

УДК 621.86

В.І. Мельник, О.Б. Неженцев

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

Параметри частотного управління при розгоні мостового крана

Дослідження процесів розгону мостових кранів з частотним управлінням [1] показали, що рівень максимальних динамічних навантажень на металоконструкцію крана S_M залежить від таких параметрів частотного керування як час роботи частотного перетворювача (T_p), крок зміни частоти напруги статора (h_q), та діапазон регулювання частоти (f_1).

Метою роботи є аналіз залежності максимальних динамічних навантажень на металоконструкцію мостового крана вантажопідйомністю 10 т від параметрів частотного управління.

Аналіз був виконаний за результатами комп'ютерного експерименту, який проведено на тримасовій динамічній моделі мостового крана [2]. Комп'ютерний експеримент полягав в тому, що система нелінійних диференціальних рівнянь, яка описує рух вказаної динамічній моделі крана при частотному управлінні, багаторазово інтегрувалася чисельним методом Рунге-Кутта за допомогою розробленої програми [3]. Максимальні динамічні навантаження на металоконструкцію крана S_M визначалися на кожному кроці інтегрування та приймалися за результат комп'ютерного експерименту при певному поєднанні факторів T_p , h_q , f_1 .

Матриця плану і результати комп'ютерного експерименту для динамічних навантажень S_M в металоконструкції мостового крана в/п 10 т наведені в табл. 1. У графах 5-7 показані натуральні значення варійованих факторів, а в графах 8-10 наведені результати комп'ютерного експерименту S_M , а також розраховані за рівнянням регресії значення \widehat{S}_M і їх різниця ΔS_M .

За методом найменших квадратів були розраховані коефіцієнти рівняння регресії для розрахунку і дослідження динамічних навантажень S_M при розгоні мостового крана в/п 10 т з частотним керуванням електроприводу пересування:

$$\widehat{S}_M = 7,2770 - 0,0405z_1 + 0,6989z_2 + 0,0551z_3 + 0,4079z_1z_2 + 0,2076z_1z_3 + 0,4047z_1^2 - 0,1833z_2^2 - 0,6133z_3^2, \quad (1)$$

де z_1 , z_2 , z_3 - кодовані значення факторів, відповідно, T_p , h_q , f_1 .

Перевірка адекватності рівняння регресії (1) здійснювалася за допомогою коефіцієнта варіації

$$\rho = \frac{1}{b_0} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (y_j - \hat{y}_j)^2}{N - \lambda}}, \quad (2)$$

де N - число дослідів; λ - число коефіцієнтів рівняння регресії.

Рівняння регресії (1) виявилось адекватним, тому що $\rho < 0,05$

Таблиця 1 - Динамічні навантаження S_M в металоконструкції мостового крана в/п 10 т при розгоні з частотним керуванням

№	z_1	z_2	z_3	T_p, c	$h_{ч}, Гц$	$f_1, Гц$	$S_M, кН$	$\widehat{S}_M, кН$	$\Delta S_M, кН$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	4	2,5	50	8,297	8,214	0,083
2	-1	1	1	2	2,5	50	6,993	7,064	-0,071
3	1	-1	1	4	0,5	50	5,903	6,001	-0,098
4	-1	-1	1	2	0,5	50	6,355	6,482	-0,127
5	1	1	-1	4	2,5	35	7,765	7,689	0,076
6	-1	1	-1	2	2,5	35	7,416	7,369	0,047
7	1	-1	-1	4	0,5	35	5,569	5,475	0,094
8	-1	-1	-1	2	0,5	35	6,727	6,787	-0,060
9	1	0	0	4	1,5	42,5	7,486	7,641	-0,155
10	-1	0	0	2	1,5	42,5	7,934	7,722	0,212
11	0	1	0	3	2,5	42,5	7,658	7,793	-0,135
12	0	-1	0	3	0,5	42,5	6,586	6,395	0,191
13	0	0	1	3	1,5	50	6,932	6,719	0,213
14	0	0	-1	3	1,5	35	6,452	6,609	-0,157
15	0	0	0	3	1,5	42,5	7,164	7,277	-0,113

Графічна інтерпретація залежності (1) відображується на графіках, що представлені на рисунку. Побудована залежність дозволяє досліджувати вплив вказаних факторів і їх взаємодії на максимальні динамічні навантаження на металоконструкцію крана S_M при частотно-регульованому розгоні.

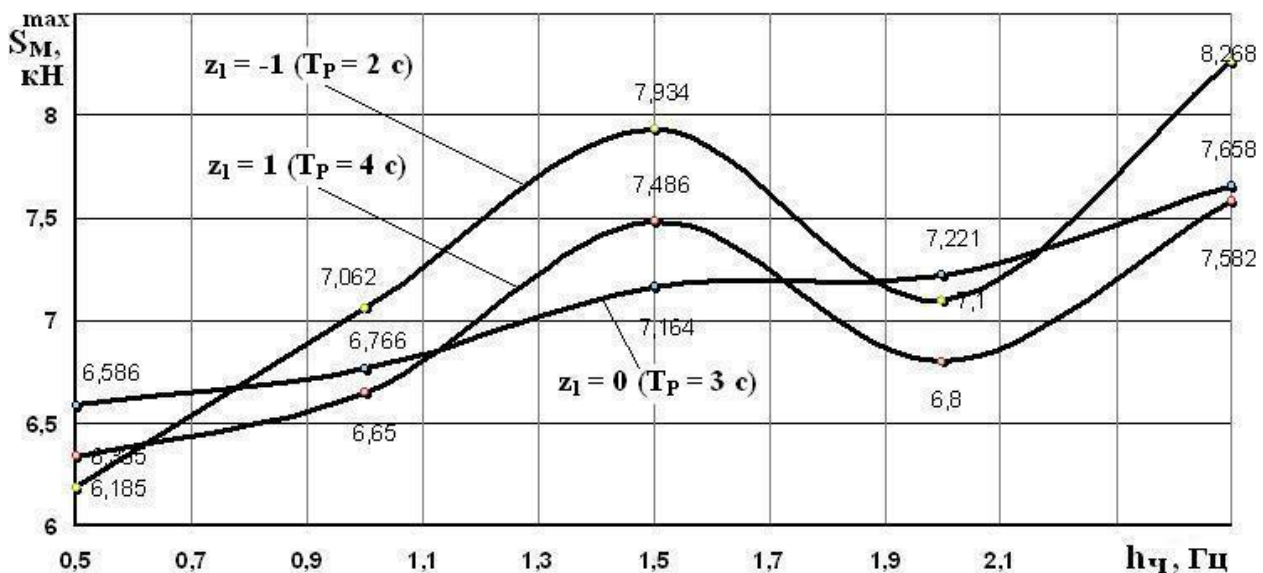


Рис. Графіки залежності максимальних динамічних навантажень на металоконструкцію мостового крана в/п 10 т від кроку зміни частоти $h_{\text{ч}}$ та часу роботи частотного перетворювача T_p

За результатами проведених досліджень встановлено наступні **висновки**:

1. Отриманий поліном (1) придатний для розрахунку максимальних динамічних навантажень на металоконструкцію мостового крана в/п 10 т при будь-яких значеннях факторів $T_p, h_{\text{ч}}, f_1$ у дослідженій області їх визначення.

2. При збільшенні кроку зміни частоти $h_{\text{ч}}$ максимальні динамічні навантаження на металоконструкцію крана S_M зростають на 26%, а час розгону крана t_p - зменшується більше ніж на 9%.

3. Зі збільшенням часу роботи частотного перетворювача T_p максимальні навантаження S_M знижуються на 24%, а час розгону крана t_p - зростає більш ніж на 10%.

4. Для зниження рівня максимальних динамічних навантажень на металоконструкцію мостових кранів S_M при частотно-регульованому розгоні необхідно: зменшувати крок зміни частоти $h_{\text{ч}}$ (наприклад, до 0,5 Гц); час роботи частотного перетворювача T_p в процесі пуску має бути максимально можливим.

4. У випадку, якщо плавність перехідного процесу важливіша, ніж продуктивність (наприклад, для монтажних кранів) розганяти кран треба до швидкості менше номінальної при зменшеному діапазоні регулювання частоти напруги статора (наприклад, від 0 до 35 Гц).

Список використаних джерел

1. Неженцев А.Б. Динамические нагрузки при передвижении мостовых кранов с частотным управлением / А.Б.Неженцев, С.М.Аветисян, Д.В.Гонтарь // Materiály IX mezinárodní vědecko - praktická konference «Přední vědecké novinky - 2013». Díl 10. Technické vědy. Chemie a chemická technologie: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2013. – s. 24–27.
2. Неженцев О.Б. Математичні моделі і програмне забезпечення для дослідження перехідних процесів вантажопідйомних кранів з частотним керуванням приводів пересування / О.Б. Неженцев, Г.О. Бойко, П.В. Збітнєв // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту: Серія «Транспортні системи і технології». – Вип. 30. - К.: ДЕТУТ, 2017. – С. 147-161.
3. Аветисян С.М. Програмное обеспечение для исследования переходных процессов грузоподъемных кранов (часть 1: при работе механизмов передвижения) / С.М. Аветисян, А.Б. Неженцев. // Підйомно-транспортна техніка. – 2003. – №4. – С. 33–48.