

Т.М. Осипова

Українська інженерно-педагогічна академія

КОЕФІЦІЄНТИ ДИНАМІЧНОСТІ ОДНОКОНЦЕВОГО ПІДЙОМНИКА З НАПРАВЛЯЮЧИМ ШКІВОМ

T.N. Osypova

COEFFICIENTS OF DYNAMIC QUALITY OF ONEEND LIFT WITH SENDING PULLEY

Для визначення дійсних динамічних навантажень в лінії передач підйомника необхідно вирішити систему диференціальних рівнянь або отримати аналітичне рішення [1, 2]. Проте оцінку цих навантажень з достатньою точністю можна виконати по коефіцієнтах динамічності, отримавши спрощені формули для їх визначення.

Розглянемо одноконцевий підйомник з направляючим шківом, представлений крутильною динамічною еквівалентною трьохмасовою схемою (дискретні маси – барабан, направляючий шків, кліт) з пружними зв'язками (струна каната, канат від шківа до кліті) (див. рис. 1).

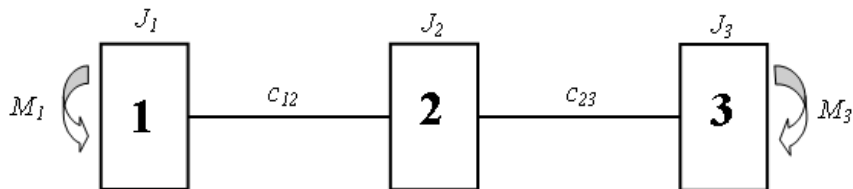


Рис. 1. Крутильна динамічна еквівалентна схема одноконцевої піднімальної установки:

J_1, J_2, J_3 – відповідно сумарний приведений момент інерції ротора двигуна, редуктора і барабана; направляючого шківа; кліті з вантажем з врахуванням маси каната; c_{12} – зведена крутильна жорсткість струни каната; c_{23} – зведена крутильна жорсткість каната від кліті до направляючого шківа; M_1 і M_3 – зовнішні моменти, що прикладаються до барабана і кліті

Зведені маси канатів зведемо до дискретних мас по методу С.П. Тимошенко [3], С.М. Кожевникова [4] і отримаємо еквівалентну динамічну схему підйомника з невагомими канатами. У результаті момент інерції шківа збільшиться і впливатиме на динамічні зусилля в канатах.

Динамічні моменти в пружних зв'язках підйомника без дисипативних сил описуються наступною системою неоднорідних диференціальних рівнянь з постійними коефіцієнтами:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{M}_{12}(t) + \beta_{12}^2 \cdot M_{12}(t) - \frac{c_{12}}{J_2} M_{23}(t) &= \frac{c_{12}}{J_1} M_1; \\ \ddot{M}_{23}(t) + \beta_{23}^2 \cdot M_{23}(t) - \frac{c_{23}}{J_2} M_{12}(t) &= -\frac{c_{23}}{J_3} M_3, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де β_{12} і β_{23} – парціальні частоти відповідних пружних ланок.

Рішення системи (1) виражається наступними формулами

$$M_{12} = B_{12}^{(1)} \cdot \cos(\beta_1 \cdot t) + B_{12}^{(2)} \cdot \cos(\beta_2 \cdot t) + R_{12}; \quad (2)$$

$$M_{23} = B_{12}^{(1)} \cdot J_2 \frac{\beta_{12}^2 - \beta_1^2}{c_{12}} \cos(\beta_1 \cdot t) + B_{12}^{(2)} \cdot J_2 \frac{\beta_{12}^2 - \beta_2^2}{c_{12}} \cos(\beta_2 \cdot t) + R_{23}, \quad (3)$$

де $B_{12}^{(1)}; B_{12}^{(2)}$ – постійні невідомі;

$R_{12}; R_{23}$ – приватні вирішення системи неоднорідних рівнянь (1).

Провівши ряд перетворень, отримаємо аналітичне вирішення коефіцієнтів динамічності канатів підйомника:

$$\mu_{12}^{\dot{a}t\ddot{a}e} = \left(\frac{B_{12}^{(1)}}{R_{12}} \right) \cdot [\cos(\beta_1 \cdot t) - \cos(\beta_2 \cdot t)] + [1 - \cos(\beta_2 \cdot t)];$$

(4)

$$\mu_{23}^{\dot{a}t\ddot{a}e} = \frac{B_{12}^{(1)}}{R_{12}} \cdot \frac{J_2}{c_{12}} \cdot [(\beta_{12}^2 - \beta_1^2) \cos(\beta_1 \cdot t) - (\beta_{12}^2 - \beta_2^2) \cos(\beta_2 \cdot t)] - \frac{R_{12}}{R_{23}} \cdot \frac{J_2}{c_{12}} \cdot (\beta_{12}^2 - \beta_2^2) \cos(\beta_2 \cdot t) + 1.$$

(5)

По наступних спрощених формулах з врахуванням знаків коефіцієнтів, не вирішуючи диференціальні рівняння, отримаємо коефіцієнти динамічності підйомника:

$$\mu_{12}^{\max} = 2 + \frac{B_{12}^{(1)}}{R_{12}}. \quad \mu_{23}^{\max} = 1 + \frac{R_{12}}{R_{23}} \cdot \frac{J_2}{c_{12}} \cdot (\beta_{12}^2 - \beta_2^2); \quad (6)$$

У табл. 1 приведені значення коефіцієнтів динамічності, визначені різними способами при зміні висоти підйому.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів динамічності

Висота підйому Н, м	Максимальні коефіцієнти динамічності						Погрішність обчислень по спрощеним формулам, %	
	по диференційним рівнянням		по аналітичному рішенню		по спрощеним формулам		струни каната μ_{12}^{\max}	каната μ_{23}^{\max}
	струни каната μ_{12}^{\max}	каната μ_{23}^{\max}	струни каната μ_{12}^{\max}	каната μ_{23}^{\max}	струни каната μ_{12}^{\max}	каната μ_{23}^{\max}		
410	1,9987	2,0091	1,9999	2,0095	1,958	2,0485	2,08	1,94
615	1,9974	2,0081	1,9998	2,0083	1,946	2,0611	2,69	2,63
820	1,9964	2,0073	1,9996	2,0075	1,936	2,0724	3,18	3,23
1025	1,9944	2,0062	1,9994	2,0069	1,927	2,0825	3,64	3,76

Визначення коефіцієнтів динамічності по формулах (6) можливо у зв'язку з тим, що максимальний коефіцієнт динамічності шахтних підйомників визначається першою амплітудою коливань, на яку дисипативні сили мають слабкий вплив. Середня погрішність визначення максимальних коефіцієнтів динамічності по спрощених формулах складає близько 3 %.

Література:

1. Голубенцев А.Н. Динамика переходных процессов со многими массами. – М.: Машгиз, 1959. – 146 с.
2. Ловейкин В.С., Нестеров А.П. Динамическая оптимизация подъемных машин. – Луганск: Вид – во СНУ, 2002. – 368 с.
3. Тимошенко С.П., Янч Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
4. Кожевников С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах. – К.: Наук. Думка, 1986. – 285 с.