

SHOCK LOADS FROM ROAD BUMPS IN UNDERGROUND LOCOMOTIVES

Lyuben Tasev

University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, 1700 Sofia; E-mail: luben.tasev@mgu.bg

ABSTRACT. The article discusses a methodology for calculating the forces that are generated as a result of the passage of the wheel of the mining locomotives for underground transportation over the irregularities of the track, specifically at the joints between the rails. The forces and stresses acting on the wheel have been calculated for the most common locomotives.

Key words: Underground mining locomotives, wear, shock forces, methodology

УДАРНИ НАТОВАРВАНИЯ ОТ НЕРАВНОСТИ НА ПЪТЯ ПРИ ЛОКОМОТИВИ ЗА ПОДЗЕМЕН ИЗВОЗ

Любен Тасев

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София

РЕЗЮМЕ В статията се разглежда методология за изчисляване на силите, които се пораждат вследствие на преминаването на колелото на рудничните локомотиви за подземни извоз по неравностите на пътя, конкретно при съединенията между релсите. Пресметнати са силите и напреженията върху колелото за най-разпространените локомотиви.

Ключови думи: Руднични локомотиви за подземни извоз, износване, ударни натоварвания, методология

Въведение

При преминаване през неравности по релсовия път, колесната двойка на локомотива се подлага на ударни ускорения, които се предават директно върху неподресорните елементи – редуктора и тяговия двигател. Част от тази енергия достига до локомотивната рама чрез системата от ресори. В други трудове (Синапов П., 2013) са разгледани пораждащите се трептения в системата.

Тук ще определим натоварванията върху системата от преминаване през „джонтовете“ на релсовия път. Тези натоварвания оказват негативно влияние върху всички звена от кинематичната верига на локомотива, като най-силно е тяхното въздействие върху непосредствено свързаните компоненти: бандажите, колесните центрове, водещите букси, корпуса на редуктора, носещите лагери и до известна степен тяговия двигател.

Изложение

Както е отбелязано в други публикации на автора (Тасев, 2012), натоварванията, породени от преминаването на колооса през съединенията на релсовия път (джонтовете), водят най-често до повреди в носещите лагери на колооса. По наблюдения на автора и мнението на техническия персонал на експлоатиращите рудници, тези дефекти не са чести, но отстраняването им е скъпо и времеемко (фиг. 1.). Разположението на лагерите е между двете бандажни колела (фиг. 2), което означава, че подмяната на лагера е свързана с разглобяване на цялата колоос. Това не може да стане в ремонтните бази на рудниците, а само в специализирано предприятие оборудвано с хоризонтална хидравлична преса.

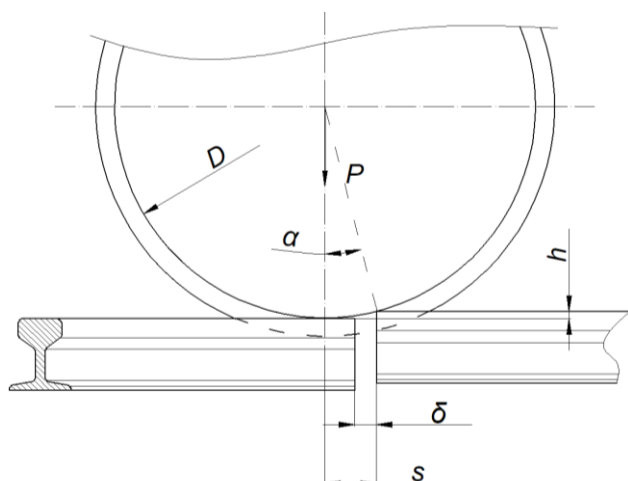


Фиг. 1. Колоос K10



Фиг. 2. Счупен носещ лагер

На фигура 3 са показани основните геометрични размери на кинематичната схема за определяне на реакциите и силите в хидравличните цилиндри. На базата на получените сили се прави избор на цилиндри, кормилно управление и хидравлична помпа



Фиг. 3. Схема на преминаване на колело през неравност

От геометрични съображения може да определим разстоянието от центъра на колооста до

$$s = \sqrt{R_k^2 - (R_k - h)^2}, m; \quad (1)$$

Времето, за което колелото ще премине това разстояние s , се определя по зависимостта:

$$t = \frac{2s}{v} = \frac{2\sqrt{R_k^2 - (R_k - h)^2}}{v}, s; \quad (2)$$

където:

- R_k – радиус на колелото, m;
- h – разликата във височината между релсите, m;
- v – скорост на движение на локомотива, m/s.

Ускорението a и силата F_k , с която „джонта“ действа на колооста се определят по долните зависимости:

$$a = \frac{2h}{t^2} = \frac{4.2h.v^2}{R_k^2 - (R_k - h)^2} \quad (3)$$

$$F_k = m_k a = \frac{2m_k v^2}{R_k^2 - (R_k - h)^2} \quad (4)$$

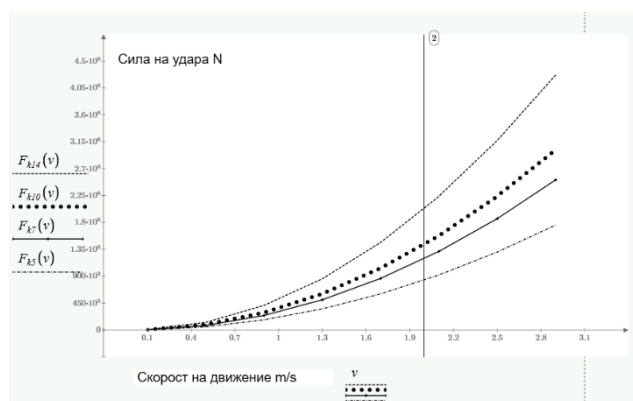
където m_k е масата колооста.

В долната таблица е дадено отношението на силата към скоростта на движение на локомотива за най-разпространените тонажи локомотиви

Таблица 1.

Тегло [t]	0.5 [m/s]	1 [m/s]	1.5 [m/s]	2.0 [m/s]
5	52*10 ³	208*10 ³	470*10 ³	835*10 ³
7	74*10 ³	298*10 ³	671*10 ³	1.19*10 ⁶
10	89*10 ³	352*10 ³	805*10 ³	1.43*10 ⁶
14	126*10 ³	507*10 ³	1.14*10 ⁶	2.03*10 ⁶

Напреженията, които ще предизвикат тези сили в кинематиката на отделните механизми от неподресорната част на локомотива, са различни. Те са разгледани в други трудове на автора (Тасев, 2013).



Фиг. 4. Сила на удара

За масовите локомотиви са пресметнати напреженията в зависимост от скоростта и са показани в таблица 1, пресметната по (Орлов, 1988).

$$p_0 = 0.6\sigma_0 \sqrt{\frac{F_k E}{l.d}}, Pa; \quad (5)$$

Получените стойности на напреженията дори при максимална скорост на локомотива са в границите на допустимите. Това е очакван резултат, тъй като тези локомотиви имат дълъг междуремонтен пробег. Съвсем различна става картината, когато в лагерното легло се появи известна хлабина (виж фиг. 3). Тя може да бъде следствие на неправилен монтаж на редуктора, удължаване на болтовете вследствие на динамичните натоварвания и т.н. Тогава освен статичното натоварване, което разглеждахме, се появява и ударно натоварване. Размерът на последното зависи от масата на ударящия елемент, т.е. от колооста с присъединените към нея детайли (букси, зъбни колела, капачки и др.).

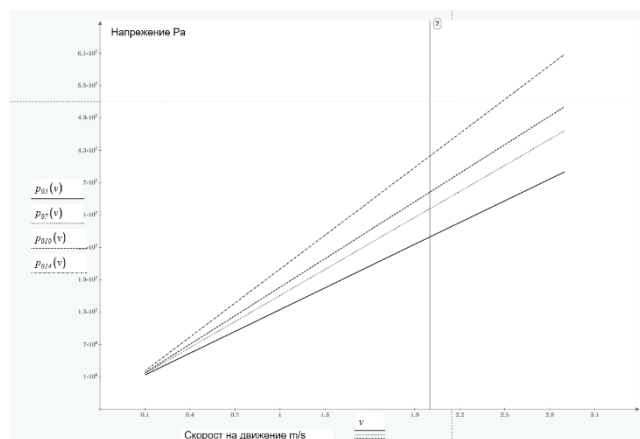


Фиг. 5. Хлабина в лагерното легло

Като се пресметнат по съответните формули (Кисъв, 1980) се получава така нареченото редуцирано тегло. От същия източник коефициентът на динамично натоварване при вертикален удар се определя по зависимостта:

$$k_\delta = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{cm}} \cdot \frac{P_\delta}{P_\delta + G_{red}}} \quad (6)$$

където h е хлабината между лагера и леглото.



Фиг. 6. Напрежения в лагерната черупка

Изводи

Направените изчисления, в комбинация с работите на други автори (Тонкова, 2018 и 2021, Переновски, 2016) могат да послужат за основа на усъвършенстването на единичните задвижвания на рудничните локомотиви. Същите се явяват определящи за ремонта и поддръжката не само на задвижванията, но и на всички елементи от кинематичната схема.

Литература

- Синапов, П., Игнатов, И., Кралов, И., Тонкова, Г. (2013). Фрикционни самовъзбуждащи се трептения на колоос на ПЖПС. *сп. „Механика на машините“, година XXI, книга 2*, Издателство ТУ-Варна, ISSN 0861-9727.
- Тасев, Л., Тасев, В. (2012). Износване на редукторната група на 10-тонен рудничен контактен локомотив К10. *Годишник на Минно-геоложкия университет “Св. Иван Рилски” Том 55*, ISSN 2738-8808.
- Тонкова, Г. (2018). Изследване на якостно деформационното състояние на динамично натоварен вал. *сп. „Индустриални технологии“, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, ISSN 1314-9911, том V, Бургас.*
- Тонкова, Г., Пулев, С. (2021). Намаляване на натоварването при усукващи трептения на вал. *Годишник на Минно-геоложкия университет “Св. Иван Рилски“, ISSN: 2738-8808(печатно), ISSN: 2738-8816 (онлайн), том 64, Издателство “Св. Иван Рилски“, София, стр. 165–167.*
- Тасев, Л. (2013). Възстановяване на механичната част на единичното задвижване на електролокомотив К10. *Годишник на Минно-геоложкия университет “Св. Иван Рилски“, Том 56, Св. III, ISSN 2738-8808.*
- Переновски, Н. С. (2016). *Ръководство за упражнения по проектиране на минна механизация*, изд. къща “Св. Иван Рилски”, ISBN 978-954-353-313-8
- Орлов. (1988). *Основы конструирования*. Москва: Машиностроение
- Кисъев. (1980). *Наръчник на Инженера*. София: Техника