

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА

асс. Г.Х. Исламова, ст.преп. Х.Т. Нуриллаев, ст.преп. К.И.Ахмедов
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

Мақолада, двигатель валидаги келтирилган моменти ва механизмнинг инерция моменти яратилиб, кўтариш механизмнинг динамик модели кўрсаткичлари аниқланди.

В статье описываются приведенный момент инерции механизма и момент к валу двигателя, определены параметры динамической модели подъемного механизма.

The article describes the reduced moment of inertia of the mechanism and the moment to the motor shaft. The parameters of the dynamic model of the lifting mechanism.

Приведение к валу двигателя моментов инерции и масс звеньев проводим руководствуясь известной формулой [1].

$$I^* = \sum_{i=1}^n \left[I_{Si} \left(\frac{\omega_i}{\omega} \right)^2 + m_i \left(\frac{\varrho_{Si}}{\omega} \right)^2 \right] \quad (1)$$

При выводе данной формулы учитывается, что момент подъемного механизма I^* будет при этом состоять из момента инерции самого ротора двигателя I_δ (приведенного момента инерции барабана I_δ и приведенного момента инерции груза I_Q).

$$I^* = I_\delta + I_\delta + I_Q \quad (2)$$

При определении приведенного момента инерции барабана учитывается, что его центр масс совпадает с неподвижной осью вращения, и поэтому в формуле (1) $\varrho_{Si} = 0$. Тогда

$$I_\delta^* = I_\delta \left(\frac{\omega_\delta}{\omega_\delta} \right)^2 + 0 = I_\delta \cdot i_{21}^2 \quad (3)$$

При приведении к валу двигателя массы груза Q учитываем, что угловая скорость груза отсутствует, и что скорость груза ϱ_2 определяется по формуле:

$$\varrho_2 = \omega_\delta \cdot \frac{D}{2} = \omega_\delta \cdot i_{21} \cdot \frac{D}{2} \quad (4)$$

Тогда по формуле (1) получаем:

$$I_Q^* = 0 + \frac{Q}{g} \cdot \left(\frac{\omega_\delta \cdot i_{21} \cdot \frac{D}{2}}{\omega_\delta} \right)^2 = \frac{Q \cdot D^2}{4 \cdot g} \cdot i_{21}^2 \quad (5)$$

Учитывая (3), (5) придаем формуле (2) окончательный вид:

$$I^* = I_\delta + I_\sigma \cdot i_{21}^2 + \frac{Q \cdot D^2}{4 \cdot g} \cdot i_{21}^2 \quad (6)$$

При приведении к валу двигателя сил и моментов руководствуемся формулой (1). В механизме действуют сила сопротивления на барабане Q и момент движущий M_δ на валу электродвигателя. Таким образом, приведенный к валу двигателя момент M^* будет складываться из момента самого двигателя и приведенного момента сопротивления M_c^* от силы Q .

$$M^* = M_\delta - M_c^* \quad (7)$$

Учитывая выражение (4) получаем:

$$M_c^* = Q \cdot \frac{g_2}{\omega_\delta} + 0 = \frac{Q \cdot D}{2} \cdot i_{21} \quad (8)$$

Далее принимаем во внимание, что $M_\delta = 1,5 \cdot M_c^*$. С учетом условий формулы (8), формулу (7) приводим к окончательному виду.

$$M^* = 1,5 \cdot \frac{Q \cdot D}{2} \cdot i_{21} - \frac{Q \cdot D}{2} \cdot i_{21} = 0,25 \cdot Q \cdot D \cdot i_{21} \quad (9)$$

Формулы (6) и (9) определяют параметры динамической модели рассматриваемого подъемного механизма[2]. Заметим, что все параметры, выходящие в левую часть этих формул, постоянны, т.е. $M^* = const$.

Пользуемся общим уравнением движения

$$I^* \frac{d\omega}{dt} + \frac{dI^*}{d\varphi} \cdot \frac{\omega^2}{2} = M^* \quad (10)$$

для вращающегося звена приведены с учетом того, что в рассматриваемой задаче $I^* = const$. При этом $\frac{\partial I^*}{\partial \varphi} = 0$, и формула (10)

принимает следующий частный вид:

$$I^* \cdot \frac{d\omega}{dt} = M^* \quad (11)$$

Выполняем разделение переменных и интегрируем уравнение (11)

$$\int I^* \cdot d\omega = \int M^* \cdot dt + c_1 \quad (12)$$

Или

$$I^* \cdot \omega = M^* \cdot t + c_1 \quad (13)$$

Постоянную интегрирования c_1 определяем из начальных условий, то есть при $t=0$. Поскольку движение начинается из состояния покоя, то

при $t=0$ имеем $\omega=0$ и, согласно (13), получаем $c_1=0$. Тогда уравнение (13) примет вид:

$$\omega = \frac{M}{I^*} \cdot t \quad (14)$$

Формула (14) представляет собой искомую зависимость $\varphi(t)$. Проинтегрируем уравнение (14), представив предварительно, ω как $\frac{\partial \varphi}{\partial t}$ и разделив переменные

$$\int d\varphi = \int \frac{M^*}{I^*} \cdot t dt + c_2$$

Откуда

$$\varphi = \frac{M^*}{I^*} \cdot \frac{t^2}{2} + c_2 \quad (15)$$

При $t=0$ имеем $\varphi=0$ и, следовательно, постоянная интегрирования $c_2=0$. Тогда

$$\varphi = \frac{M^*}{2 \cdot I^*} \cdot t^2 \quad (16)$$

Формулам (14) и (16) можно придать удобный для расчета вид:

$$\omega = 42,68 \cdot t; \quad \varphi = 21,32 \cdot t^2 \quad (17)$$

Подставив в (17) ряд значений t , можно получить соответствующие значения ω и φ . при необходимости можно по результатам расчета построят в выбранных масштабах графики $\omega(t)$ и $\varphi(t)$.

Для определения времени разгона t_p звена приведены до заданной номинальной угловой скорости ω_H [3]. Из первого уравнения системы (17) найдем

$$t_p = \frac{\omega_H}{42,68}$$

Определяем число оборотов звена за время разгона

$$n_p = \frac{\varphi_p}{2\pi} = \frac{21,34 \cdot t_p^2}{2\pi}$$

Определяем число оборотов барабана n_{σ} за время разгона:

$$n_{\sigma} = n_p \cdot i_{21}$$

Литература:

1. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. М., Наука, 2009
2. Патент Узб. №IAP 03518. 2007 г. Кулирный клин кругловязальной трикотажной машины. Джураев А.Дж., Файзиева Г.Х.
3. Alan Darbyshire. Mechanical Engineering. BTEC National Engineering Specialist Units. Third edition 2010.