

УДК 621.874:531

УДАРНІ НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ПЕРЕСУВАННІ МОСТОВИХ КРАНІВ©**Фідровська Н. М.¹, Перевозник І. А.²***Українська інженерно-педагогічна академія¹**Харківський державний автомобільно-дорожній коледж²***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.

Перевозник Ігор Анатолійович: ORCID: 0000-0002-4278-523X; mot@uipa.edu.ua; викладач циклової комісії бухгалтерського обліку; Харківський державний автомобільно-дорожній коледж; вул. Котельниківська, 3, м. Харків, 61051, Україна.

В статті розглянуті питання впливу стику рейкових колій на динамічні навантаження, які будуть виникати в підкранових балках при пересування ходових коліс. Під час удару в зоні контакту колеса з рейкою виникає контактна сила пружної деформації системи колесо-рейка. Ударний імпульс розширюється у вигляді хвилі пружної деформації по всій металоконструкції крана.

Для вирішення поставленої задачі було використано рівняння вимушених коливань стрижня при поперечному пружному ударі.

Проведені дослідження дозволили отримати рішення, яке дає змогу визначати прогин підкранової рейки і коефіцієнт динамічності при проходженні колеса через стик.

Ключеві слова: кран мостовий; візок вантажний; колесо ходове; динамічні навантаження; рейковий стик; частота коливань; коефіцієнт динамічності.

Фидровская Н. Н., Перевозник И. А. «Ударные нагрузки при передвижении мостовых кранов».

В статье рассмотрены вопросы влияния стыка рельсового пути на динамические нагрузки, которые будут возникать в подкрановых балках при передвижении ходовых колес. Во время удара в зоне контакта колеса с рельсом возникает контактная сила упругой деформации системы колесо – рельс. Ударный импульс расширяется в виде волны упругой деформации по всей металлоконструкции крана.

Для решения поставленной задачи было использовано уравнение вынужденных колебаний при поперечном упругом ударе.

Проведенные исследования позволили получить решение, которое дает возможность определить прогиб подкранового рельса и коэффициент динамичности при прохождении колеса через стик.

Ключевые слова: кран мостовой; тележка грузовая; колесо ходовое; динамические нагрузки; рейковый стик; частота колебаний; коэффициент динамичности.

Fidrovskaya N., Perevoznik I. “Blow loading at motion of bridge crane”.

In article it is considered questions of influence joint of rail on dynamic loading that will arise in crane beam at motion of wheel walk. In time of blow in the zone of contact wheel with rail arise contact loading of elastic deformation system wheel – rail. Blow impulse widen in appearance wave of elastic deformation on all metallic design of crane.

Піднімально-транспортні машини

For calculation putting problem is use equation of forced vibrations at diametrical elastic blow.

Conduction research allow to get decision that let possible to define bend of crane rail and dynamic coefficient at motion the wheel across joint.

Key words: bridge crane; cargo carts; wheel walk; dynamic loading; joint of rail; frequent of vibrations; dynamic coefficient.

1. Вступ

При пересуванні кранів рейковими шляхами при наїзді на концеві упори і при проході колесами місцевих нерівностей рейок виникають ударні навантаження, які приводять до передчасного викришування матеріалу доріжки кочення ходових коліс і поломці вихідних валів навісних редукторів механізмів пересування кранів. Крім цього, під час удару в зоні контакту колеса з рейкою виникає контактна сила пружної деформації системи колесо-рейка. Ударний імпульс розширюється у вигляді хвилі пружної деформації по всій металокопструкції крана.

Розрахунок таких навантажень являється досить складним, це пояснюється багатофакторністю цього процесу. Питаннями визначення ударних навантажень при переході колеса через стик рейок займалися такі відомі вчені, як М. О. Лобов [1], Казак [2], В. Ф. Гайдамака[3] та інші.

2. Викладення основного матеріалу

Для вирішення поставленої задачі використовуємо рівняння вимушених коливань стрижня при поперечному пружному ударі [4]

$$EJw_x''''(x,t) + \mu w_t''(x,t) = P(x,t) \quad (1)$$

де $w(x,t)$ – прогин стрижня в довільному перерізі; x – координата перерізу; t – координата часу; EJ – жорсткість перерізу; μ – маса одиниці довжини стрижня; $P(x,t)$ – збурюючі навантаження.

Приймаємо функцію прогину стрижня

$$w(x,t) = w(t) \sin \frac{\pi(l-x)x}{2(l-a)a}; \quad (2)$$

де a – відстань від кінця балки до місця удару; l – довжина балки.

Тоді рівняння (1) приймає вигляд

$$\mu \frac{d^2 w}{dt^2} + \frac{EJ\pi^4(l-4x)(l-2x)}{4a^4(l-a)^4} \sin \frac{\pi(l-x)x}{2a(l-a)} w(t) = P(x,t) \quad (3)$$

Приймаємо значення сили $P(x,t)$ [5]

$$P(x,t) = F \left(1 + \sqrt{\frac{2h}{\delta_c}} \right) \quad (4)$$

де F – статичне навантаження, яке відповідає вазі падаючого навантаження;

h – висота падіння;

δ_c – статична деформація балки

$$\delta_c = \frac{lF}{AE},$$

де A – площа поперечного перерізу балки.

Після вирішення диференційного рівняння (3) отримаємо вираз для прогину

$$w(x, t) = C_1 \sin \sqrt{\frac{b}{\mu}} t + C_2 \cos \sqrt{\frac{b}{\mu}} t + \frac{P}{b} \quad (5)$$

де

$$b = \frac{EJ\pi^4 (l-4x)(l-2x)}{4a^4 (l-a)^4} \sin \frac{\pi(l-x)x}{2a(l-a)}.$$

Коефіцієнти C_1, C_2 знаходимо з початкових умов $w(0) = w''(0) = 0$.

$$C_1 = 0, C_2 = -\frac{P}{b}.$$

Тоді отримаємо

$$w(x, t) = \frac{P}{b} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{b}{\mu}} t \right) \quad (6)$$

Коефіцієнт динамічності можна визначити за формулою

$$k = 1 + \sqrt{\frac{2h}{\delta_c}} \quad (7)$$

Проведемо розрахунок для мостового крана вантажопідйомністю 12,5 т, прогоном 16,5 м з підкрановою рейкою К70 і навантаженням на колесо 70000 Н. При $h=3$ мм коефіцієнт динамічності, визначений за формулою (7) становить 1,734, при $h = 5$ мм – 2,106, при $h = 7$ мм – 2,31.

Висновки

Отримане рішення, яке дозволяє визначити прогин підкранової рейки і коефіцієнт динамічності при проходженні колеса через стик.

Список використаних джерел:

1. Лобов Н. А. Динамика грузоподъемных кранов / Н. А. Лобов. – М. : Машиностроение, 1987. – 160 с.
2. Казак С. А. Динамика мостовых кранов / С. А. Казак. – М. : Машиностроение, 1968. – 332 с.
3. Гайдамака В. Ф. Грузоподъемные машины / В. Ф. Гайдамака. – Київ : Вища шк., 1989. – 208 с.
4. Ракивненко В. Н. Поперечный упругий удар по стержню. Решение в элементарных функциях / В. Н. Ракивненко // Прочность и долговечность горных машин. – 1975. – Вып. 3. – С. 220-231.
5. Писаренко Г. С. Опір матеріалів / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Є. С. Уманський. – Київ : Вища школа, 2004. – 455 с.

References

1. Lobov, N 1987, *Dinamika gruzopodyemnykh kranov*, Mashinostroyeniye, Moskva.
2. Kazak, S 1968, *Dinamika mostovykh kranov*, Mashinostroyeniye, Moskva.
3. Gaydamaka, V 1989, *Gruzopodyemnyye mashiny*, Vishcha shk., Kyiv.
4. Rakiyvenko, V 1975, 'Poperechnyy uprugiy udar po sterzhnyu. Resheniye v elementarnykh funktsiyakh', *Prochnost i dolgovechnost gornyykh mashin*, iss. 3, pp. 220-231.
5. Pysarenko, H, Kvitka, O & Umanskyi, Ye 2004, *Opir materialiv*, Vyshcha shkola, Kyiv.

Стаття надійшла до редакції 11 травня 2018 р.