

МАШИНОСТРОЕНИЕ

К. Х. ШАХБАЗЯН, С. Б. ГАРАНЯН

СИНТЕЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЕРЕДАТОЧНОГО
МЕХАНИЗМА ТИПА ВССВ МЕТОДОМ
КИНЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЩЕНИЯ

Пространственный четырехзвенный передаточный механизм с двумя вращательными и двумя сферическими парами (ВССВ) является одним из простейших механических устройств, реализующих функциональную зависимость между углами поворотов входного и выходного звеньев. Не нарушая общности, всегда можно принять, что ось вращения входного звена такого механизма совпадает с осью X_0 принятой системы координат (рис. 1), а один из линейных параметров (в данном случае кратчайшее расстояние между осями вращения) имеет единичную длину. Таким образом, число независимых параметров, которое необходимо определить при проектировании механизма, равно семи (например, φ_0 ; OK ; SK ; HM ; α ; ψ ; MN).

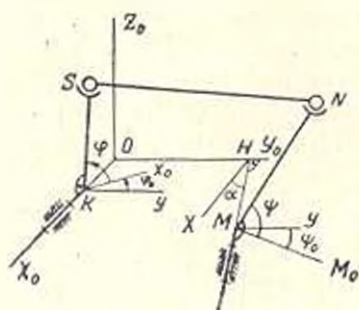


Рис. 1.

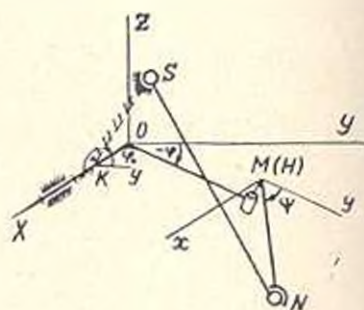


Рис. 2.

В работе [1] отмечено, что все существующие методы синтеза передаточного четырехзвенного механизма типа ВССВ, за исключением метода Уилсона [2], основаны на условии замкнутости кинематической цепи механизма. Наиболее полное решение указанной задачи с применением методики кинематического обращения дано в работе [3].

В данной статье применение методики кинематического обращения иллюстрируется на примере синтеза передаточного механизма типа ВССВ по пяти вычисляемым параметрам.

Приводимое здесь решение отличается от решения аналогичной задачи в работе [2], в основном, тем, что благодаря целесообразному

выбору двух варьируемых параметров предоставляется возможность вместо системы четырех нелинейных уравнений решить одно квадратное уравнение и систему трех линейных уравнений.

Постановка задачи. Требуется сконструировать пространственный четырехзвенный механизм типа ВССВ, осуществляющий точно в нескольких положениях функцию $z = z(t)$.

Решение велось по следующему плану. Угол вращения входного звена считаем пропорциональным независимой переменной t , а угол вращения выходного звена — зависимой переменной z и соответствии с заданной функцией $z = z(t)$.

Принимаем $\alpha = 90^\circ$, $HM = 0$, $\varphi_0 = 0$.

Обращаем механизм относительно некоторого положения ведущего звена, определяемого углом поворота φ_0 , и производим поворот координатной системы $X_0Y_0Z_0$ на тот же угол φ_0 вокруг оси X_0 так, чтобы стойка SK обращенного механизма составила с осью Y новой системы XYZ искомый угол φ_0 (рис. 2). Тогда ведущее звено OII обращенного механизма составит с осью Y угол $-\varphi_0$ (ведущее звено обращенного механизма повернуто по отношению к этому звену необращенного механизма в противоположном направлении).

По заданным значениям входного угла φ_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) определяем значения выходного угла z_i в соответствии с заданной функцией $z = z(t)$.

Определяем координаты шарнирной точки M звена OM .

Определяем направляющие косинусы продольной оси шатуна в соответствующих положениях:

$$\cos \alpha_i = \sin \varphi_i \quad \cos \beta_i = \cos \varphi_i \cdot \cos \varphi_i : \quad \cos \gamma_i = -\sin \varphi_i \cdot \cos \varphi_i. \quad (2)$$

Выражаем координаты шарнирной точки N через неизвестную длину шатуна ($MN = x$), т.е.

$$N_{ix} = M_{ix} + x \cos \alpha_i; \quad N_{iy} = M_{iy} + x \cos \beta_i; \quad N_{iz} = x \cos \gamma_i. \quad (3)$$

Если координаты центра вращения шарнирной точки N обозначить через X, Y, Z , то относительно неизвестных x, X, Y, Z получим систему:

$$B_j x X + (C_j + x D_j) Y + (Q_j + x F_j) Z + x E_j = 0 \quad (4)$$

$$(j = 2, 3, 4, 5),$$

решение которой приводим к определению корней квадратного уравнения

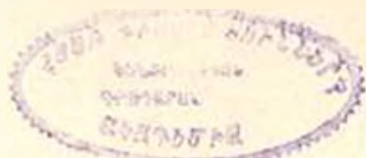
$$p x^2 + g x + k = 0,$$

после чего из трех уравнений системы (4), как из линейной системы, определяем значения неизвестных X, Y, Z (выход уравнений (4), (5) и значения коэффициентов приведены в [4]).

По формуле

$$\lg \varphi_0 = Z/Y \quad (6)$$

с учетом знаков при Y и Z определяем значение начального угла φ_0 .



Определяем длины звеньев:

$$SK = \sqrt{Y^2 + Z^2}; \quad SK = \sqrt{(N_{1x} - X)^2 + (N_{1y} - Y)^2 + (N_{1z} - Z)^2}. \quad (7)$$

Так как уравнение (5) в общем случае имеет два корня * ($x = x_1, x = x_2$), то для каждого из вычисленных выше величин получим два значения n , следовательно, два механизма, удовлетворяющих условиям поставленной задачи. Из них выберется конструктивно более целесообразный механизм.

Поставив найденный механизм при входном угле $\varphi = \varphi_0$ на звено OM , получим исходное положение искомого механизма.

Пример. Пусть требуется при входных углах φ_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) соответственно получить следующие значения выходного угла ψ_i .

φ_i	0°	$22^\circ,5$	45°	$67^\circ,5$	135°
ψ_i	45°	$61^\circ,875$	$82^\circ,5$	$106^\circ,875$	135°

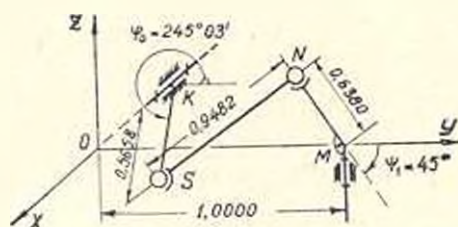


Рис. 3.

Решение примера дает следующие результаты:

$$x = x_1 = -0,637994; \quad x = x_2 = 5,231130;$$

$MN = 0,637994$ (длины шатуна, при которой получается более компактный механизм);

$$X = -0,325473; \quad Y = -0,238665; \quad Z = -0,512979;$$

$$NS = 0,948234; \quad KS = -0,565781; \quad \varphi_0 = 245^\circ 03';$$

$$OK = X = -0,325473.$$

Полученный механизм изображен на рис. 3.

ЕрГУ

Поступило 30.XI.1973.

* Если дискриминант отрицательный, то следует варьировать значением одного из выбранных параметров.

Կ. Խ. ՇԱՀԱԶԻԱՆ, Ս. Բ. ԳԱՐԱՅԱՆ

ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ՓՈԽԱՆՑԻՉ ԲՇՇՅ ՄԵԽԱՆԻԶՄԻ ՈՒՆԹԵԶԸ ԿՈՆՍՏՐԱՍՏԻ
ԴԱՐՁԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում ցուցադրված է կինեմատիկ դարձելիության սկզբունքի կիրառման մեթոդիկան՝ տարածական փոխանցիչ ԲՇՇՅ մեխանիզմի սինթեզման խնդրի դրվածքը շարժական կոորդինատային սխեմիում որոշակի կետեր դնելու խնդրին բերելու համար։ Վերարտադրման ֆունկցիայի արված հինգ արժեքների դեպքում սինթեզման հաշվարկային հավասարումների ուղծային սխեմիի լուծումը հանգեցված է մեկ քառակուսի և երեք դժային հավասարումների սխեմիի լուծման, թերված է թվային օրինակ։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Су. Проектирование пространственных механизмов для функциональных устройств. Тр. американского общества инженеров-механиков. Серия В, № 3, 1968.
2. Уилсон. Аналитический кинематический синтез механизмов посредством конечных перемещений. Тр. американского общества инженеров-механиков. Серия В, № 2, 1965.
3. Рос. Теория конечных положений в применении к синтезу механизмов. Тр. американского общества инженеров-механиков. Серия Е, № 4, 1967.
4. Шихбазян К. Х., Гарабян С. Б. Синтез одноконтурного пространственного пятизвенного механизма по известным дискретным положениям шатуновой точки. «Изв. АН АрмССР, механика», т. XXV, № 1, 1972.