ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Մեխանիկա XX, № 4, 1967 Механика

К. Х. ШАХБАЗЯН

СИНТЕЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЯТИЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА ПО ЗАДАННЫМ ЗНАЧЕНИЯМ СКОРОСТЕЙ И УСКОРЕНИЙ

При решении задач синтеза передаточных механизмов по методу интерполирования иногда выбирают в качестве заданных величин значения функции положения в узлах интерполирования и значения ее производных, т. е. используют кратное интерполирование [1].

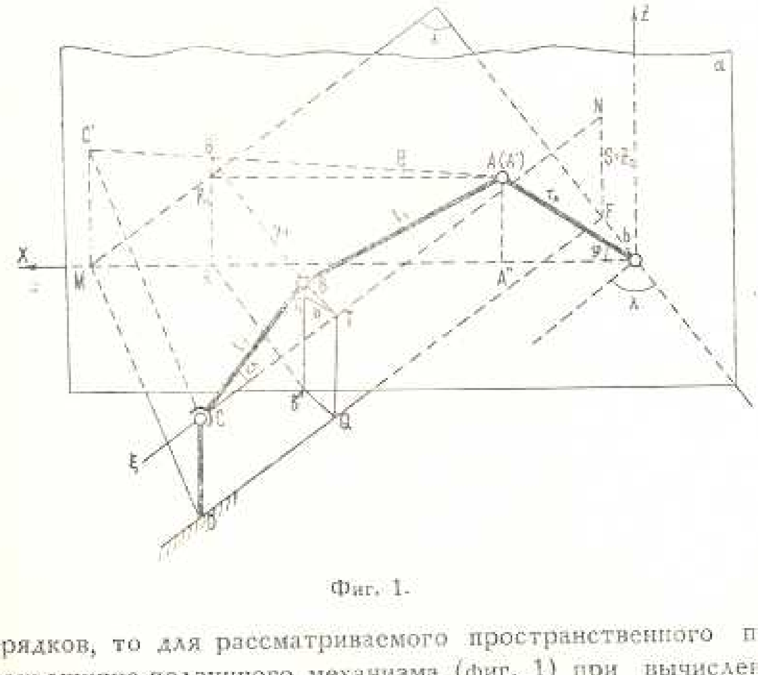
В этом случае искомые параметры механизма определяются из системы уравнений

$$\begin{aligned} \Delta(\varphi_i) &= 0 \\ \Delta'(\varphi_i) &= 0 \\ \Delta''(\varphi_i) &= 0 \\ &\dots\dots \end{aligned} \tag{1}$$

где $\Delta'(\varphi)$ — первая производная отклонения Δ по аргументу φ,

$\Delta''(\varphi)$ — вторая производная и т. д.

Число уравнений (1) должно быть равно числу вычисляемых параметров. Так как при задании в каком-либо узле производной некоторого порядка должны быть также заданы производные всех более низ-



Фиг. 1.

ких порядков, то для рассматриваемого пространственного пятизвенного кривошипно-ползунного механизма (фиг. 1) при вычислении семи

Таблица 1

№№ вариантов	Число заданных величин						
	ξ_C	ξ_C^{I}	ξ_C^{II}	ξ_C^{III}	ξ_C^{IV}	ξ_C^{V}	ξ_C^{VII}
1	6	1	—	—	—	—	—
2	5	2	—	—	—	—	—
3	5	1	1	—	—	—	—
4	4	3	—	—	—	—	—
5	4	2	1	—	—	—	—
6	4	1	1	1	—	—	—
7	3	3	1	—	—	—	—
8	3	2	1	1	—	—	—
9	3	1	1	1	—	—	—
10	2	2	2	1	1	—	—
11	2	2	1	1	—	—	—
12	2	1	1	1	1	1	—
13	1	1	1	1	1	1	1

параметров при кратном интерполировании возможно несколько вариантов задания величин (табл. 1).

Известно, что для вычисления искомых параметров во всех случаях можно воспользоваться выражением взвешенной разности Δ_q

$$\begin{aligned} &\Delta_q(\varphi_i) = 0 \\ &\Delta_q'(\varphi_i) = 0 \\ &\Delta_q''(\varphi_i) = 0 \\ &\cdots\cdots\cdots \end{aligned} \tag{2}$$

Для пространственного пятизвенного кривошипно-ползунного механизма стандартной косилки выражение взвешенной разности имеет вид [3]

$$\Delta_q = 2\,\xi_C \sin\lambda\cos\varphi + 2b\,\xi_C\cos\lambda + 2s\sin\varphi + 2\omega\, l_1\xi_C\sin\lambda - 2\omega\, l_1\cos\varphi -$$
$$- 2\omega_1 l_1\sin\varphi - \xi_C^2 - 1 - l_1^2 - b^2 - s^2 + l_2^2 + 2\omega_1\, l_1 s \tag{3}$$

При вычислении семи параметров механизма l_1, l_2, b, λ, φ_0, s и ξ_{C0}, выражение (3) приводим к виду полинома

$$\Delta_q = 2\,[p_0 f_0(\varphi) + p_1 f_1(\varphi) + \cdots + p_6 f_6(\varphi) - F(\varphi)]$$

Здесь

$$\begin{aligned} &F(\varphi) = \frac{\xi_{Cs}^2}{2}, && f_3(\varphi) = \xi_{Cs}\sin\varphi_s \\ &f_0(\varphi) = \cos\varphi_s, && f_4(\varphi) = \xi_{Cs} \\ &f_1(\varphi) = \sin\varphi_s, && f_5(\varphi) = \omega\sin\varphi_s \\ &f_2(\varphi) = \xi_{Cs}\cos\varphi_s, && f_6(\varphi) = 1; \end{aligned} \tag{4}$$

$$p_0 = (\xi_{C0}\sin\lambda - \omega l_1)\cos\varphi_0 + (s - \omega_1 l_1)\sin\varphi_0$$
$$p_1 = (s - \omega_1 l_1)\cos\varphi_0 - \xi_{C0}\sin\lambda\sin\varphi_0$$
$$p_2 = \sin\lambda\cos\varphi_0$$
$$p_3 = -\sin\lambda\sin\varphi_0$$

$$
\begin{aligned}
p_4 &= b\cos\lambda + \omega l_1 \sin\lambda - \xi_{C0} \\
p_5 &= \omega l_1 \sin\varphi_0 \\
p_6 &= -\frac{1}{2}\left(1 + l_1^2 + b^2 + s^2 - l_2^2 - 2\omega_1 l_1 s - 2b\,\xi_{C0}\cos\lambda\right)
\end{aligned}
\tag{5}
$$

Производные взвешенной разности Δ_q по аргументу φ получим путем дифференцирования функций $F(\varphi)$, $f_0(\varphi), \cdots$

$$
\begin{aligned}
\Delta_q' &= 2\left[p_0 f_0'(\varphi) + p_1 f_1'(\varphi) + \cdots + p_6 f_6'(\varphi) - F'(\varphi)\right] \\
\Delta_q'' &= 2\left[p_0 f_0''(\varphi) + p_1 f_1''(\varphi) + \cdots + p_6 f_6''(\varphi) - F''(\varphi)\right] \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots
\end{aligned}
\tag{6}
$$

Выражения для производных (6) могут быть получены из выражения взвешенной разности (3) заменой функций $F(\varphi)$, $f_0(\varphi), \cdots$ их производными соответствующего порядка. Приведем значения этих производных вплоть до второго порядка

$$
\begin{aligned}
&F'(\varphi) = \xi_{Cs}\xi_{Cs}' \\
&f_0'(\varphi) = -\sin\varphi_s & & f_3'(\varphi) = \xi_{Cs}'\sin\varphi_s + \xi_{Cs}\cos\varphi_s \\
&f_1'(\varphi) = \cos\varphi_s, & & f_4'(\varphi) = \xi_{Cs}' \\
&f_2'(\varphi) = \xi_{Cs}'\cos\varphi_s - \xi_{Cs}\sin\varphi_s, & & f_5'(\varphi) = \omega\cos\varphi_s;
\end{aligned}
\tag{7}
$$

$$
\begin{aligned}
&F''(\varphi) = (\xi_{Cs}')^2 + \xi_{Cs}\xi_{Cs}'' \\
&f_0''(\varphi) = -\cos\varphi_s, \qquad f_1''(\varphi) = -\sin\varphi_s \\
&f_2''(\varphi) = (\xi_{Cs}'' - \xi_{Cs})\cos\varphi_s - 2\xi_{Cs}'\sin\varphi_s \\
&f_3''(\varphi) = (\xi_{Cs}'' - \xi_{Cs})\sin\varphi_s + 2\xi_{Cs}'\cos\varphi_s \\
&f_4''(\varphi) = \xi_{Cs}'', \qquad f_5''(\varphi) = -\omega\sin\varphi_s
\end{aligned}
\tag{8}
$$

Схема решения системы уравнений (2) при вычислении семи параметров механизма для любого варианта, указанного в табл. 1, совпадает со схемой решения уравнений линейной системы.

Например, пусть имеем вариант № 7, т. е. для трех положений ведущего звена (φ_1, φ_2, φ_3) заданы три положения ведомого звена (ползуна) C (ξ_{C1}, ξ_{C2}, ξ_{C3}), значения производной ξ_{Cs}' в трех положениях и значения производной ξ_{Cs}'' в одном из положений.

Тогда система уравнений (2) для вычисления семи параметров примет вид

$$
\begin{aligned}
p_0 f_0(\varphi_1) + p_1 f_1(\varphi_1) + \cdots + p_6 f_6(\varphi_1) &= F(\varphi_1) \\
p_0 f_0(\varphi_2) + p_1 f_1(\varphi_2) + \cdots + p_6 f_6(\varphi_2) &= F(\varphi_2) \\
p_0 f_0(\varphi_3) + p_1 f_1(\varphi_3) + \cdots + p_6 f_6(\varphi_3) &= F(\varphi_3) \\
p_0 f_0'(\varphi_1) + p_1 f_1'(\varphi_1) + \cdots + p_6 f_6'(\varphi_1) &= F'(\varphi_1) \\
p_0 f_0'(\varphi_2) + p_1 f_1'(\varphi_2) + \cdots + p_6 f_6'(\varphi_2) &= F'(\varphi_2) \\
p_0 f_0'(\varphi_3) + p_1 f_1'(\varphi_3) + \cdots + p_6 f_6'(\varphi_3) &= F'(\varphi_3) \\
p_0 f_0''(\varphi_1) + p_1 f_1''(\varphi_1) + \cdots + p_6 f_6''(\varphi_1) &= F''(\varphi_1)
\end{aligned}
\tag{9}
$$

В этих уравнениях функции $F(\varphi)$, $f_0(\varphi)$, $\cdots$ вычисляются по формуле (4), функции $F'(\varphi)$, $f_0'(\varphi)$, $\cdots$ — по формуле (7), функции $F''(\varphi)$, $f_0''(\varphi)$, $\cdots$ — по формуле (8).

Аналогично решаются и все другие варианты, указанные в табл. 1.

Подобным методом решается задача нахождения максимального количества вычисляемых параметров и для пространственных пятизвенных механизмов, когда шаровая пара расположена в середине кинематической цепи или между кривошипом и шатуном.

Ереванский государственный университет — Поступила 23 IV 1966

Կ. Խ. ՇԱՀԲԱԶՅԱՆ

ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ՀԻՆԳՕՂԱԿԱՆԻ ՄԵԽԱՆԻԶՄԻ ՍԻՆԹԵԶԸ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՐԱԳԱՑՄԱՆ ՏՎԱԾ ԱՐԺԵՔՆԵՐՈՎ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Խնդիրը լուծվում է ստանդարտ հնձիչի տարածական հինգօղականի մեխանիզմի համար:

Ցույց է տրված, որ մեխանիզմի յոթ պարամետրերի որոշման համար հավասարումների սիստեմի լուծումը համընկնում է գծային հավասարումների լուծման սիստեմի հետ:

Քննարկվող մեխանիզմի համար կազմված է աղյուսակ, որտեղ ցույց է տրված խնդրի լուծման համար բոլոր հնարավոր վարիանտները:

K. KH. SHAKHBAZIAN

SYNTHESIS OF SPACE FIVE-LINKED MECHANISM WITH THE GIVEN VALUE OF VELOCITY AND ACCELERATION

S u m m a r y

The problem of the synthesis for the standard space five-linked mechanism of a mower is solved.

It is shown that the scheme of the solution of the equation system, for the calculation of the seven parameters of the mechanism coincides with the scheme of solution of the linear equation system.

A table of all possible variants of the task for the given mechanism is compiled.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артоболевский И. И., Левитский Н. И.* и *Черкудинов С. А.* Синтез плоских механизмов. Физматгиз, 1959.
2. *Шахбазян К. Х.* Синтез пространственных четырехзвенных передаточных механизмов по заданным значениям скоростей и ускорений. Сб. Механика машин, изд. „Наука", АН СССР, вып. 5, 1966.
3. *Шахбазян К. Х.* Синтез пространственного пятизвенного механизма. Журнал „Машиноведение", вып. 2, 1966.