

УДК 621.837

БАЛАНСИРОВКА ШКИВА ОГРАНИЧИТЕЛЯ СКОРОСТИ ПРИ НОРМАЛЬНОМ И АВАРИЙНОМ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ЛИФТА

А. В. КУЦЕПОЛЕНКО¹Научный руководитель М. Е. ЛУСТЕНКОВ², д-р техн. наук, проф.¹ОАО «Могилевлифтамаш»²Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Устройство, контролирующее превышение скорости, размещаемое на шкиве ограничителя, является квазисимметричным относительно оси z (рис. 1, а). При повороте входного звена 1, несмотря на равенство размеров пар звеньев 2 и 3, выходные звенья 3 раскрываются несинхронно [1, с. 66–67].

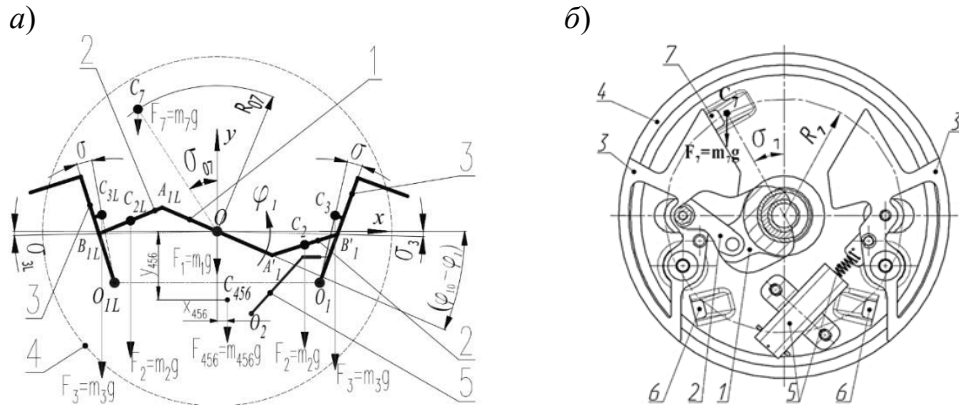


Рис. 1. Кинематическая (а) и конструктивная (б) схемы устройства, контролирующего превышение скорости: 1 – входное звено; 2 – шатуны; 3 – выходные звенья; 4 – шкив; 5 – натяжной механизм; 6 – упоры; 7 – стопор; C_{456} , C_7 – центры масс шкива в сборе и стопора

Выразим координаты центров пар звеньев 2 и 3. Для звеньев, расположенных слева, в обозначении добавляем индекс L :

$$\left\{ \begin{array}{l} x_2 = l_1 \cdot \cos(\varphi_{10} - \varphi_1) + l_2 \cdot \cos(OB'_1 A'_1 - \sigma_3)/2; \\ x_{2L} = -l_1 \cdot \cos(\varphi_{10} - \varphi_1) - l_2 \cdot \cos(OB'_{1L} A'_{1L} + \sigma_{3L})/2; \\ y_2 = -l_1 \cdot \sin(\varphi_{10} - \varphi_1) + l_2 \cdot \sin(OB'_1 A'_1 - \sigma_3)/2; \\ y_{2L} = l_1 \cdot \sin(\varphi_{10} - \varphi_1) - l_2 \cdot \sin(OB'_{1L} A'_{1L} + \sigma_{3L})/2; \\ x_3 = X_{01} + O_1 C_3 \cdot \sin(\varphi_3 - \sigma); \\ x_{3L} = -(X_{01} + O_1 C_3 \cdot \sin(\varphi_{3L} - \sigma)); \\ y_3 = O_1 C_3 \cdot \cos(|\sigma - \varphi_3|) - Y_{01}; \\ y_{3L} = O_1 C_3 \cdot \cos(|\sigma - \varphi_{3L}|) - Y_{01}; \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\begin{cases} \angle OB'_1 A'_1 = \arcsin(l_1 \cdot \sin(\varphi_{10} - \varphi_1 - \sigma_3)/l_2); \\ \angle OB'_{1L} A'_{1L} = \arcsin(l_1 \cdot \sin(\varphi_{10} - \varphi_1 + \sigma_{3L})/l_2); \\ \sigma_3 = \arctg((Y_{01} - l_3 \cdot \cos \varphi_3)/(X_{01} + l_3 \cdot \sin \varphi_3)); \\ \sigma_{3L} = \arctg((Y_{01} - l_3 \cdot \cos \varphi_{3L})/(X_{01} + l_3 \cdot \sin \varphi_{3L})); \\ \varphi_3 = (90^\circ - \gamma); \quad \varphi_{3L} = (90^\circ - \gamma''); \\ \Delta_{x2} = x_2 - x_{2L}; \quad \Delta_{y2} = y_2 - y_{2L}; \quad \Delta_{x3} = x_3 - x_{3L}. \end{cases} \quad (2)$$

Зависимости углов поворота правого γ и левого γ'' выходных звеньев 3 от угла поворота φ_1 входного звена 1 были определены ранее [1, с. 66]. Раскрытие выходных звеньев 3 приводит к дисбалансу [2] исследуемой системы (рис. 1, б). Определим координаты смещения ее центра масс $x_C(\varphi_1)$ и $y_C(\varphi_1)$ как функции от угла поворота φ_1 входного звена 1 (рис. 2):

$$\begin{cases} x_C(\varphi_1) = \frac{\sum x_i \cdot m_i}{m_{\text{мех}}} = \frac{\Delta_{x2} \cdot m_2 + \Delta_{x3} \cdot m_3 + x_{456} \cdot m_{456} - x_7 \cdot m_7}{m_1 + 2 \cdot m_2 + 2 \cdot m_3 + m_{456} + m_7}; \\ y_C(\varphi_1) = \frac{\sum y_i \cdot m_i}{m_{\text{мех}}} = \frac{-\Delta_{y2} \cdot m_2 + (y_3 + y_{3L}) \cdot m_3 - y_{456} \cdot m_{456} + y_7 \cdot m_7}{m_1 + 2 \cdot m_2 + 2 \cdot m_3 + m_{456} + m_7}, \end{cases} \quad (3)$$

где $m_1, m_2, m_3, m_{456}, m_7$ – массы входного звена 1, шатунов 2, выходных звеньев 3, шкива 4 в сборе с натяжным механизмом 5 и упорами 6 и стопора 7; $x_1, x_2, x_3, x_{456}, x_7, y_1, y_2, y_3, y_{456}, y_7$ – координаты центров масс соответствующих звеньев; l_1, l_2, l_3 – длины входного звена 1, шатунов 2 и выходных звеньев 3.

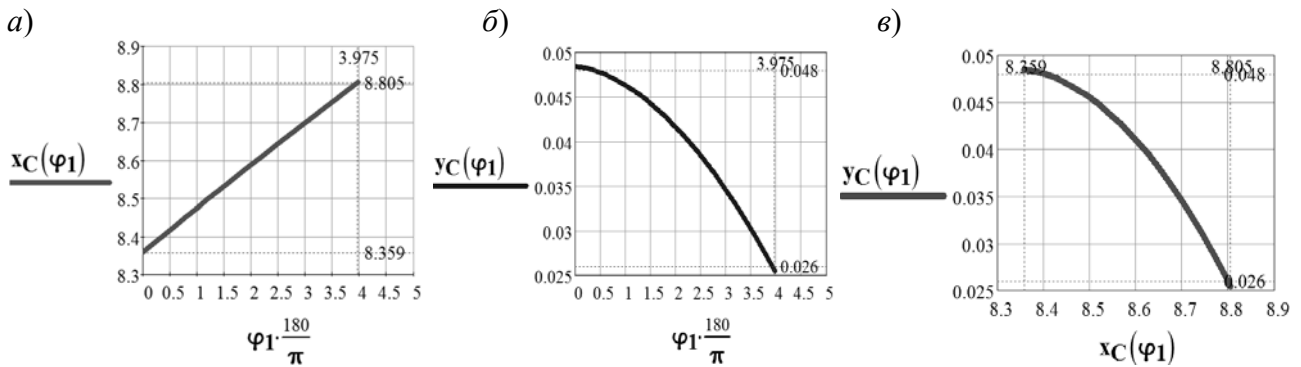


Рис. 2. Смещение координат центра масс системы по оси абсцисс (а), ординат (б) и соотношение их между собой (в) при раскрытии выходных звеньев из «нерабочего» положения в «рабочее»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куцепенко, А. В. Геометрический анализ шарнирного механизма центростремительного ограничителя скорости лифта с двумя выходными звеньями / А. В. Куцепенко // Механика машин, механизмов и материалов. – 2024. – № 4 (69). – С. 61–69.
2. Лустенков, М. Е. Детали машин. Расчет и проектирование : учеб. пособие / М. Е. Лустенков. – Мн. : РИВШ, 2025. – 400 с.