по методике изложенной в [2].

9. На основании выполненных расчетов строится кинематическая схема механизма (рис. 5). С помощью средств анимации проверяется ее кинематическая работоспособность. Если при просмотре схемы механизма окажется, что она не удовлетворяет условиям компоновки, то необходимо вернуться к пунктам 1, 2, 3, 4.

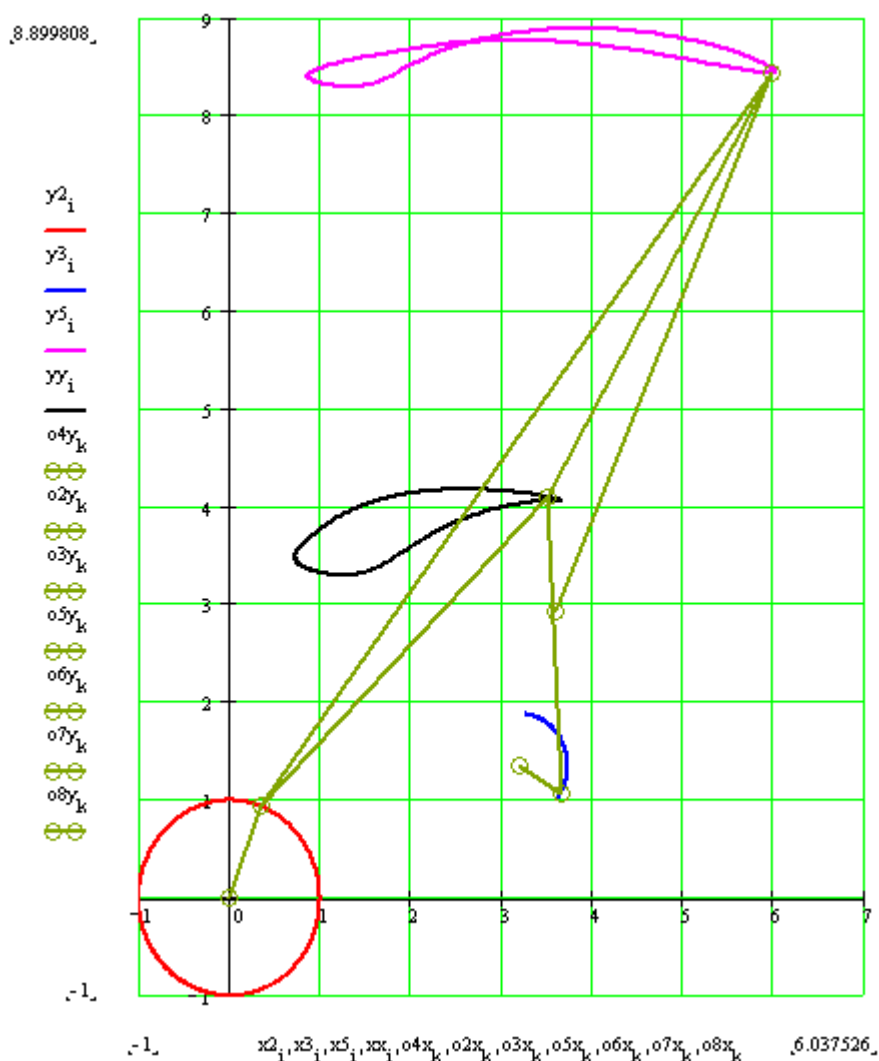


Рис. 4

## **Заключение**

Представленный метод синтеза шарнирного шестизвенного механизма, основанный на понятии передаточной функции плоской диады первого вида, позволяет понизить размерность задачи с 12 до 4 и выбрать начальные приближения длин звеньев механизма в рамках самого метода. Предлагаемый метод основан на использовании общих структурных свойств рычажных механизмов, рассмотренных в предыдущих статьях. Приведенный алгоритм годен для использования в оптимизационном синтезе при составлении соответствующей целевой функции.

## **Список литературы**

1. Крохмаль, Н. Н. Кинематический анализ групп Ассура в связи с их структурными свойствами // Изв. Челяб. науч. центра УрО РАН. — 2003. — №1 (18). — С. 1—6.
2. Крохмаль, Н. Н. Кинематический анализ групп Ассура в связи с их структурными свойствами // Изв. Челяб. науч. центра УрО РАН. — 2004. — №3 (24). — С. 53—59.