

УДК 621.874.027.5:534

**ВИЗНАЧЕННЯ КОЛИВАНЬ, ЯКІ ВИНИКАЮТЬ В ПІДКРАНОВИХ БАЛКАХ  
МОСТОВИХ КРАНІВ ПРИ ПЕРЕСУВАННІ ХОДОВИХ КОЛІС**

**©Фідровська Н. М., Краснокутська Т. Б., Чернишенко О. В.**

*Українська інженерно-педагогічна академія*

**Інформація про авторів:**

**Фідровська Наталія Миколаївна:** ORCID: 0000-0002-5248-273X; mot@uipa.edu.ua; доктор технічних наук; професор кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

**Краснокутська Тетяна Борисівна:** ORCID: 0000-0002-5259-0300; krat63@mail.ru; завідувач лабораторією кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

**Чернишенко Олександр В'ячеславович:** ORCID: 0000-0003-3255-1088; chernishen@ya.ru; кандидат технічних наук; старший викладач кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

В статті розглянуто питання визначення коливань в підкранових балках мостових кранів, які з'являються при пересуванні мостових кранів з урахуванням діючого тиску, який виникає під подошвою рейки при опиранні рейки по всій довжині на масивний фундамент.

Були визначені формули частоти коливань, швидкості і прискорення, які виникають в підкранових балках з урахуванням ушкодження кранового шляху і ходової частини мостового крану, що базуються на експериментальних дослідженнях виконаних на промислових зразках кранів. Оцінка цих величин та внесення необхідних корективів дозволить значно знизити навантаження в кінцевих балках при проектуванні нових об'єктів та продовжити термін експлуатації діючих.

Отримане рішення залежить від геометричних і пружних параметрів рейки і модуля основи, а також від бази крана і геометричних розмірів підкранової балки.

**Ключові слова:** кран мостовий; балка підкранова; колесо ходове; динамічні навантаження; частота коливань; рейка підкранова.

**Фидровская Н. Н., Краснокутская Т. Б., Чернышенко А. В.** «Определение колебаний, возникающих в подкрановых балках мостовых кранов при передвижении ходовых колес».

В статье рассмотрены вопросы определения колебаний в подкрановых балках мостовых кранов, которые возникают при передвижении мостовых кранов с учетом действующего давления, возникающего под подошвой рельса при опирании рельса по всей длине на фундамент.

Были определены формулы частоты колебаний, скорости и ускорения, которые возникают в подкрановых балках с учетом повреждения кранового пути и ходовой части мостового крана, основанные на экспериментальных исследованиях, выполненных на промышленных образцах кранов. Оценка этих величин и внесение необходимых коррективов позволит значительно снизить нагрузку в конечных балках при проектировании новых объектов и продлить срок эксплуатации действующих.

Полученные решения зависят от геометрических и упругих параметров рельсы и модуля основания, а также от базы крана и геометрических размеров подкрановой балки.

**Ключевые слова:** кран мостовой; балка подкрановая; колесо ходовое; динамические нагрузки; частота колебаний; рельс крановый.

**Fidrovskа N., Krasnokutskа T., Cherneshenko A.** “Define vibrations arise in up crane beam bridge crane at movement motion wheels”.

In article it is considered questions define of vibrations arise in up crane beam bridge crane at movement motion wheels with calculation acting pressure which appear under foot rail by based on foundation of all length.

Define the formula often of vibration, speed and accelerations arise in up crane beam.

Define the decision depend from geometrical and elastic parameters of rail and module of basis and also from base of crane and geometrical dimensions of up crane beam.

**Keywords:** bridge crane; up crane beam motion wheel; dynamic loadings; define of vibrations.

### 1. Вступ

При роботі мостових кранів в металоконструкціях підкранових балок виникають досить значні деформації, що являється результатом дії вертикальних навантажень від ваги крану і вантажу та горизонтальних внаслідок гальмівного зусилля вантажного візка. Питання визначення навантажень, які виникають в підкранових балках при пересуванні ходових коліс, являється дуже суттєвим і актуальним.

### 2. Постановка задачі

Як було показано раніше [1–4] навантаження ходових коліс викликають згин і кручення кранових рейок. Методи розрахунків підкранових балок являються недосконалими, вони потребують уточнення. Необхідно ураховувати ушкодження кранового шляху і ходової частини мостового крану. Забезпечення підвищення довговічності і безпечної експлуатації металоконструкції крана може створюватися тільки на підставі розробки уточнюючих методів розрахунків.

### 3. Викладення основного матеріалу

Було отримано диференційне рівняння [4]

$$\ddot{Z} + \varpi \cdot Z = \frac{\beta}{2M \cdot B} \left\{ P_1 \cdot e^{-\beta \cdot x} (\cos \beta x - \sin \beta x) + P_2 \cdot e^{-\beta(x+a)} [\cos \beta(x+a) - \sin \beta(x+a)] \right\} \quad (1)$$

де  $P_1, P_2$  – тиск під колесами;

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{\kappa B}{4EI}};$$

$$M = \frac{ml}{2},$$

$m$  – інтенсивність розподілу маси балки;

**Піднімально-транспортні машини**

$l$  – довжина балки;

$B$  – ширина підшви рейки,

$I, E$  – момент інерції і момент пружності рейки.

$\kappa$  – модуль основи.

Розв'язок рівняння (1) будемо шукати у вигляді

$$z = C_1 \cos wx + C_2 \sin wx + z_{\text{hast}} \quad (2)$$

де

$$z_{\text{hast}} = A_1 e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x) + A_2 e^{-\beta(x+a)} [\cos \beta(x+a) - \sin \beta(x+a)] \quad (3)$$

$$A_1 = \frac{P_1 \beta}{2MB(w - \beta^4)}, \quad A_2 = \frac{P_2 \beta}{2MB(w - \beta^4)}.$$

Коефіцієнти  $C_1, C_2$  знаходимо з початкових умов  $z(0) = 0, z(L) = 0$ .

$$C_1 = -(P_1 + P_2) \frac{\beta}{2MB(w - \beta^4)},$$

$$C_2 = -\frac{\beta}{2MB(w - \beta^4) \sin wL} \left\{ P_1 [1 + e^{-\beta L} (\cos \beta L - \sin \beta L)] + P_2 + P_2 e^{-\beta(L+a)} [\cos \beta(L+a) - \sin \beta(L+a)] \right\}.$$

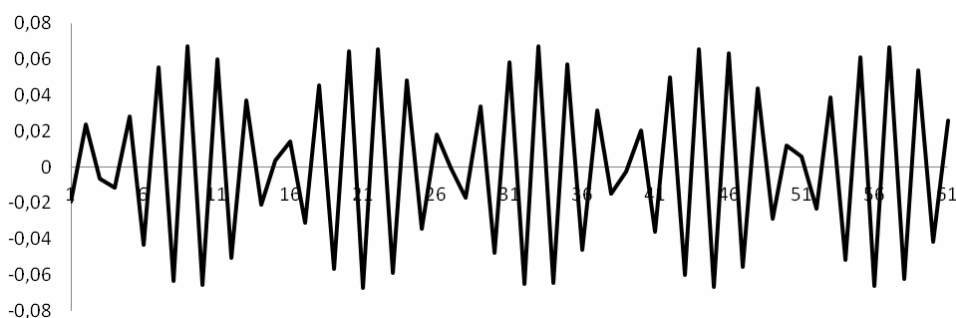
Отримаємо рівняння для швидкості і прискорення

$$\dot{z} = w(C_2 \cos wx - C_1 \sin wx) - 2A_1 \beta e^{-\beta x} \cos \beta x + 2A_2 e^{-\beta(x+a)} \cos \beta(x+a),$$

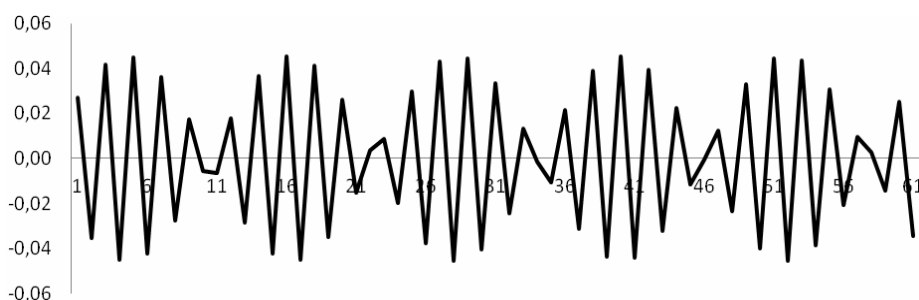
$$\ddot{z} = -w^2(C_1 \cos wx + C_2 \sin wx) + 2A_1 \beta^2 e^{-\beta x} (\sin \beta x + \cos \beta x) - 2A_2 \beta^2 e^{-\beta(x+a)} [\sin \beta(x+a) + \cos \beta(x+a)].$$

Нами були проведені розрахунки для мостового крана з такими параметрами:  $P_1 = 250$  кН,  $P_2 = 220$  кН, рейка марки Р38,  $B = 114$  мм,  $I = 1222$  см<sup>4</sup>,  $W = 180$  см<sup>3</sup>,  $E = 210000$  Н/см<sup>2</sup>;  $\kappa = 12$  Н/мм<sup>3</sup>,  $L = 20$  м.

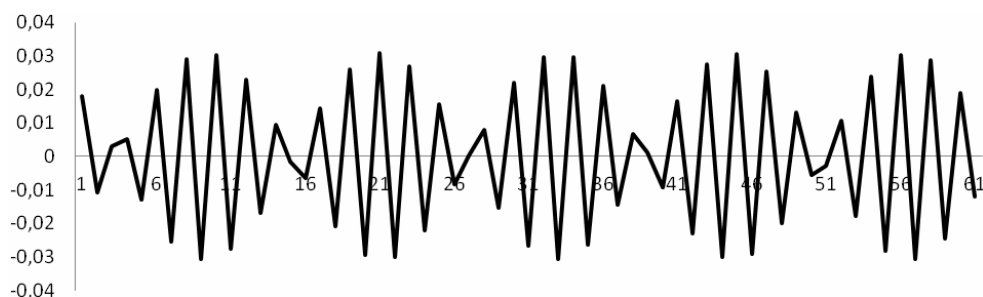
Результати розрахунків наведені на рисунках 1–3.



**Рис. 1** – Результати розрахунків для коливань



**Рис. 2** – Результати розрахунків для швидкості

**Рис. 3** – Результати розрахунків для прискорення**Висновки**

Як бачимо, дійсні коливання, які виникають в підкранових балках при пересуванні кранових ходових коліс мають досить значні величини, що потребує їх обов'язкового врахування при проектуванні кранів мостового типу.

**Список використаних джерел:**

1. Ковальський Б. С. Расчет крановых рельсов / Б. С. Ковальський // *Подъем.-трансп. оборуд.* – Киев: Техника, 1978. – Вып. 9. – С. 3–8.
2. Будівельна механіка металевих конструкцій дорожно-будівельних, підйомних і транспортних машин: підручник / В. Д. Шевченко, В. Г. Піскунов, Ю. М. Федорченко, В. К. Присяжнюк, О. В. Марчук; за ред. В. Г. Піскунова, В. Д. Шевченка. – К. : Вища шк., 2004. – 438с.
3. Фідровська Н. М. Визначення напружень в підкрановій рейці / Н. М. Фідровська, Т. Б. Краснокутська // *Машинобудування: зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад.* – Харків, 2014. – Вип.14. – С. 54–59.
4. Фідровська Н. М. Коливальні процеси в головній балці мостового крана / Н. М. Фідровська, Т. Б. Краснокутська // *Машинобудування: зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад.* – Харків, 2015. – Вип. 15. – С. 60–64.

**References**

1. Kovalskiy, B 1978, 'Raschet kranovykh relsov', *Podyemno-transportnoye oborudovaniye*, iss. 9, pp. 3-8.
2. Shevchenko, V, Piskunov, V, Fedorchenko, Yu, Prisyazhniuk, V & Marchuk, O 2004, *Budivselna mekhanika metalevykh konstruksii dorozhno-budivselnykh, pidiomnykh i transportnykh mashyn*, Vyshcha shkola, Kyiv.
3. Fidrovskaya, N & Krasnokutskaya, T 2014, 'Vyznachennia napruzhen v pidkranovii reitsi', *Mashynobuduvannia*, iss. 14, pp. 54-59.
4. Fidrovskaya, N & Krasnokutskaya, T 2015, 'Kolyvalni protsesy v holovnij baltsi mostovoho kрана', *Mashynobuduvannia*, iss. 15, pp. 60-64.

Стаття надійшла до редакції 30 листопада 2015 р.