

Зелінський Б.В., студент; *наук. кер. Нєженцев О.Б., к.т.н., доц.*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: nezhentsev@meta.ua

АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ОПУСКАННІ ВАНТАЖІВ КОЗЛОВИМ КРАНОМ

Інтенсифікація вантажно-розвантажувальних робіт неможлива без підвищення робочих швидкостей кранових механізмів, що в свою чергу призводить до підвищення динамічних навантажень в канатах, металоконструкціях та елементах приводів вантажопідйомних кранів. В зв'язку з цим актуальною є задача зниження вказаних динамічних навантажень, в першу чергу при опусканні (плавній «посадці» та точному позиціонуванні) вантажів.

Слід відзначити, що в робочому циклі механізму підйому, процеси опускання вантажу займають значно більше часу (тобто більше впливають на продуктивність кранів), аніж процеси підйому, і є більш небезпечними як з позиції збереження вантажів які транспортуються, так і безаварійності при позиціонуванні і «посадці» вантажів.

Оскільки, одним з найбільш ефективних шляхів здійснення плавного та точного опускання вантажу є застосування динамічного гальмування, то в панелях управління силовими і магнітними контроллерами механізмів підйому встановлюють пристрої, які реалізують вказаний вид гальмування двигуном (наприклад, контроллери ККТ65А, ККТ69А, ТСД). Проте, не дивлячись на переваги динамічного гальмування при опусканні вантажів, вказаний режим використовується рідко. Однією з причин є відсутність рекомендацій по вибору параметрів режиму динамічного гальмування, що може призвести до збільшення часу опускання вантажу, або не дозволить суттєво знизити динамічні навантаження.

Мета роботи: аналіз впливу різних факторів на динамічні навантаження при опусканні вантажу козовим краном в режимі динамічного гальмування.

Процес опускання вантажу складається з декількох етапів:

- опускання вантажу при роботі двигуна в режимі силового пуску;
- опускання вантажу при роботі двигуна в генераторному режимі;
- опускання вантажу при роботі двигуна в режимі динамічного гальмування до моменту дотику вантажу основи;
- послаблення канатів і розвантаження металоконструкції крану після того як вантаж доторкнувся основи.

Процеси опускання вантажу краном, представленого тримасовою динамічною моделлю, описуються системами нелінійних диференціальних рівнянь [1].

Зведена до канатів сила приводу підйому вантажу P_D визначається за формулами:

- в рушійному та генераторному режимах при опусканні вантажу

$$P_D = \pm \frac{K_j \cdot (V_0 + \dot{y}_\Pi)}{B_j + (V_0 + \dot{y}_\Pi)^2}; \quad (1)$$

- в режимі динамічного гальмування

$$P_D = P_{\text{дин}} = \frac{K_j \cdot \dot{y}_\Pi}{B_j + (\dot{y}_\Pi)^2}, \quad (2)$$

де $K_j = 2M_k \cdot s_{kj} \cdot V_0 \frac{u_m}{r} \eta$; $B_j = s_{kj}^2 \cdot V_0^2$ - константи для j -ої штучної характеристики двигуна;

M_k - критичний момент двигуна; s_{kj} - критичне ковзання для j -ої механічної характеристики; $V_0, \dot{y}_\Pi$ - швидкості підйому вантажу, які відповідають синхронній та поточній частотам обертання ротора двигуна; u_m - передаточне число приводу; r - радіус барабану; η - ККД механізму підйому.

Для інтегрування систем нелінійних диференціальних рівнянь [1] спільно з виразами (1), (2) численним методом розроблена багатofункціональна комп'ютерна програма, яка дозволяє з високою точністю розраховувати значення та будувати графіки зміни переміщень, швидкостей та прискорень зведених мас крану та вантажу, навантажень в металоконструкціях крану та канатах при опусканні вантажів в різних режимах [2].

Для козлового крану вантажопідйомністю 20 т було досліджено велику кількість процесів опускання вантажів. В результаті їх обробки побудовані графіки, які відображають залежності коефіцієнту динамічності металоконструкції крану K_M , коефіцієнту динамічності в канатах K_K , часу опускання номінального вантажу і інших. параметрів від висоти опускання вантажу H та механічних характеристик електроприводу в режимі динамічного гальмування. На рисунку наведені графіки залежностей коефіцієнтів динамічності K_M та K_K від вказаних факторів.

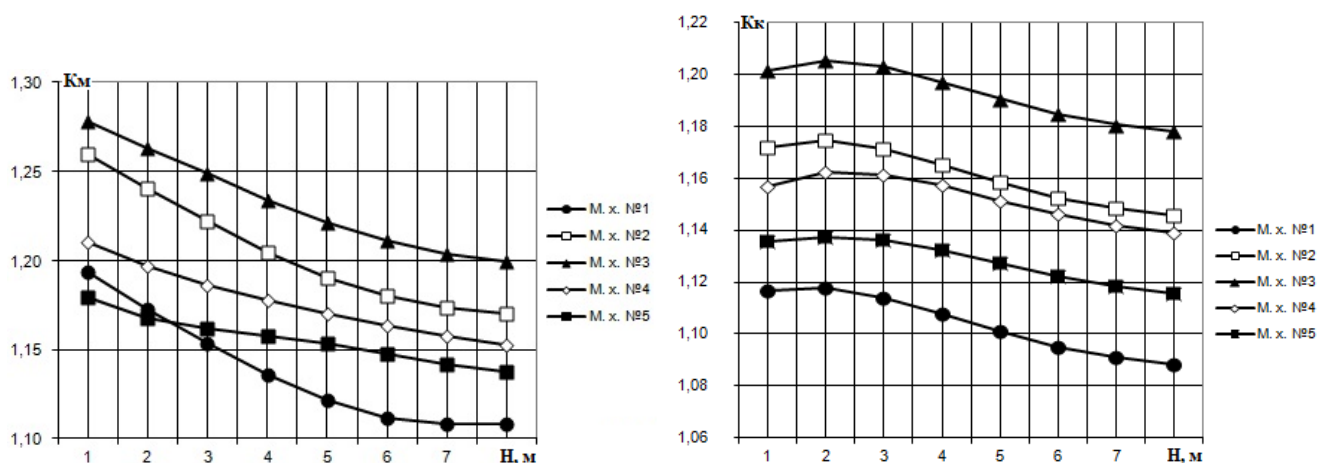


Рисунок - Графіки залежності K_M та K_K від висоти і механічних характеристик при опусканні вантажу в режимі динамічного гальмування

Висновки

Аналіз результатів досліджень при опусканні вантажу показав, що на відміну від підйому «з підхватом» коефіцієнти динамічності навантажень в канатах K_K та металоконструкції крану K_M залежать від висоти опускання H . Вони зменшуються приблизно на 9% при збільшенні висоти опускання до 8 м. Найменші коефіцієнти динамічності K_K та K_M були отримані при опусканні по першій механічній характеристиці, найбільші – по третій. Найбільш швидке опускання вантажу було по першій механічній характеристиці, а найбільш повільне – по п'ятій. Застосування динамічного гальмування у порівнянні з колодковим гальмуванням при опусканні вантажів дозволяє знизити рівень максимальних динамічних навантажень більше ніж у 1,3 – 2 рази при зменшенні числа увімкнень електроприводу в 2 - 3 рази.

Вдосконалені математичні моделі козлового крану і програмне забезпечення дозволяють з високою точністю розраховувати динамічні навантаження в металоконструкції та канатах, швидкості і прискорення зведених мас крану та вантажу при опусканні останнього в різних режимах і, відповідно, вирішувати задачі зниження вказаних навантажень, як при модернізації кранів, які експлуатуються, так і під час проектування нових вантажопідйомних машин.

Список використаних джерел

1. Неженцев А.Б. Анализ переходных процессов при опускании грузов кранами мостового типа / А.Б. Неженцев, С.М. Аветисян // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, № 5(135). – Луганськ: Вид-во СХУ ім. В. Даля, 2009. – с. 122-128.
2. Аветисян С.М. Программное обеспечение для исследования переходных процессов грузоподъемных кранов (часть 2: при работе механизмов подъема грузов / С.М. Аветисян, А.Б. Неженцев // Підйомно-транспортна техніка, № 1(9). - Дніпропетровськ, 2004. – с. 83-95.