

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА НАПРАВЛЯЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ

Э.Г.Бергер, кандидат технических наук

Херсонский национальный технический университет

В.П.Табацков, кандидат технических наук, доцент

Николаевский государственный аграрный университет

Е.Э.Бергер, кандидат технических наук

Херсонский национальный технический университет

В теории машин и механизмов вопросу направления рабочего инструмента по наперед заданной траектории уделяется достаточно большое внимание, так как каждый из направляющих механизмов может являться составной частью робота, манипулятора или станка для обработки криволинейного профиля.

Геометрическая теория данного вопроса разработана исследованиями Л.Бурместера и развита в работах Г.Альта, Р.Бейера, В.Лихтенгельда, А.П.Котельникова, И.И.Артоболевского, Я.Л.Геронимуса и другими учеными. Их трудами заложены основы новой ветви геометрии, названной кинематической геометрией.

В представленной работе рассмотрен вопрос синтеза механизмов для образования кривых, уравнения которых содержат тригонометрические функции кратных углов, так как в известной автором литературе по ТММ этот вопрос не рассматривался..

Рассмотрим механизмы для образования кривых, уравнения которых содержат тригонометрические функции кратных углов (φ и $n\varphi$). К этим кривым относятся [1]:

- РОЗЫ с полярным уравнением $\rho = a \cdot \cos n\varphi$ или

$$\rho = a \cdot \sin n\varphi, \quad (1)$$

- КОЛОСЬЯ с полярным уравнением $\rho = \frac{a}{\cos n\varphi}$ или

$$\rho = \frac{a}{\cos n\varphi}, \quad (2)$$

- УЗЛЫ с полярным уравнением $\rho = a \cdot \operatorname{tg} n\varphi$ или

$$\rho = a \cdot \operatorname{ctg} n\varphi, \quad (3)$$

• ТРОХОИДЫ циклоидальные кривые с параметрическими уравнениями $x = R \cos \varphi + r \cdot \cos n\varphi$; $y = R \sin \varphi \pm r \cdot \sin n\varphi$, (4) где знаки $+$, $-$ соответствуют эпи- и гипоциклоидам, и ряд других кривых — алгебраических (при рациональном числе n) и трансцендентных (если n — число иррациональное).

Очевидно, механизмы, направляющие по этим кривым, должны содержать узлы — устройства для построения соответствующих кратных углов между звеньями. В большинстве случаев для этих целей используются редукторы (рис.1) — соосные с положительными ($k > 0$, рис. 1а) или отрицательными ($k < 0$, рис. 1б) передаточным отношением, или планетарные редукторы с внешним или внутренним зацеплением — рис.1г.

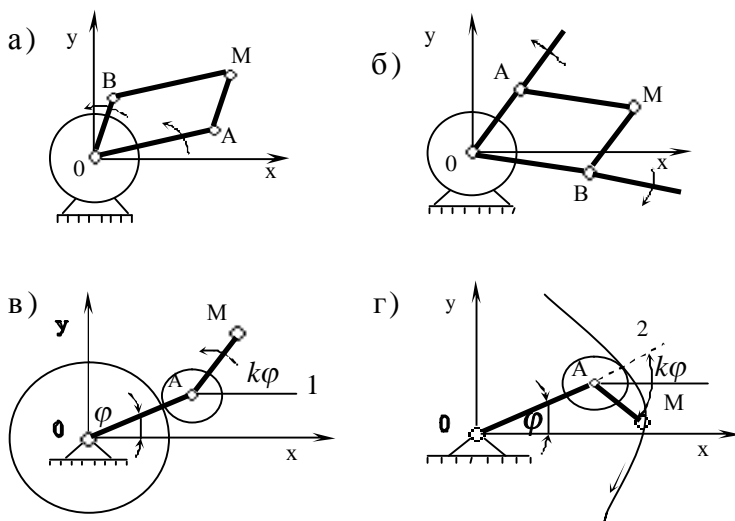


Рис.1.

При этом значения углов между звеньями по рис. 1а,б: $\angle xOA = \varphi$; $\angle xOB = \pm k \cdot \varphi$; $\angle AOB = \pm(k-1)\varphi$.

По рис. 1в, г: $\angle xOA = \varphi$; $\angle 1AM = \pm k \cdot \varphi$; $\angle 2AM = \pm(k-1)\varphi$.

Присоединяя к их звеньям разного вида кинематические цепи с нулевой степенью подвижности (группы Ассур [2] или комбинации из этих групп), будем получать различные конструкции направляющих механизмов, обеспечивающих воспроизведение широкого диапазона траекторий, в том числе и кривых (1) – (4).

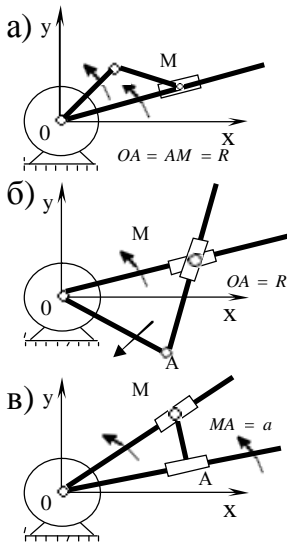


Рис.2.

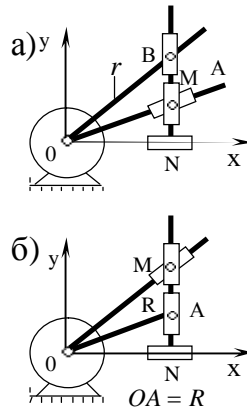


Рис.3

В рассмотренных примерах на рис.2 – рис.4 углы $\angle xOA = \varphi$, $\angle xOB = k\varphi$.

1). Рис.1а, б. Присоединена 2-х поводковая группа с 3-мя вращательными парами. Образуются механизмы параллелограммов с принудительным вращением кривошипов. Точка М воспроизводит троихиды (4), т.е. те же, что и планетарные редукторы по рис. 1 в,г.

2). Рис. 2 а. Присоединена группа с 2-мя вращательными и 1-й поступательной парой. Точка М механизма вычерчивает РОЗЫ по уравнению (1), где $a = 2R$, $n = (k-1) \cdot \varphi$.

3). Рис. 2б. Группа с 2-мя поступательными и 1-й вращательной парой- два шарнирно связанных ползуна. Точка М вычерчивает КОЛОСЬЯ с уравнением (2), где $a = R$, $n = (k + 1) \cdot \varphi$.

3) Рис. 2в. Группа с 2-мя поступательными и 1-й вращательной парой с поводком АМ заданной длины a . Точка М вычерчивает КОЛОСЬЯ (2), где $n = \frac{k-1}{k}$; точка А вычерчивает УЗЛЫ (3), где $n = (k - 1) \cdot \varphi$.

Таким образом, осуществляется одновременное воспроизведение кривых 2-х типов.

4). Рис 3. Присоединены две группы Ассура, содержащие по 2 поступательные и по 1-й вращательной паре; получают механизмы кулисного типа, точки М которых воспроизводят семейства кривых с полярным уравнением

$$p = a \cdot \frac{\cos n\varphi}{\cos \varphi}, \quad (5)$$

где: $a = r$, $n = k$ (рис.3а) и $a = R$, $n = \frac{1}{k}$ (рис.3б).

5).Рис. 4. Присоединены три 2-х поводковые группы. Получен механизм, точка М1 которого вычерчивает СТРОФФИДУ – кривую с полярным уравнением (5), где $n = 2$, и точка М2 вычерчивает ТРИСЕКАНТУ – кривую типа колосьев (2), где $n = \frac{1}{2}$; (вт. Св. №193735 Б№7, 1967 г.)

Для некоторых частных значений n величины кратных улов могут откладываться без применения редукторов с помощью простых шарнирно-рычажных кинематических цепей. Например, на рис.5. показан механизм, откладывающий по заданному углу φ величины 2φ , 3φ , 4φ , 5φ ... Очевидно, механизмы, построенные по приведенному выше принципу, будут включать, вместо редукторов, фрагменты указаний кинематических пар.

Примеры:

Рис. 6 а. Механизм для одно временного воспроизведения КРЕСТООБРАЗНОЙ кривой (точка М1)-тип колосьев (2)

при $n = 2$, и ВЕТРЯНОЙ МЕЛЬНИЦЫ (точка M_2)-тип узлов (3) при $n = 2$. (авт. св. №1031793, Б.№28, 1983[3]).

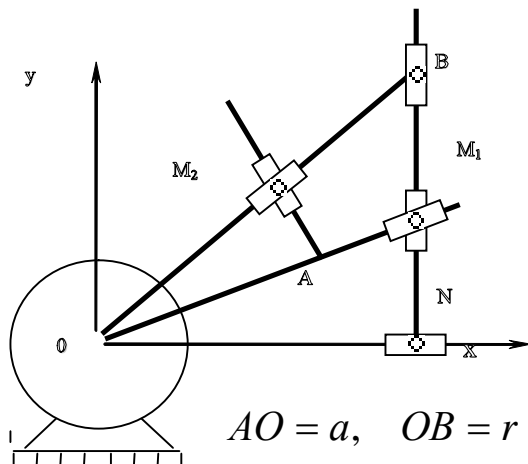


Рис.4. Строфоидограф

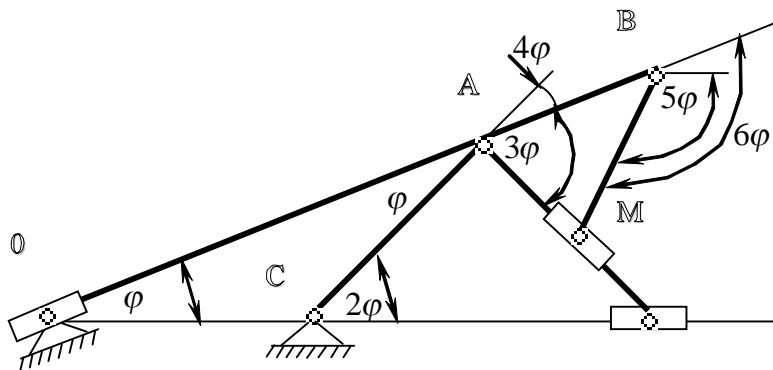


Рис.5.

Рис. 6 б. Механизм для одновременного воспроизведения КОНХОИДЫ розы при $n = \frac{1}{2}$ (точка M) и КАРДИОИДЫ (точка B). (авт. св. №1268439, Б. №41, 1986[3]).

Рис. 6 в. Механизм для одновременного воспроизведения ЭЛЛИПСА (точка В) и КОНХОИДЫ КОЛОСЬЕВ (точка М) — кривых (2) при $n=2$. (авт. св. №648452, Б.№7, 1979[3]).

Рис. 6 г. Механизм для воспроизведения ТРОХОИДЫ — кривой типа (4) $n=2$. (авт. св. №772897, Б. №39, 1980[3]).

Рис. 6 д. Механизм для воспроизведения ВЕТРЯНОЙ МЕЛЬНИЦЫ-кривой типа узлов (3) $n=2$. (авт. св. №1268440, Б. №41, 1986[3]).

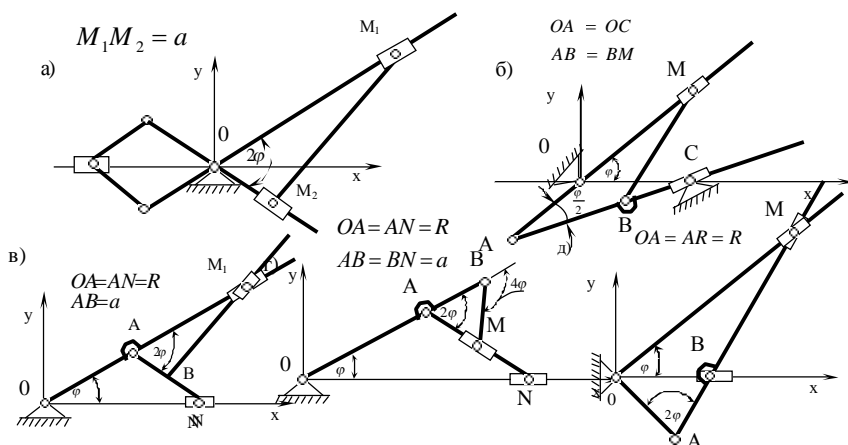


Рис.6.

Приведенные приемы синтеза позволят получать новые патентоспособные конструкции, открывают дополнительные перспективы в работах, связанных с синтезом направляющих механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савелов А.А. Плоские кривые. Физматгиз. — М., 1960.
2. Артоболовский И.И. Теория механизмов и машин. Физматгиз. — М. 1975.
3. Материалы патентной литературы.