

УДК 621.01:531

УСЛОВИЕ ЗАМКНУТОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА V КЛАССА С ИЗМЕНЯЕМЫМИ ЗАМКНУТЫМИ КОНТУРАМИ

Оразалы КАНЛЫБАЕВ

доктор технических наук, профессор
Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева

Марфуга Оразалыевна САТКАЛИЕВА

доктор технических наук, профессор
Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева

Многофункциональные пространственные рычажные механизмы выполняют заданную функцию более точно в связи с тем, что при синтезе их вычисляется большое число параметров. При создании новых машин и механизмов перед конструкторами встают проблемы, эффективное решение которых можно реализовать с помощью указанных механизмов. В настоящей статье рассматривается условие замкнутости пространственного рычажного механизма V класса с двумя степенями свободы.

Постановка задачи. Пространственный рычажный механизм V класса с двумя степенями свободы общего вида изображен на рисунке-1. Кинематическая схема пространственного механизма представляет собой сложный замкнутый векторный контур и состоит из трех замкнутых многоугольников $OABCD$, $OABFKMRO$, $DENMRD$ общими сторонами которых являются OA , AB , MR [1]. Рассматриваемый механизм воспроизводит функцию двух независимых переменных $\psi_{\text{мех}} = F(\varphi_1, \varphi_2)$, который определяется семнадцатью постоянными параметрами. Параметры механизма должны быть определены из условия приближения к нулю отклонения Δ , в заданных интервалах изменения независимых переменных углов φ_1 и φ_2 . Зависимость Δ от искомых размеров представляется в виде сложного выражения, поэтому целесообразным является использование выражения взвешенной разности Δq для синтеза пространственных механизмов со многими степенями свободы [2].

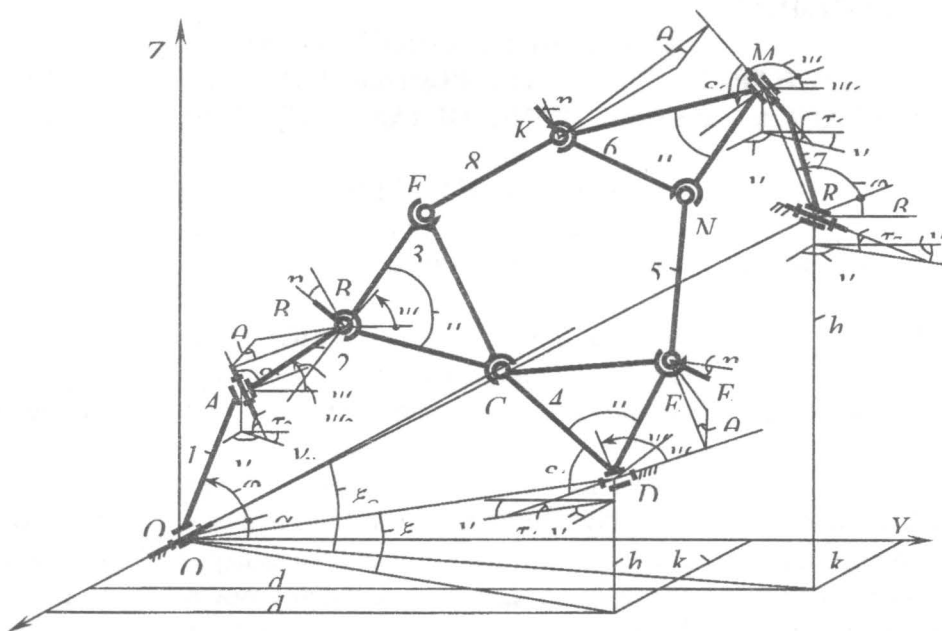


Рисунок - 1

Выражение взвешенной разности. Выражение взвешенной разности для рассматриваемых замкнутых многоугольников $OABCD O$, $OABFKMRO$, $DENMRD$ соответственно имеет вид:

$$\Delta q = l_3^2 - l_{3\phi}^2, \quad \Delta q = l_8^2 - l_{8\phi}^2, \quad \Delta q = l_5^2 - l_{5\phi}^2; \quad (1)$$

Зависимость величины $l_{3\phi}$, $l_{8\phi}$, $l_{5\phi}$ от искомых параметров кинематической схемы определяется при заданных значениях независимых переменных углов φ_1 и φ_2 известными двенадцатью параметрами механизма, входящими в выражения координат точек B , C , K , F , E , N . В трех замкнутых многоугольниках $OABCD O$, $OABFKMRO$, $DENMRD$ вычислению подлежат пять параметров соответствующих контуров: d_D , k_D , h_D , l_3 , l_{4CD} ; d_R , k_R , h_R , l_8 , l_{6KM} ; d_R , k_R , h_R , l_5 , l_7 .

Вычисление пяти параметров. Для вычисления пяти параметров контура $OABCO$ d_D , k_D , h_D , l_3 , l_{4CD} представим выражение (1) в виде:

$$\Delta q = p_1 f_1(\varphi_1, \varphi_2) + p_2 f_2(\varphi_1, \varphi_2) + p_3 f_3(\varphi_1, \varphi_2) + p_4 f_4(\varphi_1, \varphi_2) + p_5 f_5(\varphi_1, \varphi_2) + p_6 f_6(\varphi_1, \varphi_2) + p_7 f_7(\varphi_1, \varphi_2) - F(\varphi_1, \varphi_2), \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} f_1(\varphi_1, \varphi_2) &= -2l_1 \cos \varphi_1; f_2(\varphi_1, \varphi_2) = -2l_2; f_3(\varphi_1, \varphi_2) = -2l_1 \sin \varphi_1; \\ f_4(\varphi_1, \varphi_2) &= -2l_1 \cos \varphi_1 \cos \bar{\psi}_1 - 2l_2 \sin \bar{\psi}_1; f_5(\varphi_1, \varphi_2) = 1; \\ f_7(\varphi_1, \varphi_2) &= 2 \sin \bar{\psi}_1; F(\varphi_1, \varphi_2) = -l_1^2 - l_2^2; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} p_1 &= x_D; p_2 = y_D; p_3 = z_D; p_4 = l_4; p_5 = x_D^2 + y_D^2 + z_D^2 + l_4^2 - l_3^2; \\ p_6 &= p_1 p_4; p_7 = p_2 p_4. \end{aligned} \quad (4)$$

При решении задачи по методу интерполирования выбираем пять точек в заданной области изменения углов φ_1 , φ_2 , для которых отклонения, взвешенной разности Δq должны равняться нулю.

Обозначим значение углов φ_1 , φ_2 в этих точках через φ_{1i} , φ_{2i} , где

$i = \overline{1,5}$. Тогда

$$\begin{aligned} p_1 f_1(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_2 f_2(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_3 f_3(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_4 f_4(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + \\ + p_5 f_5(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_6 f_6(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_7 f_7(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) - F(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) = 0, \quad i = \overline{1,5} \end{aligned} \quad (5)$$

Решая систему уравнений (5) находим коэффициенты p_1 , p_2 , p_3 ,

p_4 , p_5 и вычисляем искомые параметры механизма d_D , k_D , h_D , l_3 ,

l_{4CD} из соотношения (4). Тогда $d_D = p_2$, $k_D = p_1$, $h_D = p_3$,

$$l_{4CD} = p_4, \quad l_3 = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + p_4^2 - p_5}.$$

Далее, по аналогичной схеме можно вычислить искомые параметры замкнутых многоугольников $OABFKMRO$, $DENMRD$ соответственно: $d_R, k_R, h_R, l_8, l_{6KM}; d_R, k_R, h_R, l_5, l_7$.

Условие замкнутости сложного замкнутого векторного контура.

В данном механизме изменяющийся замкнутый многоугольник представляет собой пространственную группу Ассур V класса, которая крайними шарнирами звеньев 2, 4, 6 в точках A, D, M соединена с двумя входными звеньями 1, 7 и со стойкой в точке D . Расстояние между указанными точками AD, DM, MA является переменной величиной и должно удовлетворять условию проворачиваемости механизма с двумя входными звеньями. При решении задачи синтеза в замкнутых многоугольниках $O_1ABCDO_3O_1$, $O_1AFKMO_2O_1$, $O_2MNEDO_3O_2$ были найдены координаты точек A, D, M и переменная величина расстояния между указанными точками. Кроме того, расстояние между крайними шарнирами звеньев 2, 4, 6 в точках A, D, M должны соответствовать требуемым условиям отклонения взвешенной разности механизма.

Пример. Требуется синтезировать двухкривошипный пространственный рычажный механизм V класса. Решение проведем при вычислении пяти параметров замкнутого многоугольника $OABCD O$ механизма при единичной длине кривошипов.

Рассмотрено решение задачи синтеза по пяти параметрам замкнутого многоугольника $OABCD O$. Результаты вычисления представлены в таблице.

№	$\varphi_1 \varphi_2$ рад	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	F
1	0.0	-2.400	-0.1983	0.0	-0.3056	1	-0.0254	-0.1983	-14.400
2	0.5235	-1.7069	-0.1547	-0.0875	0.0187	1	-0.0261	-0.0941	-0.0842
3	0.7853	-0.8562	-0.0842	-0.0918	0.0179	1	-0.0263	-0.0932	-0.0840
4	1.0471	-0.4705	-0.0284	-0.0924	-0.0164	1	-0.0271	-0.0875	-0.0795
5	1.57079	0.00	-0.0197	-0.0975	-0.0089	1	-0.0278	-0.0798	-0.0791

Подставив значения независимых переменных в систему уравнений (5) находим искомые параметры $d_D, k_D, h_D, l_3, l_{4CD}$ механизма.

Условие замкнутости пространственной группы Ассур V класса.

В ходе решения найдены координаты крайних шарниров в точках A, D, M , которые позволяют определить расстояния между указанными точками.

$$x_{AD} = 0.820 м; \quad y_{AD} = 0.926 м; \quad z_{AD} = 0.547 м;$$

$$x_{DM} = 0.750 м; \quad y_{DM} = 0.490 м; \quad z_{DM} = 0.360 м;$$

$$x_{MA} = 0.18166 м; \quad y_{MA} = 0.118323 м; \quad z_{MA} = 0.3178 м.$$

Результаты вычисления переменных величин расстояний AD, DM, MA полностью подтверждают условие замкнутости пространственной группы Ассур V класса. Структурная ошибка механизма составляет $\Delta = 0.00001$ мм.

Список использованной литературы:

1. Зиновьев В.А. Пространственные механизмы с низшими парами. Гостехтеоретиздат. - М.: 1952. - 431 с.
2. Левитский Н.И. Приближенный синтез шарнирных механизмов с двумя степенями свободы // Труды семинара по ТММ. - вып.83. - изд-во АН СССР. - 1961.

УДК 515.74:658.512

БИКВАДРАТТЫ ТҮРЛЕНДІРУДІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗІ

Әуез Кеңесбекұлы БӘЙДІБЕКОВ

техника ғылымдарының докторы, профессор
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

1. Кіріспе. Қолданбалы геометрия бойынша ғылыми жұмыстарды талдау нәтижесінде жазықтықты квадратты түрлендіру толық зерттелген және ғылым мен техникада қолданысқа ие. Бірақ төрт-төртмәнді сәйкестіктер және жазықтықты биквадратты түрлендіру теориялары аз зерттелген.