

MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PERSPECTIVES



**INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC
AND PRACTICAL INTERNET CONFERENCE FOR YOUNG
RESEARCHERS, APPLICANTS FOR HIGHER EDUCATION
AND SCIENTISTS 6-7 APRIL 2023**

KYIV 2023

**Proceedings of International multidisciplinary scientific and practical Internet conference for young researchers, applicants for higher education and scientists «MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PERSPECTIVES»
6-7 April 2023 Kyiv city, UKRAINE**

The conference is included in the plan of the Ministry of education and science of Ukraine for 2023 and is registered with the State Scientific Institution «Ukrainian Institute of Scientific and Technical Information (№ 16, January 16, 2023)»

ORGANIZERS

1. Ministry of Education and Science of Ukraine;
2. Kyiv Institute of Railway Transport of the State University of Infrastructure and Technologies, Ukraine;
3. Ukrainian State University of Railway Transport, Ukraine;
4. Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Ukraine;
5. Academy of Applied Sciences, Ukraine;
6. University of Žilina, Slovak Republic;
7. University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Faculty of Technical Sciences, Poland;
8. Brno University of Technology, Institute of Automotive Engineering, Czech Republic;
9. Tafila Technical University, Jordan.

The collection of conference materials is a scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, candidates and Doctors of Science, scientists and practitioners from Ukraine, Europe and other countries. Articles contain researches of modern innovative processes in science. The collection is intended for approbation of scientific research by bachelors, masters, graduate students, doctoral students, teachers and scientific researchers, as well as to expand the scientific horizons of researchers from relevant fields of knowledge and inform a wide range of scientists and practitioners about the existing modern problems in various fields.

The materials are presented in the author's edition

**The conference was held by the Kyiv Institute of Railway Transport
of the State University of Infrastructure and Technology (Ukraine)**

М А Т Е Р І А Л И

Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців «СУЧАСНА НАУКА: ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ»

6-7 квітня 2023 р., м.Київ

Конференція внесена до плану Міністерства освіти і науки України у 2023 році та зареєстрована в ДУ «Український інститут науково-технічної інформації» (УкрІНТЕІ) за № 16 від 16.01.2023р.

Сучасна наука: інновації та перспективи: Матеріали Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців 6-7 квітня 2023р. м. Київ, вид-во: Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, реєстр. УкрІНТЕІ №16 від 16.01.2023, 2023. 452 с.

Голова оргкомітету конференції:

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

Відповідальний секретар конференції:

Голубєва С.М. – ст. викладач кафедри судових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації Київського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

До електронного збірника увійшли матеріали доповідей, поданих на Міжнародну мультидисциплінарну науково-практичну інтернет-конференцію молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців, яка організована Київським інститутом залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та включена до плану Міністерства освіти і науки України.

Електронне наукове видання призначено для апробації наукових досліджень бакалаврів, магістрів, аспірантів, докторантів, викладачів та наукових співробітників, а також для розширення наукового кругозору дослідників з відповідних галузей знань, інформування широкого кола вчених та практиків щодо існуючих сучасних проблем у різних галузях та розвитку міжнародної співпраці.

© КІЗТ Державний університет інфраструктури та технологій, 2023

Матеріали подано в авторській редакції

ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ ПОКРИТТІВ НАПЛАВЛЕННЯМ ANALYSIS OF DETONATION CHARGE WITH DIAMOND FRACTION FOR MODIFICATION OF SURFACE COATINGS.....	304
<i>Калюжний О.Б., Платков В.Я.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ ШЛЯХОМ АРМУВАННЯ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ INCREASE OF MECHANICAL PROPERTIES POLYTETRAFLUOROETHYLENE BY REINFORCEMENT POLYMER MATRIX.....	308
<i>Ковальчук В.В., Азарков О.В., Близнюк К.П.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОШИПНО-ПОВЗУННОГО МЕХАНІЗМУ ЗАСОБАМИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ MODELING OF THE CRANK-SLIDER MECHANISM BY MEANS OF COMPUTER AIDED DESIGN SYSTEMS.....	312
<i>Кузнєцов Ю.М., Придальний Б.І., Янюк Д.В.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТОРЦЯ ПРУТКОВОЇ ЗАГОТОВКИ В ТОКАРНУ АУТОМАТІ INCREASING THE ACCURACY OF POSITIONING THE END OF A BLANK IN A AUTOMATIC LATHING.....	315
<i>Лалазарова Н.О., Литовка Д.Є., Дмитренко О.А.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ВІД СТРУКТУРИ ТА ТВЕРДОСТІ STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE QUALITY OF THE FINISHED SURFACE OF HIGH-DUCTIBLE CAST IRON ON THE STRUCTURE AND HARDNESS.....	319
<i>Miller S., Denchik A., Tkachuk A., Zaripov R., Zigangirov S.</i>	
INCREASE OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY IN MECHANICAL ENGINEERING. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING MODERN TECHNOLOGIES.....	323
<i>Муравицький В.Є., Демченко В.О.</i>	
ЕТАПИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ STAGES OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF REPAIRING A TRACTION MOBILE WAREHOUSE.....	327
<i>Панченко С.В., Ватуля Г.Л., Ловська А.О., Равлюк В.Г.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ КЛИНОДУАЛЬНО ЗНОШЕНОЇ КОЛОДКИ ВАГОНА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ INVESTIGATION OF THE THERMAL STRESSED STATE OF WEDGE-DUALLY WORN WAGON PADS UNDER OPERATIONAL LOADS.....	330
<i>Панченко С.В., Ватуля Г.Л., Ловська А.О., Павлюченков М.В.</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ ЗЙОМНОГО МОДУЛЯ ТИПУ FLAT RACK З ПРУЖНО-В'ЯЗКИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ У ФІТИНГАХ	

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ КЛИНОДУАЛЬНО ЗНОШЕНОЇ КОЛОДКИ ВАГОНА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Панченко С.В. – д.т.н., проф., panchenko074@ukr.net

Ватуля Г.Л. – д.т.н., проф., glebvatulya@gmail.com

Ловська А.О. – д.т.н., доц., alyonaLovskaya.vagons@gmail.com

Равлюк В.Г. – к.т.н., доц., ravvg@ukr.net

*Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків*

INVESTIGATION OF THE THERMAL STRESSED STATE OF WEDGE-DUALLY WORN WAGON PADS UNDER OPERATIONAL LOADS

Panchenko S. – Doctor of Technical Sciences, Professor, panchenko074@ukr.net

Vatulia G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, glebvatulya@gmail.com

Lovska A. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
alyonaLovskaya.vagons@gmail.com

Ravlyuk V. – PhD, Associate Professor, ravvg@ukr.net

*Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv*

The article provides the results of determining the thermal stress state of the composite brake pad of a wagon. The research is made by means of computer simulation with the finite element method using the SolidWorks Simulation options. The design diagram of the pad includes not only the horizontal loads due to its pressing to the rolling surface of the wheel and the friction force, but also the temperature impact taken equal to 400°C. Since the composite material of the pad is fragile, the Mohr–Coulomb criterion is used as a calculation criterion. It has been found that the maximum stresses occur in the upper part of the pad in the contact area between the back plate and the side plate and do not exceed the permissible values. The article presents the results of the calculation of the thermal stress state of the pad with dual wedge-shaped wear.

Keywords: *brake pad, wedge-dual wear, pad loading, pad strength, train traffic safety.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що підвищення ефективності перевізного процесу викликає необхідність впровадження в експлуатацію сучасного рухомого складу з покращеними техніко-експлуатаційними показниками [1]. Під час проектування такого рухомого складу особливу увагу необхідно приділяти гальмовій системі, як одній з найбільш відповідальних складових від надійності якої залежить безпека руху.

Внаслідок порушення вимог експлуатації гальмових колодок простежується їх посиленій знос і процес гальмування на практиці може здійснюватися гальмовими башмаками. Таке явище безумовно призводить до пошкоджень поверхонь кочення коліс та безпосередньо впливає на безпеку руху поїздів.

Тому для запобігання ненормативного зносу гальмових колодок, доцільно впровадження науково-технічних рішень за яких вони будуть зношуватися рівномірно. Це дасть можливість застосовувати їх на увесь міжремонтний період деповського ремонту, виконувати утилізацію таких гальмових колодок з незначною частиною робочої композиційної маси, яка залишається. Також це дозволить зекономити для АТ «Укрзалізниця» чи промислових підприємств, що мають власний вантажний рухомий склад, сотні тисяч гривень на закупівлю колодок і суттєво зменшити експлуатаційні витрати.

У зв'язку з цим актуальним є проведення досліджень щодо визначення термонапруженого стану клинодуально зношеної гальмової колодки з метою зменшення високотемпературних поверхневих дефектів коліс вантажних вагонів в експлуатації.

Метою роботи є дослідження термонапруженого стану клинодуально зношеної композиційної гальмової колодки вагона за різних експлуатаційних навантажень.

Основний текст. Для визначення термонапруженого стану гальмової колодки при експлуатаційних режимах її навантаження проведено розрахунок. В якості розрахункового використано метод скінчених елементів, який реалізовано в програмному комплексі SolidWorks Simulation.

Розрахунок здійснено для композиційної колодки вантажного вагона з клинодуальним зносом, що мав пробіг 63,4 тис. км. За результатами вимірювань колодка мала такі величини ненормативного зносу: товщину у верхньому кінці 10 мм; товщину по лінії розмежування площин – 27 мм; товщину у нижньому кінці – 20 мм і довжину шкідливої стертості у верхній частині – 85 мм.

При складанні розрахункової схеми колодки враховано, що на її робочу частину діє горизонтальне навантаження, значення якого приймалося в залежності від режиму роботи повітророзподільника: 41,69 кН – вантажний; 34,34 кН – середній; 17,5 кН – порожній [2].

Для визначення температури на поверхні кочення колеса на практиці використовують аналітичні вирази [3], які вказують на те, що температура на поверхні колодки постійно змінюється за часом гальмування. Тому при проведенні розрахунку колодки враховано максимально допустиме значення температурного навантаження. Це навантаження прикладалося до робочої поверхні колодки і прийнято рівним 400°C.

Оскільки матеріал виготовлення колодки має невелику межу міцності та немає межі плинності, то розрахунок здійснено за критерієм Мора – Кулона, тобто теорія внутрішнього тертя. Відомо, що даний критерій прогнозує виникнення відмов, якщо для сполучення максимуму головного напруження

при розтягненні та мінімуму головного напруження при стисканні перевищені відповідні межі напружень.

У випадку одновісного напруженого стану закон міцності має вигляд

$$\tau \leq (\sigma - U) \cdot \operatorname{tg} \varphi + c, \quad (1)$$

де τ і σ – діючі в деякій точці основи дотичне і нормальне напруження; U – тиск; φ – кут внутрішнього тертя, c – питоме зчеплення.

Для випадку просторового стану формула набуває вигляду

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2 \cdot c \cdot \operatorname{ctg} \varphi} \leq \sin \varphi, \quad (2)$$

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3,$$

де σ_1, σ_2 і σ_3 – головні напруження.

Відповідно до даного критерію прогнозуються відмови у випадках:

головні напруження при розтягненні більші за нуль $\sigma_1 > 0$ та $\sigma_3 > 0$. При цьому критерій руйнування має місце у випадку якщо головне напруження перевищує напруження, яке виникає при межовому розтягненні, тобто $\sigma_1 > \sigma_p$;

головні напруження при стисканні менші за нуль $\sigma_1 < 0$ та $\sigma_3 < 0$. Критерій руйнування при цьому має місце у випадку якщо допустиме головне напруження більше за напруження, яке виникає при межовому стисканні, тобто $|\sigma_3| > \sigma_c$;

головне напруження при розтягненні $\sigma_1 > 0$, а головне напруження при стисканні $\sigma_3 < 0$. Критерій руйнування при цьому має вигляд:

$$\sigma_1 / \sigma_p + \sigma_3 / \sigma_c > 1. \quad (3)$$

Результати розрахунків показали, що максимальні напруження виникають у спинці колодки і складають 18,7 МПа (третє головне напруження), що перевищує допустимі на 19,8%.

Розподілення напружень за кромкою верхньої частини гальмової колодки наведено на рисунку 1.

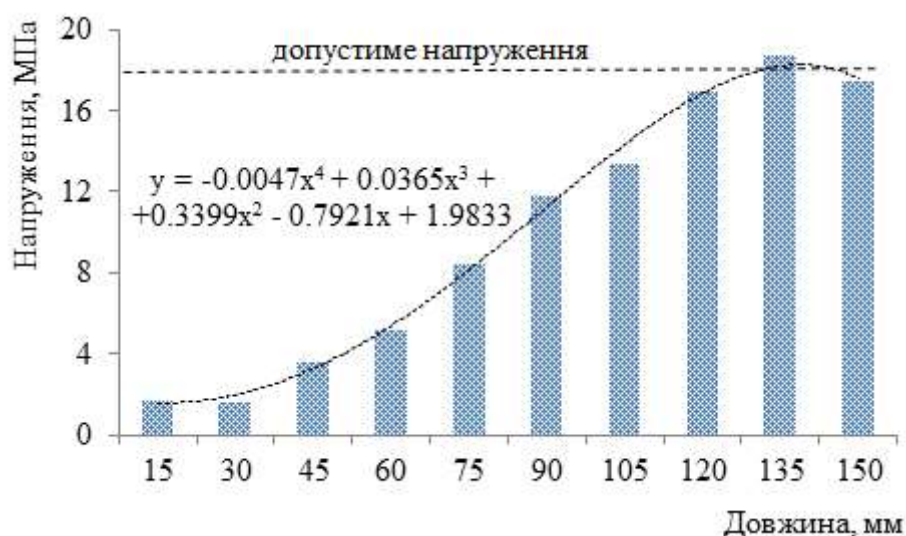


Рисунок 1 – Розподілення напружень за кромкою верхньої частини колодки

При цьому напруження на графіку представлені за модулем. Для визначення їх чисельних значень використовувалась опція зондування у SolidWorks Simulation. З даного рисунка можна зробити висновок, що максимальні напруження виникають на висоті 135 – 140 мм від верху колодки.

Висновок. В результаті проведеного дослідження встановлено, що максимальні напруження в композиційній гальмовій колодці з клинодуальним зносом виникають в тильній частині і становлять 18,7 МПа (третє головне напруження); вони перевищують допустимі значення на 19,8%. Пояснюється це тим, що зменшується корисна площа колодки, і, відповідно, збільшується її навантаженість.

Проведені дослідження доводять негативний вплив клинодуального зносу не тільки на ефективність гальмування, але й на міцність гальмових колодок. Це потребує розробки заходів, спрямованих на усунення цього зносу.

Л і т е р а т у р а

1. Sergii Panchenko, Glib Vatulia, Alyona Lovska, Vasyl Ravlyuk, Israil Elyazov, Ilham Huseynov 2022 Influence of structural solutions of an improved brake cylinder of a freight car of railway transport on its load in operation EUREKA: Physics and Engineering 6 pp 45-55 <https://doi:10.21303/2461-4262.2022.002638>.

2. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України: ЦТ – ЦВ – ЦЛ - 0015. Затв. нак. Укрзалізниці № 264-Ц 28.10.1997. Вид.офіц. К.: 2004. 146 с.

3. Мартинов І.Е., Равлюк В.Г., Афанасенко І.М. Розрахунки теплових режимів при гальмуванні: методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Нова гальмова техніка», Х.: УкрДАЗТ, 2014. 36 с.