

УДК 621.876

**Б. Хоміцький, Ю. Гладь, канд. техн. наук; доц.**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

## ДИНАМІЧНІ ЗУСИЛЛЯ ПРИ ПЕРЕМІЩЕННІ ВАНТАЖУ ПО ГРУНТУ

UDC 621.876

**B. Khomitsky, Yu. Hlado, Ph.D.; Assoc. Prof.**

## DYNAMIC EFFORTS WHEN MOVING LOADS ON THE GROUND

Розглянемо процес переміщення вантажу по горизонтальній поверхні за допомогою лебідки, установленної на гвинтову опору та обладнаною двигуном постійного струму. Такий випадок може мати місце у польових умовах при живленні електроприводу від акумулятора.

Вважатимемо, що кожен з елементів моделі має певну жорсткість та в'язкість, які описуються у вигляді лінійних залежностей від деформацій та швидкостей. На вантаж також діють сили сухого та в'язкого тертя, які протидіють рухові.

Для аналізу динамічних зусиль, які виникають у системі, запишемо рівняння руху її основних складових частин

$$\begin{aligned}m_3\ddot{x}_3 &= c_2(x_1 + R\varphi_2 - x_3) + \beta_2(\dot{x}_1 + R\dot{\varphi}_2 - \dot{x}_3) - \beta_3\dot{x}_3 - m_3gf_3; \\(m_1 + m_2)\ddot{x}_1 &= -c_1x_1 - \frac{T_m}{R} - \beta_1\dot{x}_1; \\J_2\ddot{\varphi}_2 &= -Rc_2(x_1 + R\varphi_2 - x_3) - R\beta_2(\dot{x}_1 + R\dot{\varphi}_2 - \dot{x}_3) + T_m.\end{aligned}$$

Привідний механізм обертається за допомогою електричного двигуна постійного струму, зведений обертовий момент якого у робочій зоні електромеханічної характеристики можна апроксимувати лінійною залежністю виду  $T_m = T_0\left(1 - \frac{\dot{\varphi}_2}{\omega_0}\right)$ .

Розглянемо процес пуску приводу при ослабленому канаті. Цей випадок при горизонтальному транспортуванні найчастіше зустрічається на практиці і є найбільш навантаженим з точки зору динамічних зусиль, які виникають у системі, в першу чергу у канаті. При такому пуску електродвигун встигає набрати достатніх обертів, щоб досягти максимальної швидкості. Тоді виникає явище майже ударного навантаження системи. Початкові умови (при  $t = 0$ ) матимуть вигляд

$$x_1 = 0; \dot{x}_1 = 0; x_3 = 0; \dot{x}_3 = 0; \varphi_2 = 0; \dot{\varphi}_2 = \omega_0.$$

Динамічні навантаження у канаті складаються із пружних деформацій каната та його в'язкого опору і виражаються залежністю

$$P_k = c_2(x_1 + R\varphi_2 - x_3) + \beta_2(\dot{x}_1 + R\dot{\varphi}_2 - \dot{x}_3).$$

Дослідження показали, що в межах конструктивних можливостей приводу лебідки його маса та момент інерції незначно впливають на динамічні зусилля, особливо, якщо вони значно менші маси вантажу. Підвищення жорсткості канату дещо збільшує динамічні навантаження,

а також сприяє більшій кількості коливань системи. Збільшення жорсткості опори значно збільшує динамічну складову навантажень, що пояснюється великими прискореннями під час гальмування розігнаного двигуна пружним канатом. Збільшення параметрів в'язкості в загальному зменшує коливний процес, проте рівень загальних статичних та динамічних зусиль зростає внаслідок зниження рухомості системи.

Тому з метою зниження динамічних навантажень у системі слід зменшувати масу приводу та, до певної міри, зменшувати жорсткість опори лебідки. Швидкість транспортування повинна обиратись мінімально необхідною, з врахуванням призначення, потужності приводу та характеристики вантажу.