

# МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ МЕХАНИЗМОВ С ДВУМЯ ОСОБЫМИ ПОЛОЖЕНИЯМИ С НАИБОЛЬШИМИ КОРОМЫСЛАМИ $L_3$

Уалиев Г.У., Абдраимов Э.С., Абдраимова Н.С.

Казахский национальный педагогический университет, Алматы, Казахстан  
Инженерная академия КР, Бишкек, Кыргызстан, [nia-@gmail.com](mailto: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.

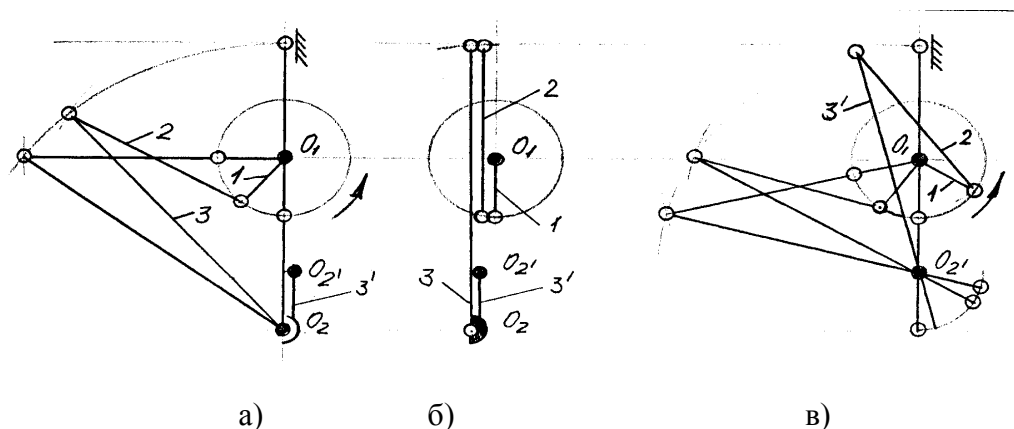


Рис. 1 МПС с двумя особыми положениями  $l_3-l_3$ , где:  
а) - рабочий режим ОМ с наибольшим коромыслом  $l_3$  ( $l_1 + l_3 = l_2 + l_0$ ); б) - момент перехода из ОМ в МВ; в) - холостой режим МВ с наибольшим коромыслом  $l_3'$  ( $l_1 + l_3' = l_2 + l_0'$ ).

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  $a^{l_3}$ ,  $\mu^{l_3}$ .

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  $a^{l_3}$ ,  $\mu^{l_3}$ :

$$l_2 - l_1 = l_3 - l_0 = al_1 - \left( \frac{al_1}{\mu} - l_1 \right) = l_1 \left[ a - \frac{a}{\mu} + 1 \right] l_3$$

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

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

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

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

$$a^{l_3}_{\left( \begin{smallmatrix} l_1 = \text{const}_1 \\ l_2 = \text{const}_2 \end{smallmatrix} \right)} = \frac{\left( \frac{l_2 - 2l_1}{l_1} \right)^{l_3}}{1 - \frac{1}{\mu^{l_3}}} \quad (2)$$

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

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

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

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

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

Из графика  $[\mu(a)]^{l_3}$  для механизмов с наибольшим коромыслом  $l_3$  (рис.2) видно, что зависимость  $\mu_{\left(\begin{smallmatrix} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{smallmatrix}\right)}^{l_3}$  должна удовлетворять неравенству [2]:

$$\left\{ \begin{array}{ccc} \mu_{\min}^{l_3} \leq \mu_{\left(\begin{smallmatrix} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{smallmatrix}\right)}^{l_3} \leq \mu_{\max}^{l_3} \\ \Downarrow \quad \quad \Downarrow \quad \quad \Downarrow \\ \frac{a^{l_3}}{a^{l_3} + 1} \leq \mu_{\left(\begin{smallmatrix} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{smallmatrix}\right)}^{l_3} \leq 0,5a^{l_3} \end{array} \right\} \quad (5)$$

Точек пересечений графиков  $\mu_{\left(\begin{smallmatrix} l_1=const_1 \\ l_2=const_2 \end{smallmatrix}\right)}^{l_3}$  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]  $l_1 = l_2 < l_0 = l_3$ .

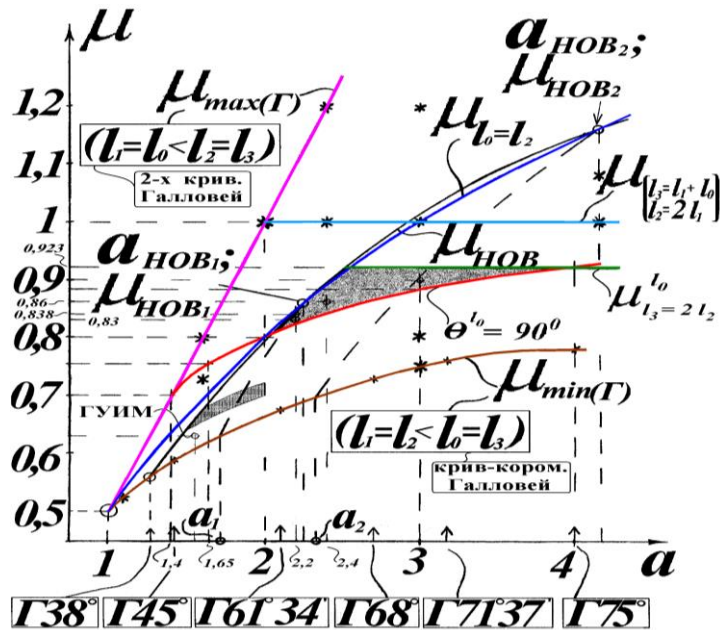


Рис.2. Графики зависимостей  $\mu(a)$  для механизмов с наибольшим коромыслом  $l_3$

Найдем точки пересечения графиков  $\mu_{\left(l_1=const_1 \atop l_2=const_2\right)}^{l_3}$  и  $\mu_{\max}^{l_3}$  :

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

$$a^{l_3} = \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^{l_3} \text{ - в данной точке графики функций}$$

$$\mu_{\left(l_1=const_1 \atop l_2=const_2\right)}^{l_3} \text{ и } \mu_{\max}^{l_3} \text{ пересекаются} \quad (6)$$

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:

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

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:

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

### 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.