

УДК 621.01.

Ю. Л. САРКИСЯН, Р. П. ДЖАВАХЯН, А. А. КАСАМАНЯН, З. А. АКОПДЖАНИЯН

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЧЕТЫРЕХЗВЕННИКОВ,
МОДЕЛИРУЕМЫХ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ЦЕПЬЮ ЦСЦ

Проведена систематизация функции положения пространственных четырехзвеников, моделируемых кинематической цепью ЦСЦ и не содержащих винтовые пары, а также сферической пары со стойкой. Определено максимальное число сборок этих четырехзвеников, совпадающее с порядком алгебраических полиномов, представляющих их функции положения. Эти результаты подтверждены и геометрическим способом. Для рассмотренных механизмов проведено также исследование условий существования кривошипов.

Ил. 1, Табл. 2, Библиогр. 1 назв.

Կինեմատիկական շղթաներ (ԿՇՇ) (ԿՇՇ — գլանային, ԳՇՇ — գնդային) կրկնմասերկալան շղթայով մոդելավորվող տարածական բազմազան լծակային մեխանիզմների համակարգերը ըստ նրանց գործի ֆունկցիաները ենթարկվող նախաճաշակական բազմազանի կարգի, որն նամրնվում է մեխանիզմի նախադրմանը թվի: Պատասխան է նաև տրամադրվող բառազանեքում շտեմպերի գոյության պայմանների ուսումնասիրություն:

В работе [1] показано, что для моделируемых кинематической цепью ЦСЦ (рис.) пространственных четырехзвеников, не содержащих винтовые пары, а также сферической пары со стойкой, функции положения (ФП) генерируются на базе единой системы трех

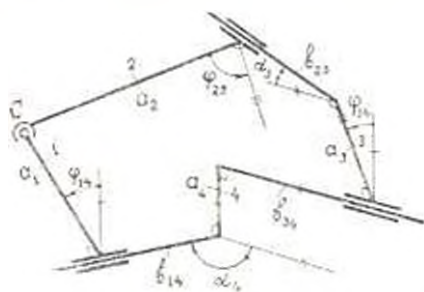


Рис. 1. Кинематическая схема моделирующей цепи ЦСЦ.

трансцендентных уравнений. Настоящее исследование посвящено систематизации этих механизмов, установлению количества их сборок и условий существования кривошипов. ФП каждого из исследуемых четырехзвеников можно привести к виду

$$F(X, Y) = A_n Y^n + A_{n-1} Y^{n-1} + \dots + A_1 Y + A_0 = 0, \quad (1)$$

где Y — выходная координата при поступательном выходе или тангенс половинного выходного угла при вращательном выходе; A_i ($i=0-n$) —

коэффициенты, зависящие от постоянных параметров механизма и его входной координаты X .

Для рассматриваемых механизмов максимальное число сборок установлено аналитически, как порядок и полинома (1), и геометрически, как количество точек пересечения геометрических образов, описываемых точкой C в составе разомкнутых подцепей 4—1 и 4—3—2 при фиксированной входной координате и движении этих подцепей относительно стойки 4. Результаты проведенного анализа сведены в классификационную табл. 1.

Все 32 структурные разновидности четырехзвенников, генерируемые кинематической цепью ЦСЦЦ, объединены в шесть групп в зависимости от порядка и характеристического полинома и типа входного звена, определяемого коэффициентом K_n , равным нулю при вращательном входе и единице — при поступательном. Приведенные в табл. 1 результаты для групп I—V могут быть представлены зависимостью

$$n = (1 + K_n) 2^2 - K_n, \quad (2)$$

где K_n — число поступательных пар в составе механизма.

Для четырехзвенников VI группы из (2) получаем $n=8$. Однако, поскольку плоское сечение косого тора является циркулярной кривой четвертого порядка, а окружность — циркулярной кривой второго порядка, то число вещественных общих точек этих кривых равно 4. Для получения условий существования кривошипов рассматриваемых механизмов воспользуемся теоремой о существовании неявной функции (1), согласно которой функция $Y(X)$ в промежутке $-\infty \leq X \leq \infty$ будет однозначной, если

$$D_Y \neq 0, \quad (3)$$

Совместное выполнение условий (1) и (3) требует строгой положительности дискриминанта уравнения (1) при $n=2$. Это условие можно представить в виде неравенства

$$f(\gamma) = q_p \gamma^p + q_{p-1} \gamma^{p-1} + \dots + q_1 \gamma + q_0 > 0, \quad (4)$$

где q_i ($i=0-p$) — коэффициенты, зависящие от постоянных параметров механизма. Поскольку неравенство (4) в радикалах не разрушается при $p \geq 4$, то условие существования кривошипов в явном виде можно получить только для десяти четырехзвенников (табл. 2), для которых $p \leq 4$. ФП этих четырехзвенников представляются в виде

$$A_2 Y^2 + A_1 Y + A_0 = 0,$$

где выражения величин Y , A_2 , A_1 , A_0 приведены в табл. 2, в которой приняты следующие обозначения:

$$s_{ij} = \sin \varphi_{ij}; \quad c_{ij} = \cos \varphi_{ij}; \quad s_i = \sin \alpha_i; \quad c_i = \cos \alpha_i \quad (i, j = 1, 2, 3, 4);$$

$$t_1 = s_1 s_{34}; \quad t_2 = s_1 c_1 c_{34} - c_1 s_{34}; \quad t_3 = a_4 - a_1 c_{14}; \quad t_4 = a_1 c_1 s_{14} s_{34}.$$

л	К ₀	№ группы	№ точки	Обознач. мех.	Геометрические образы, описываемые точкой С в составе	
					подслепи 4-1	подслепи 4-3-2
1	0	I	1	ЦСПП	прямая линия	плоскость
			2	ЦПСН	прямая линия	плоскость
			3	ППСП	цилиндр	прямая линия
			4	ЦСПН	окружность	плоскость
2	1	II	5	ПСНН	точка	поверхность тела, образованного осевым перемещением гиперболоида
			6	ННСП	прямая линия	гиперболоид вращения
			7	НПСН	прямая линия	цилиндр
			8	ПСНН	точка	поверхность тела, образованного прямолинейным перемещением цилиндра
			9	ВПСЦ	цилиндр	прямая линия
			10	ЦСПВ	прямая линия	гиперболоид вращения
			11	ЦПВН	прямая линия	цилиндр
			12	ВСПЦ	точка	поверхность тела, образованного осевым перемещением гиперболоида
2	0	III	13	НПСВ	окружность	плоскость
			14	ВСПН	точка	поверхность тела, образованного прямолинейным перемещением цилиндра
			15	ЦВСП	прямая линия	цилиндр
			16	ВЦСП	прямая линия	цилиндр
			17	НСПВ	окружность	гиперболоид вращения
			18	ПВСЦ	цилиндр	окружность
			19	ЦВСП	окружность	цилиндр
			20	НПСП	окружность	гиперболоид вращения
			21	ПЦСП	окружность	цилиндр
			22	ПСПВ	точка	поверхность тела, образованного осевым перемещением косого тора
			23	ЦВСП	прямая линия	косой тор
			24	ПСЦВ	точка	поверхность тела, образованного вращением цилиндра
4	1	IV	25	ПЭСЦ	цилиндр	окружность
			26	ЦСВВ	прямая линия	косой тор
			27	ВСВЦ	точка	поверхность тела, образованного осевым перемещением косого тора
			28	ЦВСВ	окружность	цилиндр
			29	ВСЦВ	точка	поверхность тела, образованного вращением цилиндра
			30	ВНСП	окружность	цилиндр
			31	ЦСВВ	окружность	косой тор
			32	ЦВСВ	окружность	косой тор

№ мех.	Выражения величин Y, A_2, A_1, A_0
1	$Y = \sigma_{31}, \quad A_2 = 0, \quad A_1 = s_2 t_{11}, \quad A_0 = t_2 (t_2 c_{31} - t_1 + t_3) - t_3 [c_2 c_{31} c_{14} - (c_2 c_3 c_2 + s_2 s_3) t_{11}] + a_2 s_{23} - a_1 c_1 s_{24}$
2	$Y = \sigma_{11}, \quad A_2 = 0, \quad A_1 = t_1, \quad A_0 = t_1 - t_2 c_{31} - t_3$
9	$Y = \lg(0,5\sigma_{11}), \quad A_2 = E_1 - B_1, \quad A_1 = 2a_1 s_3 c_{31}, \quad A_0 = E_1 - B_1,$ $E_1 = a_1 t_1 + t_2 t_3 + t_3 t_1, \quad B_1 = -a_1 t_3$
10	$Y = \lg(0,5\sigma_{11}), \quad A_2 = E_1 - B_1, \quad A_1 = 2s_1 t_2 + 2a_1 s_3 s_{14}, \quad A_0 = E_1 + B_2,$ $E_1 = -t_2 s_3 c_1 + t_3 c_3 s_1, \quad B_2 = t_2 s_1 c_1 - t_3 s_3 c_1$
11	$Y = b_{21}, \quad A_2 = s_3^2 t_{12}^2 + c_3^2 t_{20}^2 + t_{14} t_{22} c_{10}, \quad A_1 = t_{14}^2 t_{10} - 2c_3 t_{22} t_{24} - c_3 t_{14} t_{21} +$ $+ t_{11} t_{22} t_{21}, \quad A_0 = t_{22} t_{24}^2 + t_{14} t_{22} t_{20} - t_{10}^2 t_{23}$
12	$Y = \lg(0,5\sigma_{11}), \quad A_2 = t_2 - t_3, \quad A_1 = 2b_1 s_1 - 2a_1 c_1 s_{14}, \quad A_0 = -t_1 - t_3$
13	$Y = \lg(0,5\sigma_{11}), \quad A_2 = E_1 - B_2, \quad A_1 = 2a_1 c_1 s_{14}, \quad A_0 = E_2 + B_3,$ $E_1 = b_1 s_1 s_{14} - a_1 c_{31} - t_2, \quad B_2 = a_1 c_{11}$
14	$Y = b_{21}, \quad A_2 = s_2^2, \quad A_1 = t_{12} - b_{11} t_{22}, \quad A_0 = a_{14} t_{20} + a_{11} t_{21} - t_{23}$
15	$Y = b_{11}, \quad A_2 = s_3^2 t_{12}^2 + c_3^2 t_{20}^2 + t_{22} t_{24} c_{10}, \quad A_1 = 2a_1^2 t_{22} t_{24} - t_{10}^2 t_{23} - t_{21} c_3^2 +$ $+ t_{22} t_{24} c_{10}, \quad A_0 = t_{20}^2 s_3^2 + t_{11} t_{22} c_{10} - t_{22} c_3^2$
16	$Y = b_{21}, \quad A_2 = t_{20}, \quad A_1 = t_{21} - b_{11} t_{22}, \quad A_0 = b_{11}^2 s_3^2 + b_{11} t_{21} + t_{23}$

$$t_2 = a_2 - a_2 a_{23}; \quad t_3 = s_1 c_1 - c_3 s_3 c_{31}; \quad t_4 = b_{14} s_1 - a_2 s_{23};$$

$$t_5 = c_3^2 + c_3^2 s_{11}^2; \quad t_6 = s_{11}^2 + c_3^2 c_{11}^2; \quad t_{10} = -2s_3^2 s_{23} c_{31}; \quad t_{11} = 2s_3 c_2 s_{34};$$

$$t_{12} = 2s_3 c_3 c_{11}; \quad t_{13} = 2a_2 c_{31}; \quad t_{14} = -2a_2 s_{31}; \quad t_{15} = a_2^2 - a_1^2;$$

$$t_{16} = a_1^2 (t_4 - c_3^2 t_6 - s_3^2 s_1^2 - s_1 c_1 t_{12}); \quad t_{17} = -a_1^2 (s_1 t_{11} + c_1 t_{10});$$

$$t_{18} = c_3 c_1 + s_2 s_3 c_{24}; \quad t_{19} = a_1 t_{11} + a_1 s_{11} (c_1 t_{12} + 2s_3^2 s_1);$$

$$t_{20} = s_2^2 c_1^2 - s_1 c_1 t_{12} + s_1^2 t_6; \quad t_{21} = s_1 t_{11} - a_1 c_1 t_{12} + a_2 s_1 t_{10} - a_1 s_{11} t_{12} (c_1^2 - s_1^2) -$$

$$- 2a_2 s_1 c_1 s_{14} (s_1^2 - t_1) + a_1 c_{11} (c_1 t_{11} - s_1 t_{20}); \quad t_{22} = s_1 t_{12} - 2c_1 s_1^2;$$

$$t_{23} = c_{14}^2 t_{16} - c_{14} a_1 (2a_1 t_4 + t_{13}) + s_{14} a_1 (a_1 c_3 t_{10} + a_1 s_1 t_{11} - c_1 t_{11}) +$$

$$+ c_{14} s_{14} t_{11} + a_1^2 s_3 c_1 t_{12} + a_1 t_{17} + t_{19} - a_1^2 t_4 - a_2^2 c_1^2 t_1 + (a_1 s_3 s_1)^2;$$

$$t_{24} = a_1 s_{11} (s_1 c_1 - s_3 c_1 c_{31}) - a_1 s_3 s_{11} + a_2 s_3 c_{11} s_{11} - b_{24}; \quad t_{25} = s_2 s_1 c_{31} + c_3 c_1;$$

$$t_{26} = a_2 s_3 s_{14} - c_1 (s_3 s_{11} c_{31} - c_1 s_3 s_{11} c_{31} + s_3 c_1 s_{11}) + b_{24}.$$

Условия существования входного кривошипа для механизма 1 имеют вид: $\{z_2, z_4, \varphi_{24}\} \neq K$ ($K = 0, 1, 2$); $z_2 z_4 - z_3 z_4 z_{24} \neq 0$. Для механизма 2 угол φ_{24} является входным и как видно из табл. 2, при $\varphi_{24} = \pi K$ ($K = 0, 1, 2$) получаем $\delta_{11} \rightarrow \infty$, т. е. в этом механизме кривошип не существует.

Условие существования входного кривошипа для механизмов 9—14 с $p=4$ имеет вид (4). Для выполнения этого условия необходимо и достаточно, чтобы все корни полинома были комплексными, а коэффициент при старшем члене был бы больше нуля.

Для четырехзвенников 15, 16 в условии (4) существования входного кривошипа $p=8$ и его следует проверять на всем диапазоне изменения входной координаты φ_{24} .

Для остальных механизмов, приведенных в табл. 1, существование кривошипа можно проверить численным методом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обобщенный подход к кинематическому исследованию пространственных четырехзвенных рычажных механизмов / Ю. А. Саркисян, Р. Н. Джавахян, А. А. Касамбян и др. // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.— 1986.— т. XXXIX, № 2.— С. 3—9.

ЕрПИ им. К. Маркса

20. VI. 1987

Изв. АН АрмССР. Сер. ТН. т. XLII, № 3, 1989, с. 105—110

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.874

Б. С. АСЛАНЯН

ДИНАМИКА ГРАВИТАЦИОННОГО ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ С НЕЖЕСТКО ПОДВЕШЕННЫМ ГРУЗОМ

Исследовано гравитационное движение грузовой тележки подвешенного конвейера с нежестко подвешенным грузом по наклонному участку рельсового пути. Тележка с грузом рассматривается как двухмассовая система. Составлена и решена система дифференциальных уравнений. Установлено, что при движении тележки с нежестко подвешенным грузом происходит его раскачивание, которое приводит к колебанию скорости всей системы. Выявлено, что если движение тележки происходит при некотором начальном угле отклонения груза от вертикали в сторону, противоположную направлению движения, то колебаний груза не происходит. Приведены осциллограммы записей скоростей и ускорений грузовых тележек.

Ил. 2. Библиогр.: 4 назв.

Հետազոտված է թվեր սկզբագծով հանապարհառարարական կոնվեյերի փոխակրիչի բեռնատար սալիակի ձգողական շարժումը: Բեռով սալիակը դիտարկվում է որպես երկմանրգծածալին համակարգ: Կազմված է լուծված է այդ համակարգի դիֆերենցիալ համասարուրդ: Եռադաշտված է, որ սալիակի շարժման ժամանակ առաջանում է բեռի հեռանում, որը բերում է բեռնատար համակարգի արագության փոփոխմանը: Երբ սալիակի տեղից դիտվում առկա է ուղեկողմ երա շարժման հակառակ ուղղությամբ բեռի նայմանուն շեղման անկյան առկայությունը դեղրում, ապա բեռի փոփոխումները տեղի չեն ունենում: Տեղեմ են համակարգի արագության և արագացման փոփոխումները: