

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
Український державний університет залізничного транспорту

# РУХОМИЙ СКЛАД НОВОГО ПОКОЛІННЯ: ІЗ ХХ В ХХІ СТОРІЧЧЯ

Тези ІІІ міжнародної науково-практичної конференції



Харків 2023 р.

## ЗМІСТ

### Секція

## ВАГОНИ: КОНСТРУЮВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

|  |    |
|--|----|
| Підконтрольна експлуатація рухомого складу. Актуальні питання<br><i>М. О. Багров</i> .....   | 9  |
| Підконтрольна експлуатація як складова оцінки відповідності<br>рухомого складу вимогам технічного регламенту<br><i>Н. П. Герко, К. Л. Жихарцев, Ж. О. Семко</i> .....              | 11 |
| Дослідження технічного стану несучих металоконструкцій<br>вагонів тягового електрорухомого складу залізниці Грузії<br><i>Ю. С. Павленко, О. М. Білецький, О. І. Войтенко</i> ..... | 13 |
| Дослідження міцності вантажних вагонів із зварною хребтовою<br>балкою<br><i>А. О. Сулим, П. О. Хозя, С. О. Столетов, О. О. Мельник</i> .....                                       | 15 |
| Проблемні питання подальшого розвитку галузі вантажного<br>вагонобудування<br><i>О. М. Сафронов, А. О. Сулим, В. В. Ільчишин</i> .....   | 17 |
| Перспективи удосконалення конструкції вантажних вагонів<br><i>А. О. Сулим, А. М. Стринжа, В. М. Полулях, В. В. Федоров</i> .....   | 19 |
| Способи керування енергетичними процесами на рухомому складі<br>метрополітену з конденсаторними накопичувачами<br><i>А. О. Сулим</i> .....   | 21 |
| Simulation of the dynamics of oscillations of one model of the rail<br>carriage<br><i>V.V. Kovalchuk</i> .....   | 23 |
| Аналіз можливості використання термоелектричних елементів для<br>рухомого складу залізниць<br><i>А. Л. Пуларія</i> .....   | 24 |
| Прогнозування відмов буксових вузлів вантажних вагонів<br><i>І. Е. Мартинов, О. Л. Шарий</i> .....   | 26 |

|  |     |
|--|-----|
| Підвищення енергоефективності роботи трс шляхом управління триботехнічними характеристиками системи колесо-рейка<br><i>П. О. Харламов, С. С. Клинковський</i> .....          | 105 |
| Виявлення резервів економії енерговитрат в локомотивному господарстві<br><i>О. О. Анацький, Є. О. Васенко, М. О. Гуленко, А. Р. Нежувака, Ю. А. Степаненко</i> .....         | 107 |
| Шляхи удосконалення технології ремонту дизельного двигуна тепловоза<br><i>О. О. Анацький, Ю. Д. Дрига, В. О. Лисенко, Ю. М. Музичук, О. М. Озмитель</i> .....                | 109 |
| Підвищення ресурсу деталей локомотивів<br><i>О. В. Клименко, В. В. Фролов, Д. С. Савчук</i> .....  | 110 |
| Підвищення зносостійкості циліндро-поршневої групи локомотивних гальмівних компресорів КТ6, КТ7<br><i>В. І. Коваленко</i> .....  | 112 |
| Ефективність статистичних індикаторів у визначенні технічного стану підшипників кочення<br><i>О. В. Бабіченко, О. О. Гореславський</i> .....                                 | 114 |
| Підвищення зносостійкості елементів колісно-моторного блоку електровозу ВЛ11 за рахунок застосування металоплакуючих мастильних матеріалів<br><i>М. С. Бугайов</i> .....     | 115 |
| Упровадження в процес ремонту колісних пар електровозів технології об'ємно-поверхневого загартування бандажів<br><i>Р. С Запорожець</i> .....                                | 117 |
| Використання спектральних методів для виявлення частот зубозачеплення тягового редуктора<br><i>В. О. Клименко, А. В. Івненко, О. О. Миргородський, Я. Я. Світленко</i> ..... | 120 |
| Підвищення ефективності маневрових тепловозів ЧМЕЗ шляхом заміщення частини дизельного палива воднем<br><i>В. Л. Красовський</i> .....                                       | 121 |
| Визначення переваг гідрореверсивної передачі маневрових тепловозів<br><i>Я. С. Прутян</i> .....  | 122 |

до 32-30 HRC; зони металу, що зазнають структурного перетворення при прискореному охолодженні, де мікроструктура — сорбіт і пластинчастий перліт, з твердістю 34-26 од. HRC [2].

За умови отримання подібного розподілу загартованого шару на поверхні деталі цей метод зміцнення можна розглядати як альтернативу хіміко-термічній обробці, в першу чергу цементації, яка широко застосовується на машинобудівних підприємствах. При цьому даний метод забезпечує аналогічні, а в деяких випадках і вищі, міцнісні та експлуатаційні характеристики і одночасно пропонує значні економічні переваги завдяки трьом факторам: матеріалам, технології та обладнанню.

[1] Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тяго-вого рухомого складу залізниць України колії 1520 мм [Текст] : ВНД 32.0.07.001-2001 : Наказом Укрзалізниці від 29.05.2001 № 305-Ц з змінами та доповненнями затвердженими наказами Укрзалізниці від 16.11.2004 № 863-ЦЭ, від 18.12.2007 № 598-Ц та від 20.04.2010 № 046-ЦЗ. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2001. – 168 с.

[2] ДСТУ ГОСТ 398:2016. Бандажі черновые для железнодорожного подвижного состава. Технические условия. [Чинний від 01.09.2016] Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ» 2016. 16 с.

**УДК 629.423.2:681.518.54**

## **ВИКОРИСТАННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЧАСТОТ ЗУБОЗАЧЕПЛЕННЯ ТЯГОВОГО РЕДУКТОРА**

### **APPLICATION OF THE SPECTRAL METHODS FOR THE IDENTIFICATION OF MESH FREQUENCIES FOR THE TRACTION GEARBOXES**

*магістри В. О. Клименко, А. В. Івненко,  
О. О. Миргородський, Я. Я. Світленко*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V. Klymenko, A. Ivnenko, O. Myrhorodskyi,  
Y. Svitlenko, master students*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Тягова зубчаста передача є потужним джерелом збурень, що передаються на елементи тягового приводу. Дослідження зубчастих передач здебільшого провадяться з метою оцінки амплітуд вібрацій при різних похибках у зачепленні. Частотні властивості передачі впливають на характер спектра вібрації і зрештою визначають рівень вібрації. Аналіз структури спектру кутових швидкостей зубчастих коліс і деформацій сил еквівалентного пружного контакту зубчастих коліс здійснюють, реалізуючи різні рівні крутних моментів у передачі, аж до значень, які відповідають граничному моменту по зчепленню

що реалізується колісною парою. Величини осьового розбігу часто обирають для дослідження їх впливу на характер спектрів вібрації для номінальної зубчастої передачі і передачі з порушенням величини згаданого параметру. При цьому допускають, що профілі зубів ідеальні й не мають похибок кроків [1].

Спектри амплітуд вібрацій визначаються для середньої величини з діапазону швидкостей руху електропоїзда 40 — 60 км/год. Спектри обчислювались для 8192 відліків часової реалізації алгоритмом швидкого перетворення Фур'є у середовищі пакета Octave.

При перевищенні допустимого значення осьового розбігу (2 мм) і при швидкості руху електропоїзда 46,875 км/год частота зубозачеплення дорівнює 254 Гц і відповідна частотна складова з'являється на широкосмуговому спектрі вібрації. Зі збільшенням частоти на спектрі є друга, третя, четверта й вищі гармоніки. Складові спектра в області 1100 Гц і 1350 Гц мають підвищені амплітуди, що пояснюється резонансними взаємодіями гармонік від збурень при переспряженні зубів і власних частот коливань зубчастої передачі на одній з її форм. Після резонансної зони амплітуди гармонік різко зменшуються, але їхні складові простягаються до 5 кГц. Зі збільшенням величини бічного зазору між зубами у спектрі з'являються складові на частоті рівній половині частоти першої гармоніки процесу при переспряженні зубів. Ця частота проявляється на всьому частотному спектрі з інтервалом 125 Гц. При збільшенні осьового розбігу ця частота залишається і проявляється на всіх спектрах. При більших величинах розбігу, наприклад 2,75 мм, збуджуються власні коливання зубчастих коліс, зокрема шестірні, із власною частотою 480 Гц із широким підйом спектра в зоні 480 Гц. Подальше збільшення розбігу практично не змінює розташування частотних складових, дещо змінюється їх взаємне розташування. На спектрах контактних деформацій чітко виділяється частотна зона до 1000 Гц [1].

При величинах розбігу 0,5 мм, 2 мм, 2,75 мм у спектрах з'являються низькочастотні складові від 0 до 100 Гц, що обумовлюються постійною складовою від моменту, що навантажує, і появою низькочастотних коливань шестерні при циклічній зміні моменту, що навантажує, через розбіг.

При розбігу 2 мм з'являються власні коливання шестерні із частотою 480 Гц, що обумовлена коливаннями шестерні відносно зубчастого колеса.

Високочастотна частина спектра в зоні протифазних коливань зубчастих коліс 1100 Гц практично не змінюється за рівнем амплітуд зі збільшенням величини осьового розбігу. Це дозволяє зробити висновок про те, що зазори впливають на спектр у частотній смузі до 500 Гц.

Отже, спектральні методи здатні виявляти динаміку змін складових зубозачеплення залежно від зміни величин осьового розбігу.

[1] Randall R. B. (2021). *Vibration-based condition monitoring*. NJ: John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 978-1-119-47755-6