

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. Myrhorodskiy,
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