

DOI: <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-07>
УДК 621.8

¹ **ФІДРОВСЬКА Н.М.**, доктор технічних наук, проф., зав. кафедрою
будівельних і дорожніх машин.

e-mail: nfidrovskaya@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5248-273X>

² **СЛЕПУЖНИШКОВ Є.Д.**, кандидат технічних наук, доцент кафедри спеціальної хімії

e-mail: slepuzhnikov@nuczu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5449-3512>

¹ **КИРИЧЕНКО І.Г.**, доктор технічних наук, проф. кафедри
будівельних і дорожніх машин

e-mail: igk160450@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2128-3500>

¹ **РАГУЛІН В.М.**, кандидат технічних наук, доцент кафедри
будівельних і дорожніх машин

e-mail: ragulinrvn@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2083-4937>

¹ *Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

вул. Ярослава Мудрого 25, м. Харків, 61002

² *Національний університет цивільного захисту України*

вул. Чернишевська, 94, г. Харків, Україна, 61023

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ХОДОВИХ КОЛІС НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

В статті розглядалися задачі експериментального визначення переваг ходових коліс нової конструкції з пружними вставками. Дослідження проводилось на діючому електричному, опорному, двобалковому мостовому крані вантажопідйомністю 10 т., та прогоном 22,5 м. За допомогою тензорезисторів, зібраних в напівмостову схему та підключених до аналого-цифрового перетворювача Zetlab210, були визначені деформації головної балки в момент підйому та переміщення вантажу різної маси. Підйом та переміщення вантажу, було проведено при однакових умовах на штатних колесах вантажного візка та на колесах з еластичною гумовою вставкою. Були отримані графіки деформації головної балки. В подальшому перерахунку отримані залежності напруженого стану в кожному моменті переміщення вантажу при використанні як штатних коліс так і коліс з еластичною гумовою вставкою. Також були виявлені залежності та тривалості коливань, які виникають в продовж циклу підйому та переміщення вантажу. Цикл експериментального дослідження складався з підйому вантажу в крайньому лівому положенні вантажним візком, переміщенні вантажу в крайнє праве положення та повернення вантажного візка з вантажем в початкове положення.

Наукова новизна роботи полягає в застосуванні нової, модернізованої конструкції ходових коліс вантажного візка з еластичною гумовою вставкою, які ефективно гасять коливання в металоконструкції мостового крану.

Експериментальні дослідження навантажень, які виникають в металоконструкції мосту мостового крана проводились з використанням двохребордних циліндричних коліс на вантажному візку діючого мостового крану. Під час реєстрації виникаючих навантажень, на вантажному візку мостового крана були встановлені спочатку штатні колеса, потім штатні колеса були замінені на модернізовані колеса (з еластичною, гумовою вставкою).

За підсумками експериментальних досліджень було виявлено зменшення напружень в головній балці мостового крану на 18% та зменшення пікових вібрацій на 20 секунд при однакових циклах підйому та переміщення вантажу. Також при використанні коліс з еластичною гумовою вставкою зменшується період згасання коливань закінчення циклу переміщення вантажу щонайменше на 30%.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ходове колесо, пружна вставка, механізм пересування, проведення експерименту, коливання..*

Як цитувати: Фідровська Н.М., Слепужнішков Є.Д., Кириченко І.Г., Рагулін В.М. (2025).

Експериментальні дослідження навантажень металоконструкції при застосуванні ходових коліс нової конструкції. *Машинобудування*. 2025 Вип 35 С. 65-73. DOI: <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-07>



Вступ

Мостові крани являються найбільш застосовуваними вантажопідйомними машинами в умовах сучасного виробництва, тому забезпечення їх надійної і безперебійної роботи являється досить актуальною задачею.

Довговічність роботи мостового крана залежить в більшій мірі від довговічності його металоконструкції, яка сприймає досить значні змінні навантаження. Циклічна робота вантажопідйомного крана викликає швидкозмінні процеси навантажень не тільки в часі, але і з величини. Це потребує досить уважного визначення всіх силових факторів, які мають місце при роботі

і мостового крана, як статичних так і динамічних. Основні навантаження, які виникають в металоконструкції мостового крана, виникають при підйомі вантажу і роботі механізмів пересування вантажного візка і мосту. Оцінці впливу конструктивних параметрів механізмів пересування на динамічні навантаження в металоконструкції присвячено багато робіт. Ними була запропонована нова конструкція ходового кранового колеса з пружною вставкою, що дозволило значно зменшити динамічні навантаження при роботі механізму пересування, а це в свою чергу також зменшило і навантаження, які передаються на металоконструкцію крана.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Всі конструкції ходових коліс являються досить жорсткими і не можуть сприймати ті поштовхи і перекоси, які виникають при відхиленні рейкового шляху від рекомендованих значень і приводять до значного зносу реборд і рейок [1,2].

Таким чином, покращення роботи та підвищення експлуатаційної надійності кранових ходових коліс являється досить актуальною задачею сучасного кранобудування.

Динамічні моделі мостового крану розглянуто в роботі [3]. Автори визначали лінійні коливання моделі, яка дає опис вібрації вантажу і тролей під час руху крану і оцінили сили тертя в системі. Була дана оцінка впливу змінності навантаження на протязі дії сил опору при пересуванні крану. Але в роботі не розглянуто динамічні навантаження в металоконструкції крану при пересуванні.

Динамічні зусилля, які виникають при пересуванні вантажних візків вантажних кранів мають достатньо великі значення і їх неможна не враховувати при проектуванні кранів [4, 5]. Особливо вони проявляються під час зносу коліс і рейок при виникненні перекосів на кранах [6, 7].

Чинники, які призводять до виникнення сил перекосу й руйнування окремих вузлів металоконструкцій мостових кранів, таких як кінцеві та головні балки, були розглянуті в роботі [8]. Були

запропоновані декілька методів поліпшення роботи кранових металевих конструкцій. А саме, застосування гідродинамічних та гідростатичних приводів в механізмах пересування та повороту кранів. Впровадження в металевих конструкціях нових карбідо- і нітридоутворюючих сплавів заліза з показниками границі текучості в 4–5 разів більшими, ніж Ст3. Впровадження на заводах-виробниках останніх досліджень в галузі лазерної техніки. Впровадження високоміцних болтів та електрозаклепок для з'єднання головних і кінцевих балок. Автори стверджують що ці методи поліпшать роботу кранових металевих конструкцій. Але в роботі не наведено порівняння пікових напружень в металоконструкціях кранів під час застосування деяких методів.

Дослідження кінцево-елементної моделі металоконструкції мостового крана і статичний аналіз методом кінцевих елементів для отримання напруження в небезпечній точці металоконструкції розглянуто в роботі [9]. За допомогою ортогонального дизайну змодельовані випадкові величини напружень в небезпечній точці. Розроблено новий метод точного кількісного аналізу і проектування металоконструкції мостового крана. Також автори стверджують що розроблений ними метод може значно скоротити витрати на

проектування мостового крана, але не вказують точні дані зменшених витрат.

В роботі [10] запропоновано структуру мультидисциплінарної оптимізації мостового крана. Представлено дослідження мультидисциплінарної технології проектування кранів. Встановлено оптимальну математичну модель крана для оптимізації його металокопструкції. Автори стверджують, що структура мультидисциплінарної оптимізації мостового крана за допомогою кінцево-елементного аналізу і динамічного моделювання, може забезпечити жорсткість металокопструкції, що дозволить витримати виникаючі в ній напруження. Так само ця структура мультидисциплінарної оптимізації збільшує міцність і інші характеристики крана. Результати дослідження показують, що оптимізація металокопструкції може значно знизити загальну масу крана. Зменшення маси крана призведе до економії коштів на його виробництві. Але експериментальне дослідження було проведено тільки на 3D моделі мостового крана. Досліджень на мостовому крані будь-якого виробничого підприємства в реальних умовах не було проведено.

Оптимізація металокопструкції крана зі звареною коробчастою секцією балки розглянута в роботі [11]. Оптимізація металокопструкції здійснюється шляхом зміни розмірів секцій балки крана, а також положенням вантажного візка на балці. Цей спосіб включає порівняння існуючих аналітичних результатів з даними, отриманими за допомогою програмного забезпечення для аналізу методом кінцевих елементів і моделювання. Основна увага в роботі приділяється модифікації існуючої металокопструкції крана. Зменшуються розміри поперечного перерізу балки крана

для мінімізації використання матеріалу при його виготовленні, що знижує його вартість. При розробці методології кінцевих елементів бралися до уваги напруження зсуву, повна деформація, максимальне головне напруження і мінімальне головне напруження для оптимізації проекту. Оптимізація включає зміну таких параметрів металокопструкції, як розмір і товщину пластин. Модернізована балка, ефективна з точки зору техніки проектування і підтверджена як економічна завдяки зниженню її ваги на 8,39% в порівнянні з існуючою копструкцією. Але інші методи оптимізації металокопструкції крана в роботі не розглянуто.

Аналітичний розрахунок металокопструкції мостового крана виконано в роботі [12]. Були визначені максимальні напруги вигину і прогину головної балки. Також були розраховані параметри і створена модель крана в програмному забезпеченні. Модель крана була проаналізована за допомогою методу кінцевих елементів. Тільки після проведених перевірок металокопструкції крана за допомогою програмного забезпечення, була виготовлена його лабораторна фізична модель. І як стверджують автори, подальші дослідження будуть проводитись на цій лабораторній моделі.

Під час огляду літературних джерел [1-12] були виявлені деякі питання, які в дійсний час ще не досліджені іншими авторами. Це дозволило сформулювати напрямок досліджень напружень виникаючих в металокопструкції мостового крана. Під час проведення досліджень використовувалось ходове колесо вантажного візка мостового крана модернізованої копструкції, а саме з еластичною гумовою вставкою.

Постановка проблеми

Кранові колеса являються найбільш швидко зношуваним елементом крана. Зменшення їх довговічності приводе до збільшення ремонтних витрат і простоїв крана. Тому, підвищення довговічності кранових ходових коліс являється актуальною задачею сучасного кранобудування. Всі копструкції ходових коліс досить жорсткі і не сприймають поштовхи і перекопи виникаючі при

відхиленні рейкового шляху від рекомендованих значень і приводять до значного зносу реборд і рейок.

Аналіз отриманих рішень показав, що при застосуванні ходового колеса з еластичною вставкою динамічні фактори при пересуванні вантажного візка зменшуються. Отримано залежності для визначення динамічних зусиль, які виникають при пересуванні ходового

кранового колеса з урахуванням жорсткості пружного кільця, яке встановлено в ходове колесо. Проведено аналіз закономірності формування вібраційних ознак в різних точках конструкції мостового крана. Запропонована конструкція і методика розрахунку ходового колеса з еластичною

вставкою дозволяє підвищити його експлуатаційну надійність.

Метою дослідження є визначення напружено-деформованого стану головної балки мостового крана при застосуванні на вантажному візку ходових коліс з еластичною гумовою вставкою.

Викладення основного матеріалу

Експериментальні дослідження навантажень виникаючих в метало-конструкції мосту мостового крана проводились з використанням дворебордних циліндричних коліс на вантажному візку діючого мостового крана. Під час реєстрації виникаючих навантажень, на вантажному візку мостового крана були встановлені спочатку штатні колеса, потім штатні колеса були замінені на модернізовані колеса (з еластичною, гумовою вставкою).

Вантажопідйомність крана 5 тон, прогон 22,5 метрів, висота підйому 8 метрів, режим роботи 7К.

Реєстрація виникаючих навантажень здійснювалась за допомогою електричних тензометрів. Тензометрування машин, механізмів, агрегатів і технологічного обладнання необхідно для оцінки напружено-деформованого стану елементів, деталей і вузлів при експлуатаційних або спеціальних режимах роботи.



Рис. 1 – Наклеєний тензорезистор на поверхню балки мостового крана.

Fig. 1 – Tensor mounted on the surface of a bridge crane beam.

Зовнішні дроти тензорезисторів за допомогою клемних колодок з'єднувались з дротами напівмостової схеми, яка була підключена до аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) ZetLab 210 (рис. 3).

Дані з АЦП надходять до електронно-обчислювальної машини (ЕОМ).

Тарировка полягала в підйомі і поступовому нарощуванні маси вантажу з 0,0 кг. до 3500 кг., при кроці нарощуванні вантажу у 500 кг.

Вага вантажу вимірювалась за

допомогою динамометру ДПУ-10-2.

Межі вимірювань динамометру ДП-10-2:

- найменший – 10 кН (1000 кгс.);
- найбільший – 100,0 кН (10000 кгс., 10 тс.).

Ціна поділки – 1,0 кН (100 кгс.). Межі основної зведеної похибки $\pm 2\%$, при знятті навантаження з динамометра стрілка відлікового пристрою встановлюється на нульову позначку з похибкою не більше 0,5 ціни поділки шкали.



Рис. 2 – Загальний вигляд вимірювального обладнання: 1 – клемна колодка; 2 – ЕОМ;
3 – АЦП; 4 – напівмостова схема підключення

Fig. 2 - General view of the measuring equipment: 1 – terminal block; 2 – computer;
3 – ADC; 4 - half-bridge connection diagram

При підйомі вантажу, затримка під час кожного циклу становила 60 секунд. При опусканні вантажу 180 секунд.

Для проведення подальших розрахунків використовувались наступні вихідні дані:

- довжина робочої поверхні (проліт крана)
- $l_p=22500$ мм.;
- матеріал виготовлення моста крана – ВМстЗпс;
- товщина стінки балки – $\delta=6$ мм.;
- тривалість підйому вантажу – 180 сек., $t_n=60$ секунд;
- тривалість опускання вантажу – 60 сек., $t_o=180$ секунд;
- довжина тензорезистору – $l_d=30$ мм.;
- живлення тензометричного моста – $E_v=1,5$ В;
- коефіцієнт тензочутливості – $k_d=2$;
- коефіцієнт Пуассона – $\nu=0,3$;
- напруження в мосту крана (отримані експериментальним шляхом рис. 4) – e_0 МВ;
- модуль Юнга – $E=2,05 \cdot 10^5$ Н/мм².

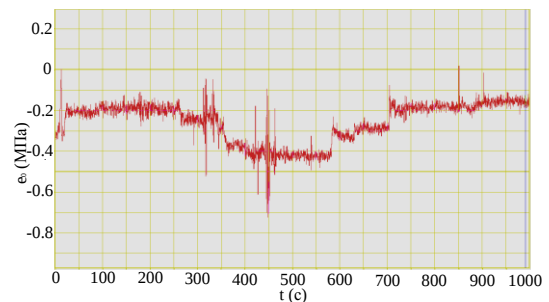


Рис. 3 – Напруження в мосту крана отримані експериментальним шляхом з використанням АЦП ZetLab 210

Fig. 3. The tension in the bridge of the crane was obtained experimentally using ZetLab 210 ADC

Далі вимірювалися напруги головної балки в точці рівновіддаленої від коліс вантажного візка мостового крана.

Використовуючи програму розрахунків Mathcad15 визначимо інші деформації і напружень (рис. 4-5).

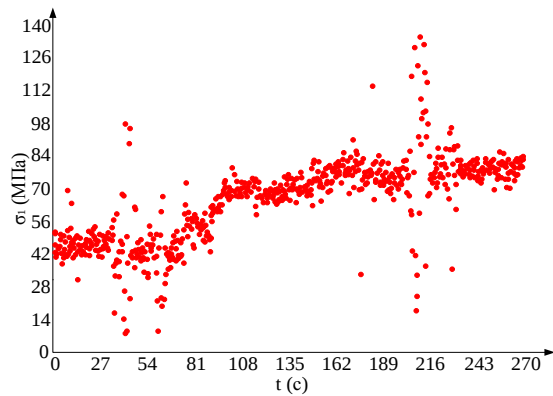


Рис. 4 – Графік напружень в мосту крана під час підйому вантажу від 0,0 т. до 3,5 т.

Fig. 4. Graph of stresses in the crane bridge during lifting of a load from 0.0 t to 3.5 tons

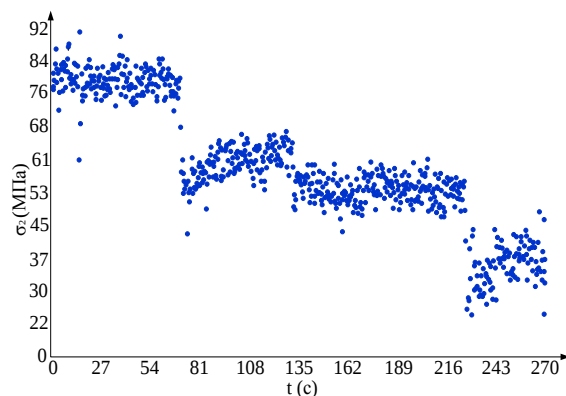


Рис. 5 – Графік напружень в мосту крана під час опускання вантажу від 3,5 т. до 10,0 т.

Fig. 5. The schedule of stresses in the bridge of the crane during the lowering of cargo from 3.5 tons. up to 10.0 tons

За результатами усереднених значень напружень під час підйому і опусканні вантажу побудуємо тарировочну криву (рис. 6).

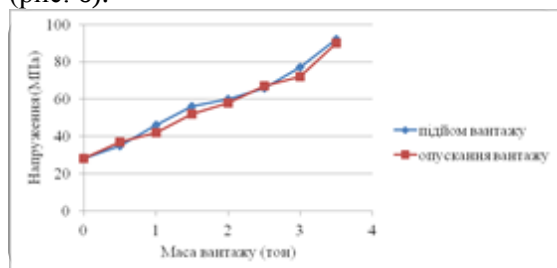


Рис. 6 – Тарировочна крива

Fig. 6. Calibration curve

За графіком тарировки тензорезисторів бачимо, що вимірювально-реєструюче обладнання та програмне забезпечення дозволяє в реальному часі будувати функціональні залежності між навантаженням, діючим на випробовувану

деталь, і вихідним сигналом вимірювально-реєструючого обладнання.

Під час подальшого експериментального дослідження вимірювалися напруження в головній балці мостового крана за умови пересування навантаженого візка з одного краю головної балки на інший. Піднімався вантаж масою 500 кг., 800 кг., 1800 кг., цикл переміщення 3 рази. Виміри проводилися в двох варіантах:

1. На вантажному візку була встановлена вісь з штатними веденими ходовими колесами.

2. На вантажному візку була встановлена вісь з веденими ходовими колесами з еластичною гумовою вставкою.

Під час підйому і переміщення вантажу масою 500 кг., ми отримали графіки зміни напружень в тензометричних датчиках під впливом цього вантажу.

Отримані дані напруженого стану в головній балці мостового крана з електричних сигналів напружень (мВ) перерахуємо в механічні (МПа), за допомогою вже отриманого графіку тарировки.

На рисунку 7 показані виникаючі напруження (σ) в головній балці мостового крана при переміщенні вантажу масою 500 кг. σ_1 – при використанні вісі з штатними ходовими колесами. σ_2 – при використанні вісі з ходовими колесами з еластичною гумовою вставкою

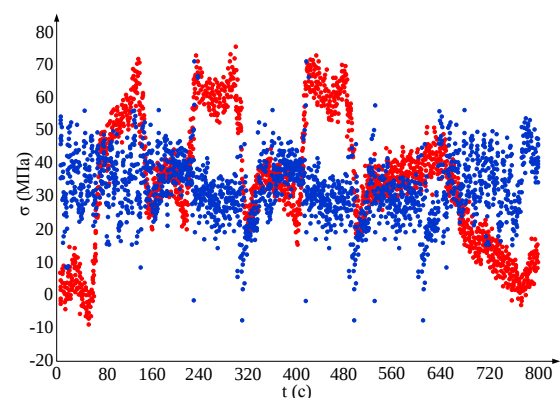


Рис. 7 – Порівняння механічних напружень в головній балці мостового крана при переміщенні вантажу масою 500 кг., σ_1 ●●● та σ_2 ●●●

Fig. 7. Comparison of mechanical stresses in the main beam of a bridge crane when moving a load weighing 500 kg.

σ_1 and σ_2

Висновки

З графіка (рис. 7) бачимо, що пікові напруги σ_1 на період проходження одного циклу переміщення навантаженого візка від крайнього лівого до крайнього правого положення зберігаються на проміжок 1/2 часу переміщення візка. Також з графіку (рис. 8) бачимо, що пікові напруження σ_2 значно короточасні та в рази за часом менше σ_1 .

Пікові напруги σ_2 короточасні і швидко гасяться внаслідок впливу еластичної гумової вставки, яка гасить коливання і зменшує їх поширення по всій довжині головної балки мостового крана. Слід також зазначити, що вже під час переміщення вантажу масою 500 кг., еластична гумова вставка в колесах ефективно гасить коливання головної

балки. Тим самим вона зменшує передачу коливань на місця кріплення головної балки і кінцевий, відомого місця концентратора напружень та місця появи дефектів.

Еластична гумова вставка в колесах вісі візка зменшує як величину, так і тривалість коливань, тим самим зменшуючи роботу металокопункції крана викликану експлуатацією. При підйомі і переміщенні вантажу металокопункція крана виконує функцію опору силам, які не повинні виходити за межі зони пружних деформацій, що короточасно можливо при резонансних коливаннях. Еластична гумова вставка або значно зменшує період пікових резонансних коливань, або усуває їх зовсім.

Список використаної літератури

1. Konowrocki R., Chojnacki A. Analysis of rail vehicles' operational reliability in the aspect of safety against derailment based on various methods of determining the assessment criterion. *Eksploracja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. 2020. Vol. 22, No.1, pp. 73–85. DOI: <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2020.1.9>.
2. Ma Y., Markine V., Mashal A. et al. Improving performance of finite element simulations on wheel-rail interaction using a coupling strategy. *Proc IMechE, Part F: J Rail and Rapid Transit*. doi: 10.1177/0954409717745983.
3. Raksha S. V., Anofriev P. G., Bohomaz V. M., Kuropiatnyk O. S. Mathematical and S-models of cargo oscillations during movement of bridge crane. *Naukovyi Visnyk NHU*, 2019. № 2, pp. 108–115. DOI: 10.29202/nvngu/2019-2/16. <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/11404/1/Raksha.pdf>.
4. Слєпужніков Є. Д. Визначення динамічних навантажень при пересуванні вантажного візка мостового крана. *Машинобудування*. 2015. № 16, С. 34–37. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7458>
5. Increase of operating reliability of the travel wheel using the use of the elastic inserts / Fidrovska N., Slepuzhnikov E., Larin O., Varchenko I., Lipovyi V., Afanasenko K., Harbuz S. *EUREKA: Physics and Engineering*. 2020. Iss. №5(30). P. 69–79. DOI: 10.21303/2461-4262.2020.0013875.
6. Romacevych Y., Loveikin V., Stekhno, O. CLOSED-LOOP OPTIMAL CONTROL OF A SYSTEM „TROLLEY - PAYLOAD”. *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*. 2019. Vol. 81, Issue 2, pp. 5–12. https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/rezaf5_410690.pdf.
7. On wheel rolling along the rail regime with longitudinal load / Franchuk, V.P., Ziborov, K.A., Krivda, V.V., Fedoriachenko, S.O. *Naukovyi Visnyk NHU*. 2017. № 3, pp. 62–67. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2017_3_12.
8. Markine V., Mashal A., Ren M. Effect of wheel–rail terface parameters on contact stability in explicit finite element analysis. *Proc IMechE, Part F: J Rail and Rapid Transit*. 2018. Vol. 232 (6), pp. 1879–1894. DOI: 10.1177/0954409718754941.
9. Fengqi W., Jin Z., Wenqing Y. Fatigue life analysis of metallurgical bridge crane structure. *Applied Mechanics and Materials*. 2013. Vol. 437, P. 181–185. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.437.181
10. Modeling the resonance of a swinging spring based on the synthesis of a motion trajectory of its load / Kutsenko L., Vanin V., Shoman O., Yablonskiy P., Zapolskiy L., Hrytsyna N., Nazarenko S., Danylenko V., Sivak E., Shevchenko S. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Iss. 3/7 (99). P. 53 – 64. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.168909
11. Possibility of using of tensometry in deformation analysis in areas with sudden change of geometry / Pástor M., Trebuña F., Lengvarský P., Bocko J. *American Journal of Mechanical Engineering*. 2016. Vol. 4, No. 7, pp. 363–367. DOI:10.12691/ajme-4-7-23

12. Konowrocki R., Chojnacki A. Analysis of rail vehicles' operational reliability in the aspect of safety against derailment based on various methods of determining the assessment criterion. *Eksplotacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. 2020. Vol. 22, No.1, pp. 73–85. <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2020.1.9>.

Стаття надійшла для редакції 13.05.2025

Стаття рекомендована до друку 16.06.2025

¹ **FIDROVSKA N.**, DSci (Engineering), Head of the Department, Professor Department of Construction and Road-Building Machinery.

e-mail: nfidrovskaya@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5248-273X>

² **SLEPUZHNSHKOV E.D.**, PhD, Engineering, Associate Professor of the Department of Special Chemistry

e-mail: slepuzhnikov@nuczu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5449-3512>

¹ **KYRYCHENKO I.**, DSci (Engineering),

Professor Department of Construction and Road-Building Machinery

e-mail: igk160450@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2128-3500>

¹ **RAGULIN V.**, PhD, Engineering, Assoc. Prof., Assoc. Prof. Department of Construction and Road-Building Machinery

e-mail: ragulinrvn@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2083-4937>

¹Kharkiv National Automobile and Highway University,

Yaroslava Mudrogo str. 25, 61002, Kharkiv, Ukraine

²National University of Civil Defense of Ukraine

St. Chernyshevska, 94, Kharkiv, Ukraine, 61023

EXPERIMENTAL STUDIES OF METAL STRUCTURE LOADS WHEN USING ROLLING WHEELS OF THE NEW DESIGN

The article considered the problems of experimental determination of the advantages of running wheels of a new design with elastic inserts. The study was carried out on an operating electric, support, two-girder bridge crane with a load capacity of 10 tons and a span of 22.5 m. With the help of strain gauges assembled in a half-bridge circuit and connected to the Zetlab210 analog-digital converter, the deformations of the main beam at the moment of lifting and moving a load of different weights were determined. The lifting and moving of the cargo was carried out under the same conditions on standard wheels of the cargo cart and on wheels with an elastic rubber insert.

Graphs of the deformation of the main beam were obtained. In the further calculation, the dependences of the stress state at each moment of the movement of the load were obtained when using both standard wheels and wheels with an elastic rubber insert. The dependences and duration of oscillations that occur during the cycle of lifting and moving the load were also revealed. The cycle of the experimental study consisted of lifting the load in the extreme left position with the cargo cart, moving the cargo to the extreme right position, and returning the cargo cart with the cargo to the initial position.

The scientific novelty of the work consists in the application of a new, modernized design of the running wheels of a cargo cart with an elastic rubber insert, which effectively dampen fluctuations in the metal structure of the bridge crane.

Experimental studies of loads that occur in the metal structure of the bridge of the overhead crane were carried out using double-sided cylindrical wheels on the truck of the operating overhead crane. During the registration of the resulting loads, the standard wheels were first installed on the trolley of the overhead crane, then the standard wheels were replaced with modernized wheels (with an elastic, rubber insert).

According to the results of experimental studies, it was found that the stress in the main beam of the bridge crane was reduced by 18% and reducing peak vibrations by 20 seconds at the same load lifting and moving cycles. Also, when using wheels with an elastic rubber insert, the damping period of oscillations at the end of the load movement cycle is reduced by at least 30%.

KEY WORDS: running wheel, elastic insert, movement mechanism, conducting an experiment, oscillations

In cites: Fidrovskaya N., Slepuzhnshekov E.D., Kyrychenko, I., Ragulin V. (2025). Experimental studies of metal structure loads when using rolling wheels of the new design. *Engineering*, (35), 65-73. <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-07> (in Ukraine)

References

1. Konowrocki, R & Chojnacki, A 2020, 'Analysis of rail vehicles' operational reliability in the aspect of safety against derailment based on various methods of determining the assessment criterion', *Eksplotacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. 2020. Vol. 22, No.1, pp. 73–85. DOI: <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2020.1.9>.
2. Ma, Y, Markine, V, Mashal, A et al 2018, 'Improving performance of finite element simulations on wheel-rail interaction using a coupling strategy', *Proc IMechE, Part F: J Rail and Rapid Transit*. doi: 10.1177/0954409717745983.
3. Raksha, SV, Anofriev, PG, Bohomaz, VM & Kuropiatnyk, OS 2019, 'Mathematical and S-models of cargo oscillations during movement of bridge crane', *Naukovyi Visnyk NHU*, № 2, pp. 108–115. DOI: 10.29202/nvngu/2019-2/16. <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/11404/1/Raksha.pdf>.
4. Slepuzhnikov, YeD 2015, 'Vyznachennia dynamichnykh navantazhen pry peresuvanni vantazhnoho vizka mostovoho krana' [Determination of dynamic loads when moving a cargo trolley of an overhead crane], *Mashynobuduvannia*, № 16, Pp. 34–37. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7458>
5. Fidrovskaya, N, Slepuzhnikov, E, Larin, O, Varchenko, I, Lipovyi, V, Afanasenko, K & Harbuz, S 2020, 'Increase of operating reliability of the travel wheel using the use of the elastic inserts' *EUREKA: Physics and Engineering*, Iss/ №5(30), P. 69–79. DOI: 10.21303/2461-4262.2020.0013875.
6. Romacevych, Y, Loveikin, V & Stekhno, O 2019, 'CLOSED-LOOP OPTIMAL CONTROL OF A SYSTEM „TROLLEY - PAYLOAD”', *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*. 2019. Vol. 81, Issue 2, pp. 5–12. https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/rezaf5_410690.pdf.
7. Franchuk, VP, Ziborov, KA, Krivda, VV & Fedoriachenko, SO 2017, 'On wheel rolling along the rail regime with longitudinal load', *Naukovyi Visnyk NHU*, № 3, pp. 62–67. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2017_3_12.
8. Markine, V, Mashal, A & Ren, M 2018, 'Effect of wheel–rail interface parameters on contact stability in explicit finite element analysis', *Proc IMechE, Part F: J Rail and Rapid Transit*, Vol. 232 (6), pp. 1879–1894. DOI: 10.1177/0954409718754941.
9. Fengqi, W, Jin, Z & Wenqing, Y 2013, 'Fatigue life analysis of metallurgical bridge crane structure', *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 437, P. 181–185. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.437.181
10. Kutsenko, L, Vanin, V, Shoman, O, Yablonskyi, P, Zapolskiy, L, Hrytsyna, N, Nazarenko, S, Danylenko, V, Sivak, E & Shevchenko, S 2019, 'Modeling the resonance of a swinging spring based on the synthesis of a motion trajectory of its load', *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Iss. 3/7 (99), P. 53 – 64. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.168909
11. Pástor, M, Trebuña, F, Lengvarský, P & Bocko, J 2016, 'Possibility of using of tensometry in deformation analysis in areas with sudden change of geometry', *American Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 4, No. 7, pp. 363–367. DOI:10.12691/ajme-4-7-23
12. Konowrocki, R & Chojnacki, A 2020, 'Analysis of rail vehicles' operational reliability in the aspect of safety against derailment based on various methods of determining the assessment criterion', *Eksplotacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, Vol. 22, No.1, pp. 73–85. <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2020.1.9>.

The article was received by the editors 05/13/2025

The article is recommended for printing 06/16/2025