

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ МЕХАНИЗМОВ С ДВУМЯ ОСОБЫМИ ПОЛОЖЕНИЯМИ С НАИБОЛЬШИМИ КОРОМЫСЛАМИ L_3

Уалиев Г.У., Абдраймов Э.С., Абдраймова Н.С.

Казахский национальный педагогический университет, Алматы, Казахстан
Инженерная академия КР, Бишкек, Кыргызстан, nia-@gmail.com

Аннотация: Определены математические зависимости, описывающие механизмы с наибольшим коромыслом l_3 , имеющими постоянные значения кривошипа l_1 и шатуна l_2 .

Ключевые слова: коромысло, переменная структура, звено, шатун, движение

METHODOLOGY FOR CREATING MECHANISMS WITH TWO SPECIAL FEATURES POSITIONS WITH THE LARGEST ROCKER ARMS L_3

Ualiev G. U., Abdraimov E. S., Abdraimova N. S.

Kazakh national pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
Engineering Academy of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

Annotation: The mathematical dependences describing mechanisms with greatest rocker arm, having constant values of a crank and a connecting rod are certain.

Key words: rocker, variable structure, link, connecting rod, movement.

Рассмотрим механизм переменной структуры (МПС) с двумя особыми положениями $l_3 - l_3$ [1]. На рис.1 представлена схема, поясняющая принцип работы рассматриваемого механизма.

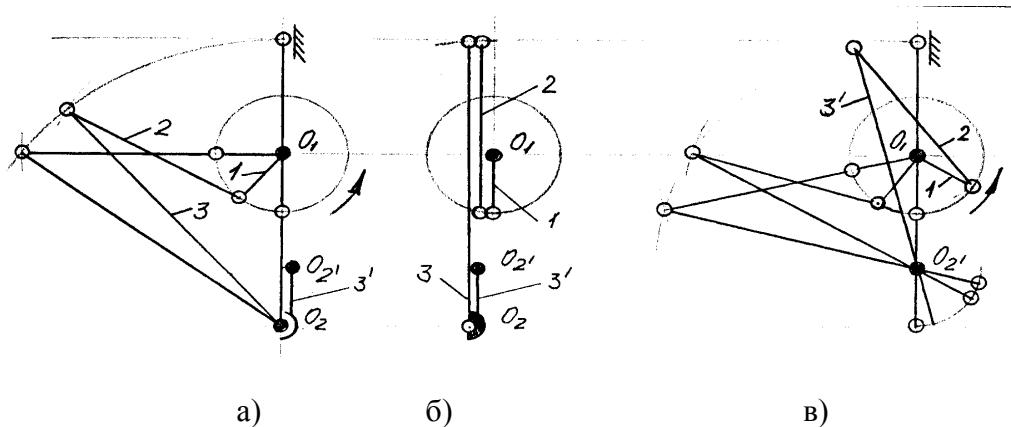


Рис. 1 МПС с двумя особыми положениями $l_3 - l_3$, где:
а) - рабочий режим ОМ с наибольшим коромыслом l_3 ($l_1 + l_3 = l_2 + l_0$); б) - момент перехода из ОМ в МВ; в) - холостой режим МВ с наибольшим коромыслом l_3' ($l_1 + l_3' = l_2 + l_0'$).

В рабочем режиме в основном механизме (ОМ) (рис.1.а) вращение кривошипа 1 преобразуется в качательное движение коромысла 3. Конверсионное звено 3' находится в состоянии покоя, оказываясь прижатым к стойке с помощью звена восстановления (на рисунке не показано). Механизм в рабочем режиме имеет особое положение, где все звенья выстраиваются в одну линию и удовлетворяют следующему равенству:

$$l_1 + l_3 = l_2 + l_0, \text{ где}$$

$l_0 = O_1O_2$ - расстояние между опорами кривошипа 1 и коромысла 3,

l_3 – длина коромысла 3,

l_2 – длина шатуна 2, l_1 – длина кривошипа 1.

Для перевода механизма из рабочего режима (ОМ) в холостой (МВ) необходимо в особом положении замкнуть коромысло 3 на полке конверсионного звена 3' (рис. 1.б).

В дальнейшем, коромысло 3 совместно с конверсионным звеном 3' составляют одну кинематически неизменяемую систему.

В холостом режиме в механизме включения (МВ) (рис.1.в) вращение кривошипа 1 преобразуется в качательное движение конверсионного звена 3'. В данном режиме механизм также имеет особое положение, где все звенья выстраиваются в одну линию, т.к. существует следующее равенство сумм размеров звеньев: $l_1 + l_{3'} = l_2 + l_0'$, где $l_0' = O_1O_2'$ - расстояние между опорами кривошипа 1 и конверсионного звена 3'

$l_{3'}$ - длина конверсионного звена 3',

l_2 - длина шатуна 2, l_1 - длина кривошипа 1.

Величина $l_{3'}$ определяется из выражения: $l_{3'} = l_3 - L$, где: $L = O_2O_2'$ - расстояние между опорами коромысла 3 и конверсионного звена 3' [1]. Для одного и того же механизма с наибольшим основанием l_0 можно подобрать множество механизмов с наибольшим коромыслом l_3 с различными параметрами a^{l_3} , μ^{l_3} .

Найдем зависимость, описывающую все механизмы с наибольшим коромыслом l_3 , имеющими постоянные значения кривошипа l_1 и шатуна l_2 . Известно, что [2] МПС с наибольшим коромыслом l_3 описываются уравнением:

$$(l_1 + l_3 = l_2 + l_0)^{l_3}$$

Перенесем все постоянные величины в одну сторону, а остальные заменим относительными величинами a^{l_3} , μ^{l_3} :

$$\begin{aligned} l_2 - l_1 &= l_3 - l_0 = al_1 - \left(\frac{al_1}{\mu} - l_1 \right) = l_1 \left[a - \frac{a}{\mu} + 1 \right] l_3 \\ \left(\frac{l_2 - l_1}{l_1} \right)^{l_3} &= \left[a - \frac{a}{\mu} + 1 \right] l_3 \end{aligned} \quad (1)$$

Выразим $[a(\mu)]^{l_3}$ при $l_1=\text{const}_1$, $l_2=\text{const}_2$ из формулы (1):

$$\begin{aligned} \left(\frac{l_2 - l_1}{l_1} \right)^{l_3} &= a^{l_3} \left(1 - \frac{1}{\mu^{l_3}} \right) + 1 \\ a^{l_3} &= \frac{\left(\frac{l_2 - l_1}{l_1} - \frac{l_1}{l_1} \right)^{l_3}}{1 - \frac{1}{\mu^{l_3}}} \\ a^{l_3} &= \frac{\left(\frac{l_2 - 2l_1}{l_1} \right)^{l_3}}{1 - \frac{1}{\mu^{l_3}}} \end{aligned} \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что (см. график $[\mu(a)]^{l_3}$ на рис. 2):

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{если} & l_2 > 2l_1, \text{ то } \mu^{l_3} > 1 \\ \text{если} & l_2 < 2l_1, \text{ то } 0,5 \leq \mu^{l_3} < 1 \\ \text{если} & l_2 = 2l_1, \text{ то } \mu^{l_3} = 1, \text{ } a^{l_3} \geq 2 \end{array} \right\} \quad (3)$$

Выразим $[\mu(a)]^{l_3}$ при $l_1=\text{const}_1$, $l_2=\text{const}_2$ из формулы (1):

$$\left(\frac{a}{\mu}\right)^{l_3} = \left(a + 1 - \frac{l_2 - l_1}{l_1}\right)^{l_3} = \left(a + \frac{2l_1 - l_2}{l_1}\right)^{l_3}$$

$$\mu^{l_3}_{\begin{cases} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{cases}} = \frac{a^{l_3}}{a^{l_3} + \left(\frac{2l_1 - l_2}{l_1}\right)^{l_3}} \quad (4)$$

Из графика $[\mu(a)]^{l_3}$ для механизмов с наибольшим коромыслом l_3 (рис.2) видно, что

зависимость $\mu^{l_3}_{\begin{cases} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{cases}}$ должна удовлетворять неравенству [2]:

$$\left\{ \begin{array}{c} \mu_{\min}^{l_3} \leq \mu^{l_3}_{\begin{cases} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{cases}} \leq \mu_{\max}^{l_3} \\ \Updownarrow \quad \Updownarrow \quad \Updownarrow \\ \frac{a^{l_3}}{a^{l_3} + 1} \leq \mu^{l_3}_{\begin{cases} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{cases}} \leq 0,5a^{l_3} \end{array} \right\} \quad (5)$$

Точек пересечений графиков $\mu^{l_3}_{\begin{cases} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{cases}}$ и $\mu_{\min(\Gamma)}^{l_3}$ не может быть, т.к. в нашем случае $l_1=const_1$, $l_2=const_2$, а функция $\mu_{\min(\Gamma)}^{l_3}$ характеризуется соотношением длин звеньев [2] $l_1 = l_2 < l_0 = l_3$.

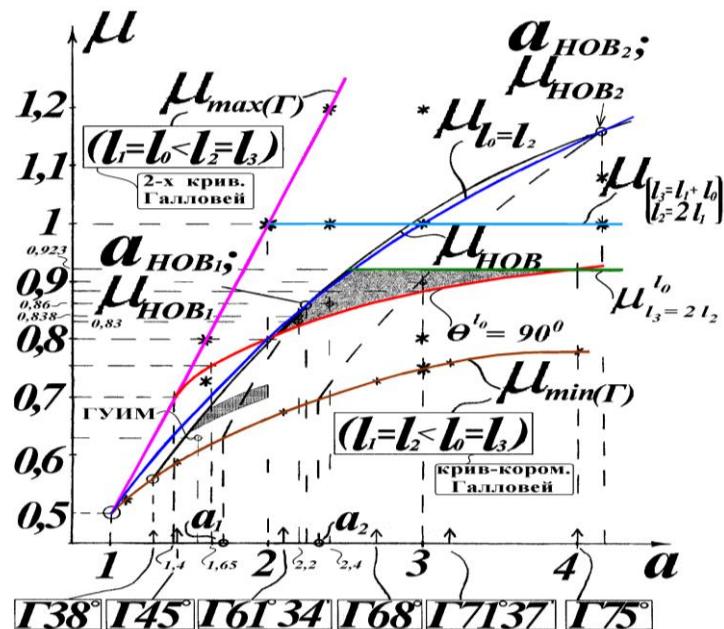


Рис.2. Графики зависимостей $\mu(a)$ для механизмов с наибольшим коромыслом l_3

Найдем точки пересечения графиков $\mu_{\begin{pmatrix} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{pmatrix}}^{l_3}$ и $\mu_{\max}^{l_3}$:

$$\frac{a^{l_3}}{2} = \frac{a^{l_3}}{a^{l_3} + \left(\frac{2l_1 - l_2}{l_1} \right)^{l_3}}$$

$$a^{l_3} = \left(\frac{l_2}{l_1} \right)^{l_3}$$

- в данной точке графики функций

$$\mu_{\begin{pmatrix} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{pmatrix}}^{l_3} \text{ и } \mu_{\max}^{l_3} \text{ пересекаются} \quad (6)$$

Можно заметить, что для функции $\mu_{\max}^{l_3}$, характеризующейся соотношением длин звеньев $l_1 = l_0 < l_2 = l_3$, величина a^{l_3} определяется:

$$a^{l_3} = \left(\frac{l_2}{l_1} \right)^{l_3} = \left(\frac{l_3}{l_1} \right)^{l_3} \quad (7)$$

Следовательно, зависимость (4) можно записать:

$$\mu_{\begin{pmatrix} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{pmatrix}}^{l_3} = \frac{a^{l_3}}{a^{l_3} + \left(\frac{2l_1 - l_2}{l_1} \right)^{l_3}} \quad \text{при } a^{l_3} \in \left[\frac{l_2}{l_1}; \infty \right) \quad (8)$$

Найдем значение $\mu_{\max}^{l_3} = 0,5 \cdot a^{l_3}$ при подстановке зависимости (7):

$$\mu_{\max}^{l_3} = 0,5 \cdot \frac{l_2}{l_1} = \frac{l_2}{2l_1} \quad (9)$$

Значит формулу (2) можно записать:

$$a_{\begin{pmatrix} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{pmatrix}}^{l_3} = \frac{\left(\frac{l_2 - 2l_1}{l_1} \right)^{l_3}}{1 - \frac{1}{\mu^{l_3}}} \quad \text{при } \mu^{l_3} \in \left[\frac{l_2}{2l_1}; \infty \right) \quad (10)$$

Использованная литература

1. С.Абдраимов и др. К методике синтеза механизмов переменной структуры // Вестн. КГТУ им. И.Раззакова. – Бишкек, 2002. – №5. – С. 17-21.
2. Абдраимова Н.С. Автореф. канд. дисс.: Кривошипно-коромысловые начальные МПС. – Бишкек, 2002. – 28 с.
3. Дыканалиев К.М. Автор. канд. дисс.: Структурный синтез начальных шарнирно-рычажных МПС. – Бишкек, 2002. – 24 с.