

УДК 62-592.11

## **АНАЛІЗ РОБОТИ КОЛОДКОВИХ ГАЛЬМ**

**©Фідровська Н. М.<sup>1</sup>, Хурсенко С. В.<sup>2</sup>**

*Українська інженерно-педагогічна академія<sup>1</sup>*

*Харківський державний автотранспортний коледж<sup>2</sup>*

### **Інформація про авторів:**

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

**Хурсенко Сергій Васильович:** ORCID: 0000-0002-2373-4322; sergeyhursenko@ukr.net; викладач циклової комісії автомобілей; Харківський державний автотранспортний коледж; пл. Конституції, 28, м. Харків, 61003, Україна.

В статті розглянуто питання ефективної роботи колодкових гальм, які використовуються для механізмів вантажопідйомних кранів. Показані недоліки, які значно погіршують роботу як самих гальмових пристроїв, так і роботи кранових механізмів. Проектні розрахунки не враховують пружні деформації гальмівного шківа і виникаючих при цьому деформацій гальмівних колодок, що змінює площину їх контакту і значно погіршує роботу гальма.

Визначення площини взаємодії колодки і гальмового шківа дає змогу визначити дійсні контактні напруження і оцінити надійність і довговічність колодкових гальм.

В роботі отримано рішення для визначення радіальних прогинів гальмівного шківа, що дає змогу визначити деформацію колодок і дійсну площину прилягання їх до шківа.

**Ключові слова:** гальма; колодка; гальмовий шків; кран; механізм; надійність; сила; контактні напруження; деформації.

### ***Фидровская Н. Н., Хурсенко С. В. «Анализ работы колодочных тормозов».***

В статье рассмотрен вопрос эффективной работы колодочных тормозов, которые используются для механизмов грузоподъемных кранов. Показаны недостатки, которые значительно ухудшают работу как самих тормозных устройств, так и работу крановых механизмов. Проектные расчеты не учитывают упругие деформации тормозного шкива и возникающих при этом деформаций тормозных колодок, что изменяет площадь контакта и значительно ухудшает работу тормозов.

Определение площади взаимодействия колодки и тормозного шкива дает возможность определить действующие контактные напряжения и оценить надежность и долговечность колодочных тормозов.

В работе получено решение для определения радиальных прогибов тормозного шкива, что дает возможность определить деформацию колодок и действительную площадь прилегания их к шкиву.

**Ключевые слова:** тормоз; колодка; тормозной шкив; кран; механизм; надежность; сила; контактные напряжения; деформация.

### ***Fidrovskaya N., Khursenco S. “Analysis work of last brake”.***

In this article it is considered the question of effective work last brake, which use for machinery lifting crane. Show demerits which considerable make worse work both themselves last

brake, and work lifting crane. Project calculations not calculation elastic deformation brake of pulley and appearing while this deformations of last brakes, that changes the square of contact and considerably worsens the work of brakes.

The definition of the square of interaction of last brakes and brake of pulley gives an opportunity to define acting contact strains and to evaluate safety and long-termicity of last brakes.

In this work there is achieved the solution for definition of defining radial bends of pulley, what gives and opportunity to define the deformation of last brakes and real square of their contact to pulley.

**Key words:** brake; last; brake pulley; crane; mechanism; safety; strong; contact strain; deformation.

## 1. Вступ

Нормально замкнені автоматичні гальма отримали широке застосування в наслідок своєї простоти і надійності. Вони встановлюються на механізмах підйому, пересування, повороту і підйому стріли. Питаннями дослідження колодкових гальм займалися багато вчених: М. П. Олександров [1], А. І. Вольченко [2], В. Ф. Гайдамака [3], Х. Дресінг [4], Ф. Курт [5] і інш. В цих роботах були розглянуто і вирішено багато проблем, пов'язаних з проектуванням і експлуатацією гальмових пристроїв. Але експлуатація мостових кранів показує велике число недоліків ефективності роботи гальмових пристроїв. Особливі проблеми виникають в роботі механізми пересування мостового крану, що пояснюється великими динамічними зусиллями при роботі механізму пересування з роздільним приводом.

## 2. Постановка проблеми

Параметрична надійність гальма характеризує якість його функціонування, яке диктується його безпекою і ефективністю роботи. Характер зміни гальмівного моменту визначається характером зміни тиску на поверхні тертя. Крім тертя на характер зростання гальмівного моменту впливає коефіцієнт тертя за рахунок зміни питомого тиску, швидкості та температури.

Дослідження показують, що в процесі гальмування під тиском колодок гальмівний шків деформується і приймають еліптичну форму [6]. Таку ж форму приймають і колодки. Після вимикання гальма шків приймає попередню форму, а в гальмах зберігається остатні деформації і тому його форма вже відрізняється від дуги кола.

При наступному гальмуванні площа дотику колодок та гальмівного шківів вже не буде суцільною. Все це буде приводити до підгоряння колодок, що спостерігається на практиці.

## 3. Викладення основного матеріалу

Для розрахунку міцності колодки використовують систему рівнянь рівноваги елементу колодки [7], прийняту з допущеннями, що подовжні волокна кривого бруса колодки не спричиняють при згині тиск один на одне і між кривим брусом і основою зберігається суцільний безперервний контакт.

$$\begin{cases} \frac{dN}{d\varphi} + Q - fR_b p(\varphi) = 0 \\ \frac{dQ}{d\varphi} - N + R_b p(\varphi) = 0 \\ \frac{dM}{d\varphi} - QR + h_a R_b p(\varphi) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

**Піднімально-транспортні машини**

де

$$N = \frac{EF}{R} \left( \frac{du}{d\varphi} - w \right)$$

$$M = \frac{ES}{R} \left( \frac{du}{d\varphi} + \frac{d^2w}{d\varphi^2} \right)$$

$$v = \frac{1}{R} \left( u + \frac{dw}{d\varphi} \right)$$

де  $w$  – переміщення точок нейтральної поверхні в напрямку осі  $x$ ; $u$  – переміщення точок нейтральної осі в напрямку дотичної; $v$  – кут повороту елемента.

Переміщення точок нейтральної поверхні ободу в напрямку осі  $x$ , яка проходить через середину гальмової колодки можна вирахувати за формулою

$$w = -\frac{R^3}{EI} \int_{-\varphi_1}^{\varphi_1} P(\varphi) \left( \frac{1}{\pi} - \frac{\varphi \sin \varphi}{4} - \frac{\cos \varphi}{4} \right) d\varphi. \quad (2)$$

Якщо прийняти закон змінення сили  $P(\varphi)$  у вигляді

$$P(\varphi) = P_0 \cos \varphi \quad (3)$$

тоді отримаємо

$$w = -\frac{P_0 R^3}{EI} \left( \frac{2}{\pi} \sin \varphi_1 - \varphi_1 - \frac{5}{4} \sin 2\varphi_1 \right) \quad (4)$$

**Висновки**

Отримано функцію прогину гальмівного ободу дозволяє вирішувати задачі міцності і стійкості елементів колодкових гальм.

**Список використаних джерел:**

1. Александров М. П. Тормоза подъемно-транспортных машин / М. П. Александров. – М. : Машиностроение, 1976. – 383 с.
2. Вольченко А. И. Тормозные устройства / А. И. Вольченко, З. А. Сочавский, И. Ф. Низол, С. И. Михаловский. – Луганск : Луганский рабочий, 1993. – 287 с.
3. Гайдамака В. Ф. Работа грузоподъемных машин при бесступенчатом торможении / В. Ф. Гайдамака. – Харьков : Вища шк., 1988. – 140 с.
4. Dresing H. *Dynamik der Mechanismen* / H. Dresing, J. Vilfson. – Berlin : VEB Deutscher verlag der Wissenschaften, 1989. – 370 s.
5. Kurth F. *Unstatigforderer* / F. Kurth, Q. Pajer. – Berlin, VEB, Technik, Bd. 2, 1977. – 335 s.
6. Лазаренко В. И. Качественный анализ влияния деформации обода на подгорание тормозных колодок / В. И. Лазаренко // Прочность и долговечность горных машин. – М. : Недра, 1972. – Вып. 1. – С.105-112.
7. Пенякова М. Г. К расчету прочности элементов колодочных тормозов. / М. Г. Пенякова // Прочность и долговечность горных машин. – М. : Недра, 1972. – Вып. 1. – С. 135-141.

**References**

1. Aleksandrov, M 1976 *Tormoza podymno-transportnykh mashin*, Mashinostroyeniye, Moskva.
2. Volchenko, A, Sochavskiy, Z, Nizol, I & Mikhalovskiy, S 1993, *Tormoznyye ustroystva*, Luganskiy rabochiy, Lugansk.
3. Gaydamaka, V 1988, *Rabota gruzopodyemnykh mashin pri besstupenchatom tormozhenii*, Vishcha shk., Kharkiv.
4. Dresing, H & Vilfson, J 1989 *Dynamik der Mechanismen*, VEB Deutscher verlag der Wissenschaften, Berlin.
5. Kurth, F & Pajer, Q 1977, *Unstatigforderer*, VEB, Technik, Bd. 2, Berlin.

Стаття надійшла до редакції 8 грудня 2017 р.