УДК 621.31-83-52

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ЧАСТОТ ДВУХМАССОВЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

**Фираго Б.И.**
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В связи с увеличением длины канатов шахтных подъемных установок приходится учитывать не только их жесткость, но и скорость распространения упругой деформации вдоль каната, которая оказывает влияние на частоту собственных колебаний. Возникающие колебания увеличивают динамические нагрузки в кинематической цепи электропривода. Для определения динамических нагрузок надо знать доминирующие резонансные частоты упругих элементов, т.е. канатов, чтобы затем их исключить в управляющем воздействии регулируемого электропривода. Исходя из теории упругости для каната длиной $l$ с поперечным сечением $S$ при модуле упругости на растяжение $E$ жесткость каната $C_м$ можно вычислить по выражению

$$\tilde{N}_M \frac{E \cdot S}{l}, \qquad (1)$$

а скорость распространения упругой деформации вдоль каната $\upsilon$ в этом случае выразить таким образом

$$\upsilon = \sqrt{\frac{E \cdot S}{\gamma}}, \qquad (2)$$

где $\gamma$ - есть линейная плотность материала каната.

Исходя из этих соотношений, можно найти зависимость между скоростью распространения упругой деформации $\upsilon$ и частотой собственных колебаний $\Omega_o$ в виде

$$\upsilon = \Omega_o l, \qquad (3)$$

где $$\Omega_0 = \sqrt{\frac{C_M}{m_k}}, \qquad (4)$$

$m_k = \gamma l$ –масса каната длины $l$.

Принимая во внимание такое понятие как жесткость каната на единицу длины $C_{(1)}$, можно получить зависимость

$$\upsilon = \sqrt{\frac{C_{(1)}}{\gamma}}, \qquad (5)$$

которую затем использовать для определения частоты собственных колебаний каната длиной $l$:

$$\Omega_0 = \frac{\upsilon}{l}. \qquad (6)$$

Заметим, что скорость $\upsilon$ для данного каната есть постоянная величина. Резонансная частота $\Omega_p$ отличается от частоты собственных колебаний $\Omega_o$ наличием относительной величины ε коэффициента затухания

$$\Omega_p = \Omega_0\sqrt{1-\varepsilon^2} \qquad (7)$$

Система электропривода шахтной подъемной установки имеет сложную кинематическую схему, которую нередко приводят к двухмассовой модели, где выделяют одну массу с постоянным моментом инерции $J_1$ и вторую с моментом инерции $J_2$, включающим слагаемое $J_0$ неизменной величины и слагаемое $J(l)$, изменяющееся с изменением длины каната. Аналогично жесткость $C$ двухмассовой модели представляют в виде суммы постоянной составляющей $C_0$ и переменной $C(l)$.

При таком подходе резонансные частоты колебаний двухмассовой модели можно представить в виде функции длины $l$ каната

$$\Omega_p = \sqrt{1-\varepsilon^2}\cdot\sqrt{\frac{al+b}{l(k_3+k_4 l)}}, \qquad (8)$$

где $a = C_0(J_1+J_0)+k_1k_2$; $\quad b = k_1(J_1+J_0)$;

$k_1 = \gamma\rho^2$; $\quad k_2 = C_{(1)}\rho^2$; $\quad k_3 = J_1J_0$; $\quad k_4 = k_1J_1$

$\rho$– радиус приведения поступательного движения к вращательному движению вала электродвигателя.


1. Чермалых В.М., Родькин Д.И., Каневский В.В. Системы электропривода и автоматики рудничных стационарных машин и установок.- М.: Недра, 1976.-318 с.
2. Яворский Б.М., Детлаф А.В. Справочник по физике (для инженеров и студентов вузов). – М.: Наука, 1979. – 944 с.
3. Фираго Б.И., Павлячик Л.Б. Теория электропривода. – 2-е изд.- Минск: Техноперспектива, 2007.- 585 с.