

УДК 621.874

ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ, ЯКІ ВИНИКАЮТЬ В ГОЛОВНІЙ БАЛЦІ МОСТОВОГО КРАНУ

Фідровська Н.М.¹, Чернишенко О.В.², Перевозник І.А.²,

Нестеренко В.В.³

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

²Українська інженерно-педагогічна академія

*³Первомайська філія Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова*

При пересуванні мостових кранів і вантажних візків виникають додаткові динамічні навантаження в рейках і кранових металоконструкціях, причиною яких являються різні різні геометричні відхилення рейкових шляхів і ходових коліс – поганий стан рейкових стиків, наявність вибоїн на рейках і поверхнях кочення ходових коліс, нерівності на бокових поверхнях рейків і на ребордах, вм'ятини, лиски, відхилення форми кранових ходових коліс, тощо.

Якщо умовно прийняти, що маса балки, яка рівномірно розподілена по всій її довжині, зосереджена в трьох перерізах: всередині прольоту і двох крайніх опорах. Тоді отримуємо систему з одним ступенем вільності, де $M = \frac{ml}{2}$. Координати рухомої сили визначаються її швидкістю v та часом руху t від початку лівої сторони балки.

Прогин балки у момент руху t від одиничної сили $F=1$ $f(t) = F\xi(t)$.

Прогин балки буде викликати динамічна сила, яка з'являється при пересуванні ходових коліс вантажного візка рейкою. Якщо рейка спирається по всій довжині на масивний фундамент, то в перерізі рейки, який знаходиться на відстані x_1, x_2 від тиску ходових коліс P_1, P_2 момент згину визначиться за формулою

$$M = \frac{1}{4\beta} (P_1\varphi_1 + P_2\varphi_2 + \dots);$$

де $\varphi = e^{-\beta x_i} (\cos \beta x_i - \sin \beta x_i)$,

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kB}{4EI}},$$

B – ширина підшви рейки, I, E – момент інерції і момент пружності рейки,

K – модуль основи.

Тиск під підшвою рейки $P = \frac{\beta}{2B} (P_1\psi_1 + P_2\psi_2 + \dots)$. Рівняння коливань системи буде мати вигляд

$$\ddot{z} + \omega z = \frac{\beta}{2M} \left\{ P_1 e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x) + P_2 e^{-\beta(x+a)} [\cos \beta(x+a) - \sin \beta(x+a)] \right\}$$

де M – зосереджена маса,

a – база крана,

ω – частота коливань.

Закон коливань буде мати вигляд

$$z = C_1 \cos \omega x + C_2 \sin \omega x + z_{\text{hast}},$$

де $z_{\text{hast}} = A e^{-bx} (\cos dx - \sin dx)$;

$$A = \frac{\beta}{2M}; \quad b = \beta; \quad d = \sqrt{P_1 - P_2 e^{-\beta a} (\cos \beta a + \sin \beta a) - \beta^2 - \omega^2}; \quad \omega = \sqrt{\omega}.$$

Власні коливання мають частоту

$$\omega = \sqrt{\frac{C}{M}} = \sqrt{\frac{96EJ}{ml^4}} = \frac{9,8}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}}.$$

Коефіцієнти C_1, C_2 знаходимо з початкових умов $z = 0|_{x=0}$ і $z = 0|_{x=l}$. Тоді

$$\text{отримуємо } C_1 = -\frac{\beta}{2M}, \quad C_2 = -\frac{\beta [\cos \omega l + e^{-\beta l} (\cos \omega l - \sin \omega l)]}{2M \sin \omega l}.$$

Рівняння тоді приймає вигляд

$$z = -\frac{\beta}{2M}$$
$$\left[\begin{array}{l} \cos wx + \frac{\cos wl + e^{-\beta l} (\cos dl - \sin dl)}{\sin wl} \times \\ \times \sin wx + e^{-\beta x} (\cos dx - \sin dx) \end{array} \right].$$

Якщо $wl \rightarrow \frac{\pi}{2}$, то маємо критичний резонансний режим.