

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

Напрямки розвитку високошвидкісного руху <i>О. В. Устенко, О. О. Гончар, А. І. Григоров</i>	85
Класифікація технічного стану колісно-редукторного блоку електропоїзда методом машинного навчання <i>В. Г. Пузир, С. В. Михалків, О. Ю. Саутін</i>	87
Удосконалення системи збудження збуджувача тягового генератора тепловозів серії 2ТЕ116 <i>В. Г. Пузир, О. М. Обозний, А. С. Залата</i>	89
Підвищення енергетичної ефективності використання високошвидкісних поїздів <i>Д. С. Жалкін, С. Л. Вальков, О. Москвицький, С. Л. Ткаченко</i> ...	90
Підвищення паливної економічності та надійності роботи маневрових тепловозів <i>Д. С. Жалкін, С. М. Карачун, М. С. Романченко</i>	92
Формування адаптивної системи утримання прискореного рухомого складу в умовах України <i>О. С. Крашенінін, О. М. Обозний, О. О. Анацький</i>	94
Обґрунтування стратегії організації ремонту локомотивів на основі наявних ресурсів <i>О. С. Крашенінін, О. О. Шапатіна, М. О. Калитинська, Я. В. Лихоліт, Р. М. Галюк</i>	96
Застосування інформаційних технологій у процесах ремонту локомотивів <i>О. М. Обозний, О. С. Галущенко, Є. А. Манько, В. Ю. Іванов, Д. В. Онищенко</i>	98
Аналіз шляхів підвищення безпеки руху тягового та моторвагонного рухомого складу <i>О. М. Обозний, Т. В. Крикунова, Д. М. Дзюбчук, А. А. Сиров</i>	100
Підвищення ефективності використання енергоресурсів у локомотивному депо <i>А. Л. Сумцов, Д. Є. Пилипишин, О. О. Мірчевський</i>	101
Ультразвукове діагностування гальм високошвидкісного рухомого складу <i>А. Л. Сумцов, М. С. Сидоренко</i>	103

- Розробити стандарти безпеки, зберігання, транспортування та застосування.

[1] Сертифікація, експлуатація та обслуговування рухомого складу високошвидкісних магістралей / Скребков Олексій Валентинович, Олександр Вікторович Устенко, Treuil Jean Louis // [Текст], 2018. - №1 – л. 170

УДК 629.423.2:681.518.54

КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОЛІСНО-РЕДУКТОРНОГО БЛОКУ ЕЛЕКТРОПОЇЗДА МЕТОДОМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

CLASSIFICATION OF THE TECHNICAL CONDITION FOR THE TRACTION GEARBOXES OF ELECTRIC TRAIN USING A MACHINE LEARNING TECHNIQUE

*д. т. н. В. Г. Пузир, к. т. н. С. В. Михалків, аспірант О. Ю. Саутін
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V. Puzyr, D.Sc. (Tech.), S. Mykhalkiv, PhD (Tech.), O. Sautin, graduate student
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Відповідно до правил ТО й ПР електропоїздів і електросекцій ЦТ-0046 упродовж потокового ремонту ПР-1 необхідно за попередньо складеним графіком здійснити прослуховування фонендоскопом від 4 до 6 колісно-редукторних блоків (КРБ) в електропоїзді, зокрема прослухати тяговий редуктор, моторно-якірні й буксові підшипники. У разі виявлення сторонніх шумів та наявного осьового розбігу валу шестерні більше 1,2 мм здійснити ревізію тягового редуктора КРБ. Для цього провести демонтаж ТЕД та транспортувати КРБ до колісно-редукторного відділення для подальшого розбирання.

Однак неодноразово траплялись випадки, коли візуальний огляд або прослуховування КРБ на оглядовому стійлі визнавало тяговий редуктор непридатним до експлуатації та ухвалювалося рішення відправки в ремонт, проте після розбирання жодної несправності виявлено не було, що призводило до втрати багато часу (викочування КРБ з-під вагону з подальшим транспортуванням та розбиранням КРБ триває біля 4 годин при відведеній нормі часу на весь ПР-1 — 12 год). Тому впровадження вібродіагностування дозволить визначати технічний стан КРБ з високою достовірністю та позбавляти потреби здійснювати зайві трудомісткі операції [1].

Традиційні спектральні методи вібродіагностування, які полягають в побудові широкосмугових спектрів вібрації і спектрів обвідної вібрації зазнають невдачі у виділенні ознак несправностей елементів підшипників кочення, що пов'язано зі специфікою випробувань КРБ на стенді, коли згідно з технічними картами КРБ слід встановлювати на стенд зі злитим з тягового редуктора мастилом. Подальше розкручування шестерні справного КРБ на

випробувальному стенді відбувалось до частоти обертання 742 хв^{-1} та провадилась реєстрація віброприскорень віброакселерометром. Розрахований широкосмуговий спектр вібрації містив сильно виражені дві гармоніки зубозачеплення $f_z = 267 \text{ Гц}$ і $2 \cdot f_z = 534 \text{ Гц}$ та сильний резонансний сплеск у діапазоні частот $6 \text{ — } 9 \text{ кГц}$ (рис. 1 а). На спектрі обвідної вібрації, отриманому в діапазоні $6 \text{ — } 9 \text{ кГц}$ наявні два сильно виражених імпульси на частотах 100 Гц і 200 Гц , які не належать жодній розрахованій частоті обертання елементу підшипника кочення або зубчастого зачеплення в оточенні яких розташовані бічні смуги з шириною 12 Гц , що відповідає частоті обертання шестерні f_{061} (рис. 1 б).

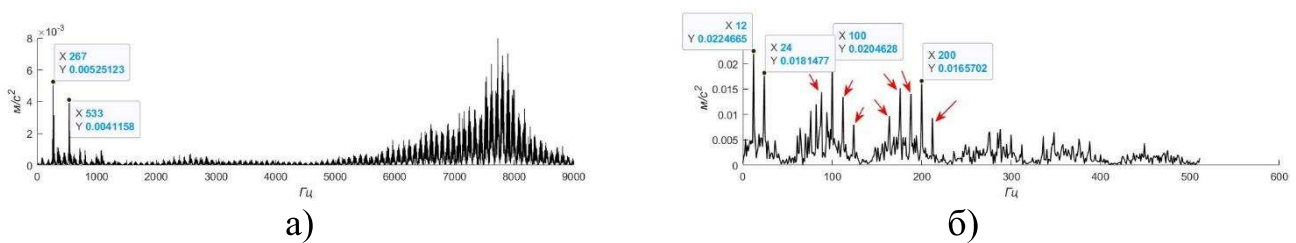


Рис. 1. Широкосмуговий спектр та спектр обвідної вібрації ТЗП

Аналогічні дослідження провадились для КРБ з пошкодженою шестернею (відкол зуба) та підшипника кочення (руйнування внутрішнього кільця). Широкосмуговий спектр вібрації містив одну сильно виражену гармоніку f_z , а спектр обвідної вібрації на відміну від аналогічного для справного КРБ носив повністю випадковий характер із вираженою гармонікою f_{061} .

Отже, згідно з [2] наявність на широкосмугових спектрах вібрації гармонік зубозачеплення свідчить про незадовільне змащення, що відповідає згаданим технологічним вимогам стосовно випробувань КРБ на стенді, однак поява гармонік частот обертання шестерні kf_{061} на спектрі обвідної вібрації означає наявне пошкодження шестерні, що не відповідає дійсності й спотворює результати діагностування, а значущість спектральних методів перетворюється на другорядну.

Далі обчислювались статистичні індикатори в часовому просторі вібрації для справного й несправного КРБ. Середньоквадратичне значення вібрації (RMS) $RMS_{\text{справний}} = 0,039 \text{ м/с}^2$, $RMS_{\text{несправний}} = 0,068 \text{ м/с}^2$; хрест-фактор (Crest) $Crest_{\text{справний}} = 1,272$, $Crest_{\text{несправний}} = 1,327 \text{ м/с}^2$; ексцес (Skew) $Skew_{\text{справний}} = -0,094$, $Skew_{\text{несправний}} = 0,102$; ексцес (Kurt) $Kurt_{\text{справний}} = 5,49$, $Kurt_{\text{несправний}} = 43,41$. Серед перелічених індикаторів найвищу чутливість до зміни технічного стану продемонстрував ексцес, однак через потребу в розробці порогових значень технічного стану відповідних типів обладнань ефективно використовувати згадані індикатори не вдається.

Зважаючи на перелічені особливості та недоліки традиційних методів, запропоновано здійснювати бінарну класифікацію технічного стану КРБ упродовж випробувань методом машинного навчання з учителем, а саме методом опорних векторів (SVM). Для навчання попередньо формувались чотири набори даних розрахованих статистичних індикаторів: Skew і Kurt; Kurt

i Crest; RMS i Crest; Kurt i RMS. В усіх наборах точність навчання дорівнювала 100 %, що визначає прийнятність методу SVM провадити бінарну класифікацію технічного стану КРБ у згаданих несприятливих обставинах.

[1] Бульба В. І. Удосконалення технології вібродіагностування тягових редукторів електропоїздів: дис. ... канд. техн. наук. Харків, 2021. 186 с.

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

УДК 629.4.083

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗБУДЖЕННЯ ЗБУДЖУВАЧА ТЯГОВОГО ГЕНЕРАТОРА ТЕПЛОВОЗІВ СЕРІЇ 2ТЕ116

IMPROVEMENT OF THE EXCITATION SYSTEM OF THE TRACTION GENERATOR EXCITER OF DIESEL LOCOMOTIVES OF THE 2TE116 SERIES

*д. т. н. В. Г. Пузир, к. т. н. О. М. Обозний,
аспірант А. С. Залата*

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

*V. Puzyr, D.Sc. (Tech), O. Obozny, PhD (Tech.),
A. Zalata, graduate student
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Витрати енергії на збудження синхронного тягового генератора складаються із витрат енергії на збудження самого синхронного генератора та синхронного збуджувача [1]. Збуджувач призначений для живлення (через напівкерований випрямляч) постійним струмом обмотки збудження тягового генератора. Він відноситься до допоміжних тягових електричних машин і є однофазним синхронним генератором підвищеної частоти, захищеного виконання, з самовентиляцією.

Основним завданням збуджувача є підтримка напруги на вході регулятора збудження тягового генератора залежно від частоти обертів колінчатого валу дизеля.

Система збудження збуджувача реалізує це за допомогою завдання струму збудження збуджувача панелями опорів і компенсації струму навантаження збуджувача за допомогою трансформатора струму.

Дана система має ряд недоліків:

1. Завдання струму за допомогою резисторів не може забезпечити підтримку напруги збуджувача у всьому діапазоні частот обертання дизеля через нелінійність характеристики намагнічення збудника, технологічного розкиду його параметрів та температурної зміни опорів як задаючих резисторів, так і обмотки збудження збуджувача.

2. Вимагає періодичної перевірки та обслуговування регульованих елементів (задаючих панелей опорів).