ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Տեխնիկական գիտություններ, հատոր XXVI, № 3, 1973 Серия технических наук

МАШИНОСТРОЕНИЕ

К. Х. ШАХБАЗЯН, Д. А. ДЖАГАЦПАНЯН

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ЗАМЕНЫ ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ПАР ВРАЩАТЕЛЬНЫМИ В НЕКОТОРЫХ КУЛИСНО-РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМАХ

Шарнирно-стержневые механизмы широко применяются в технике и отличаются многообразием конструктивных форм и способов преобразования движений. Решение новых технических задач при помощи шарнирно-стержневых механизмов сопровождается трудностями. Возникающие трудности иногда заставляют применять компромиссные, промежуточные решения. Например, в конструкцию, наряду с шарнирными сочленениями звеньев, вводят поступательные пары. Трудности, связанные с применением шарнирно-стержневых механизмов, не относятся к числу производственных. Шарнирно-стержневые механизмы изготовляются значительно проще, чем многие другие, например, кулачковые или зубчатые, а изготовлять механизм, в котором отсутствуют детали, образующие поступательные пары, еще проще. Затруднения возникают в самом процессе проектирования.

Для воспроизведения таких кривых, как подеры эллипса и гиперболы [1—2], и кривых, уравнения которых получены в виде (1), существуют только кинематические схемы кулисно-рычажных механизмов.

В данной статье дается способ построения кинематических схем механизмов для воспроизведения вышеуказанных кривых с последовательным уменьшением числа поступательных пар. При переходе на кинематические схемы только с парами вращения число звеньев в кинематических схемах не только не увеличивается, но даже уменьшается на два. При этом, разумеется, число кинематических пар уменьшается на три.

1. Механизмы, воспроизводящие подошвенные кривые (подеры) эллипса и гиперболы, являются шестизвенниками с тремя поступательными парами. Обобщенная формула, полученная при синтезе механизмов на основе определенных соответствий между пучками прямых

$$\rho = \rho_1 + c\cos\varphi + l\sqrt{a^2 - c^2\sin^2\varphi}, \qquad (1)$$

дает возможность разработать кинематические схемы шестизвенников с двумя поступательными парами для воспроизведения подошвенных кривых эллипса и гиперболы, для этого достаточно принять следующий закон изменения ρ_1 в выражении (1):

$$\rho_1 = -c\cos\alpha. \qquad (2$$

Это означает, что выражение (2) и слагаемое $c\cos\alpha$ в формуле (1) могут быть приняты как диаметрально противоположно расположенные и антипараллельные радиусы-векторы окружности диаметра c (рис. 1, *а* и *б*). На рис. рис. 1, 2, 3 приняты следующие обозначения:

$$AB = a;\quad SS_1 = c;\quad OA = OS = R;\quad SB = \rho;\quad S_1A = \rho_1.$$

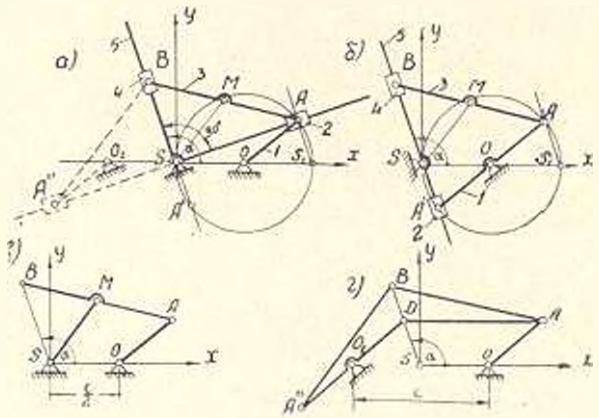

Рис. 1.

Из рис. 1, *а* и *б*, а также из выражений (1) и (2) следует, что

$$\rho = \sqrt{a^2 - c^2\sin^2\alpha}, \qquad (3)$$

или, в прямоугольной системе координат,

$$(x^2 + y^2)^2 = a^2x^2 + (a^2 - c^2)y^2. \qquad (4)$$

Выражение (3) при $a > c$ является уравнением подошвенной кривой эллипса, а при $a < \rho$ — гиперболы.

Из кинематических схем, изображенных на рис. 1, *а* и *б*, можно перейти к 4- и 6-звенным кинематическим схемам механизмов с вращательными парами.

Звено *3* совершает эллиптическое движение относительно звена *5*, следовательно, средняя точка звена *3* будет двигаться по окружности радиуса $a/2$ с центром в точке S. Среднюю точку звена *3* (точка M) шарниром вращения можно соединить жестким звеном SM (длиной $a/2$), удалить звенья *2,4,5* и получить шарнирный четырехзвенник, изображенный на рис. 1, *в*, шатун которого совершает такое же движение, что и шатун на кинематических схемах по рис. 1, *а* и *б*.

Из кинематических схем, изображенных на рис. 1, *а* и *б*, можно перейти и к схемам, имеющим шесть звеньев, сочлененных шарнирами вращения. Для этого достаточно на оси Sx взять точку O_1 (рис. 1,*а*), симметричную точке O, и построить симметричную схему, показанную пунктиром, где $O_1A' = OA$. Удалив звено *5*, все три ползуна и

обеспечив механизмом параллелограмма параллельность звеньев O_1A' и OA, получим схему шестизвенного механизма, изображенного на рис. 1,*г*. Такой переход можно осуществить и для схемы, изображенной на рис. 1,*в*.

На кинематических схемах, изображенных на рис. 1, *а*, *б*, *в* и *г*, точка B будет перемещаться по подошвенной кривой эллипса при $a>c$ или гиперболы при $a<c$.

Применение преобразования Робертса-Чебышева дает второй шарнирный четырехзвенник. Третий четырехзвенник будет повторением первого с перестановкой неподвижных шарниров.

2. Рассмотрим две кинематические схемы кулисно-рычажных механизмов для воспроизведения кривых четвертого порядка (рис. 2, *а* и рис. 3, *а*):

$$\rho=(2R+c)\cos\alpha+\sqrt{a^2-c^2\sin^2\alpha}; \tag{5}$$

$$\rho=2R\sin^2\alpha+c\cos\alpha+\sqrt{a^2-c^2\sin^2\alpha}. \tag{6}$$

Переходя к прямоугольной системе координат, соответственно получим:

$$[x^2+y^2-(c+2R)x]^2=a^2x^2+(a^2-c^2)y^2; \tag{7}$$

$$(x^2+y^2-2Ry-cx)^2=a^2x^2+(a^2-c^2)y^2. \tag{8}$$

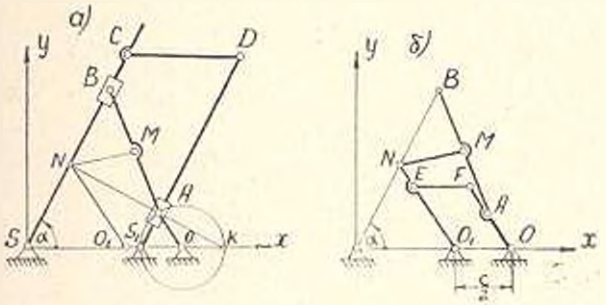

Рис. 2.

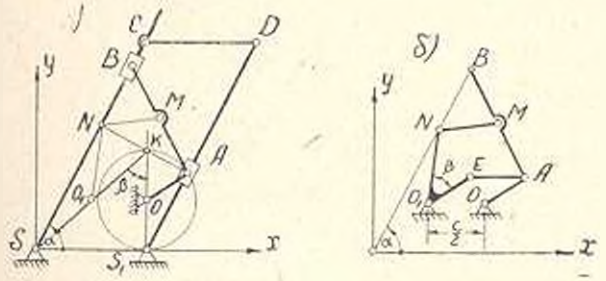

Рис. 3.

Точка B кулисно-рычажного механизма (рис. 2,*а*) воспроизводит зависимость (5), а точка N (основание перпендикуляра, опущенного из точки A к SC) движется по окружности диаметра $2R+c$ с центром в точке O_1 на прямой SS_1 и удаленной от точки O на расстояние $c/2$; при этом $O_1N=R+c/2$ и $O_1N \parallel OA$. Расстояние между точкой N и серединой звена AB остается постоянным. Следовательно, точку N можно посредством звена длиной $\frac{AB}{2}=\frac{a}{2}$ шарнирно соединить с центром звена AB. Далее, обеспечив схемой параллелограмма параллельность звеньев O_1N и OA и отбросив два ползуна, звенья SC, CD и S_1D, получим схему шестизвенного механизма, изображенного на рис. 2,*б*, шатун которого AB совершает такое же движение, что и в исходном механизме (рис. 2,*а*).

При $2R+c=a$ выражение (5) будет уравнением подеры эллипса ($a>c$) и подеры гиперболы ($a<c$), а шатунная точка B механизмов, изображенных на рис. 2,*а* и *б*, будет воспроизводить соответственно подеру эллипса или гиперболы. Отметим, что для воспроизведения подер эллипса и гиперболы существуют шестизвенные кулисно-рычажные механизмы с тремя поступательными парами [1; 2].

На рис. 3,*а* изображен кулисно-рычажный механизм, шатунная точка которого B воспроизводит зависимость (6). В этом случае основание N перпендикуляра, опущенного из точки A к SC, перемещается по окружности радиуса $\sqrt{R^2+\frac{c^2}{4}}$ с центром в точке O_1. O_1N с $OA=R$ составляет постоянный угол, равный углу SKS_1, что более наглядно видно при $\alpha=90°$ (рис. 3,*а*). Следовательно, в плоскости звена O_1N всегда можно взять прямую O_1E (рис. 3,*б*), параллельную звену OA. Как и в предыдущем примере, расстояние от точки N до середины звена AB — величина постоянная, равная $\frac{AB}{2}=\frac{a}{2}$.

Соединив точку N с серединой звена AB посредством звена $NM=a/2$, обеспечив при этом $O_1E \parallel OA$ при помощи схемы параллелограмма и удалив два ползуна, звенья SC, CD и S_1D, получим схему шестизвенного механизма, изображенного на рис. 3,*б*.

Отметим, что полученные шарнирно-стержневые механизмы обладают рядом преимуществ по сравнению с существующими. Укажем некоторые из них:

а) взамен поступательных пар имеем пары вращения,

б) получаются механизмы гораздо меньшего габарита; так, например, расстояние между крайними неподвижными шарнирами механизмов для воспроизведения подер эллипса и гиперболы [1, 2] равно $a+c$, а то же расстояние эквивалентного шарнирно-стержневого механизма (рис. 2, *б*) равно $c/2$, хотя этот размер практически возможно взять любым, так как в основе механизма лежит параллелограмм,

в) для воспроизведения подошвенных кривых эллипса и гиперболы

получен шарнирный четырехзвенник взамен существующих шестизвенников с тремя поступательными парами.

г) кинематические схемы состоят из диад Чебышева, ромбоидов и параллелограммов, свойства которых довольно подробно исследованы.

ЕрГУ

Поступило 21.IX.1972

Կ. Ա. ՇԱՀՈՒՄՅԱՆ, Գ. Ա. ՋԱՂԱՑՊԱՆՅԱՆ

ՈՐՈՇ ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԻՑ ՀԱՄԱՐՆԱԿԱՆ ՁՈՒՅԼԵՐԸ ՊՏՏՄԱՆ ՁՈՒՅԼԵՐՈՎ ՓՈԽԱՐԻՆԵԼՈՒ ՄԵԿ ՄԵԹՈԴԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում տրվում է մեթոդ, որի միջոցով հնարավոր է համրնթաց պտույտներից բաղկացած, չորրորդ կարգի կորեր վերարտադրող որոշ մեխանիզմներ փոխարինել նույն կորերը վերարտադրող՝ պտտման պույլերից բաղկացած, մեխանիզմներով։ Ընդ որում փոխարինումից մեխանիզմի օղակների քանակը պահպանում է երկուսով։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Артоболевский И. И.* Теория механизмов для воспроизведения плоских кривых. Изд. АН СССР, 1959.
2. *Артоболевский И. И.* Механизмы в современной технике, том II. Изд. «Наука», 1971.