

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

Мелконов Г.Л., Шведчикова І.О.	
ОГЛЯД ВПРОВАДЖЕННЯ SMART GRID ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ OVERVIEW OF THE IMPLEMENTATION OF SMART GRID TECHNOLOGIES IN UKRAINE.....	191
Олексієнко С.М., Стрільчук Б.В.	
ОБРОБКА АРХІВНИХ ДАНИХ ПРО ГЕНЕРАЦІЮ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЇ ЛОКАЦІЇ PROCESSING OF ARCHIVE DATA ON THE GENERATION OF THE PHOTOELECTRIC SYSTEM FOR A SPECIFIC LOCATION...	193
Попов С.В., Васильєв Є.А., Діденко А.В.	
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДРОВ'ЯНОЇ ПЕЧІ ПЕРІОДИЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ IMPROVEMENT OF INTERMITTENT WOOD STOVE.....	196
Пузир В.Г., Михалків С.В.	
ПОСИЛЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ТЯГОВОГО РЕДУКТОРА ЕЛЕКТРОПОЇЗДА ENHANCEMENT OF SPECTRAL VIBRATIONAL COMPONENTS OF THE TRACTION GEARBOX OF ELECTRIC TRAIN.....	200
Силантьєв О.Ю., Романченко Ю.А.	
АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ТА ПРОЦЕСІВ В ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ ANALYSIS OF MODES AND PROCESSES IN LOCAL POWER SYSTEMS.....	204
Сорочинська О.Л.	
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ENERGY SAVING IN RAIL TRANSPORT IN CONTEXT SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGIES.....	208
Сулим А.О.	
СИНТЕЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГООБМІННИМИ ПРОЦЕСАМИ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ МЕТРОПОЛІТЕНУ З ЄМНІСНИМИ НАКОПИЧУВАЧАМИ ЕНЕРГІЇ CONTROL SYSTEM SYNTHESIS FOR ENERGY EXCHANGE PROCESSES ON METRO ROLLING STOCK WITH CAPACITIVE ENERGY STORAGES.....	212
Філімоненко К.В.	
АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ У РОЗПОДІЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ ANALYSIS OF ENERGY SAVING MEASURES IN DISTRIBUTION TRANSFORMERS.....	216
Філімоненко Н.М.	
ВИМОГИ ЩОДО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ REQUIREMENTS FOR INFORMATION PROTECTION IN	

комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції, м. Запоріжжя, ТДАТУ, 01-25 листопада 2022 р. Запоріжжя, 2022. С. 207.

2. Попов С.В., Васильєв А.В., Васильєв Є.А. Експериментальне дослідження джерел опалення житлової кімнати багатопверхового будинку. // ScienceRise. 2017. Т. 1, № 2 (30). С. 20-26. DOI: 10.15587/2313-8416.2017.86290.

3. Попов С.В., Васильєв Є.А., Малюшицький О.В., Васильєв А.В. Розробка дров'яної печі періодичного функціонування, як альтернативного джерела опалення приватного будинку. // ScienceRise. 2018. №1(42). С. 40-43. DOI: 10.15587/2313-8416.2018.120795.

4. Пірометр FLUS IR-866U (-50...+2250 °C; EMS 0,1-1,0) ПО, Кейс (50:1). URL: <https://mpr-kip.com/ua/p490032698-pirometr-flus-866u.html> (дата звернення 05.02.2023).

ПОСИЛЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ТЯГОВОГО РЕДУКТОРА ЕЛЕКТРОПОЇЗДА

Пузир В.Г. – д.т.н., проф., puzyr.v.g@gmail.com

Михалків С.В. – к.т.н., доц., svm_m@kart.edu.ua

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

ENHANCEMENT OF SPECTRAL VIBRATIONAL COMPONENTS OF THE TRACTION GEARBOX OF ELECTRIC TRAIN

Puzyr V. – D.Sc.(Tech.), puzyrvg@gmail.com

Mykhalkiv S. – PhD(Tech.), svm_m@kart.edu.ua

*Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv*

The paper deals with improvement of the vibration-based diagnostics of electric train traction gearboxes by means of the minimum entropy deconvolution (MED) procedure. Taking into account a poor visibility of the second harmonic of the mesh frequency and a sideband around this frequency on the power spectrum, MED provides deconvolution of the acquired vibration with further enhancement of the spectral discrete impulse components on the power spectrum. On the vibration power spectrum after MED procedure a strong second harmonic of the mesh frequency and a sideband are visible, which means the probability of a faulty pinion.

Keywords: *deconvolution, frequency, gearwheel, pinion, sideband, spectrum, traction gearbox, vibration*

Актуальність дослідження зумовлена потребою в забезпеченні надійності підшипникових вузлів та зубчастого зачеплення тягових зубчастих передач (ТЗП) моторвагонного рухомого складу (МВРС). На відмови ТЗП різних серій МВРС із причин руйнування підшипника кочення передньої кришки ТЗП і

руйнування зубів припадає більше 85 % відмов. Оскільки ревізія й ремонт підшипників і зубчастих передач є трудомісткими й дорогими порівняно з іншим обладнанням МВРС, то впровадження функціонального діагностування за аналізом вібрації є перспективним у виявленні відмов на ранніх стадіях розвитку пошкоджень [1].

Метою роботи є визначення діагностичних ознак технічного стану зубчастого зачеплення ТЗП електропоїзда процедурою посилення дискретних імпульсних складових у вібраційних реалізаціях.

Основний текст. Для встановлення відповідності законів розвитку несправностей та їх прояву у віброакустичному сигналі необхідне розуміння фізичної сутності робочих процесів і їх впливу на розвиток деградаційних процесів у вузлах. У ТЗП характер взаємодії елементів підпорядковується періодичному закону, обумовленому обертальним або циклічним рухом відповідно до кінематичної схеми, у низькочастотному діапазоні (до 400 – 500 Гц) однією з основних частот збудження є частота обертання колісної пари. Одночасно з коливаннями в радіальному напрямку виникають сильні осьові коливання зі зміною амплітуди залежно від навантаження й числа обертів. Неідеальність елементів, відхилення параметрів мастильного шару в зубчастому зачепленні, опорах кочення й ковзання від припустимих значень, технологічні похибки виготовлення й складання викликають зміни вібраційних параметрів. Процес зубозачеплення є основним джерелом вібрації ТЗП електропоїзда. Вібрація справного зубозачеплення, яке позбавлене ексцентриситету, має стале обертання й навантаження і описується фінітним рядом Фур'є з фундаментальною частотою, яка дорівнює частоті зубозачеплення f_z . Ідентифікація пошкоджень відбувається завдяки виявленню частот специфічних імпульсних складових у зареєстрованих вібраційних сигналах.

На випробувальному стенді колісно-редукторний блок електропоїзда EP2 зазнавав розкручування до значення $n_{об}, хв^{-1}$. Частота зубозачеплення обчислюється за виразом

$$f_z = N_1 \cdot f_1 = N_2 \cdot f_2, \quad (1)$$

де N_1 – кількість зубів зубчастого колеса; N_2 – кількість зубів шестерні; $f_1 = n_{об}/60$ – частота обертання зубчастого колеса, Гц; f_2 – частота обертання шестерні, Гц (таблиця 1) [1].

Поява бічних смуг може свідчити про неоднорідний знос, биття, перекошування, раковини, тріщини зубів [5]. Гармоніки зубозачеплення й бічні смуги зростають відповідно до рівня зносу [2].

Таблиця 1 – Розрахунок складових частот обертання зубозачеплення ТЗП

N_1	N_2	$n_{об}$	f_1	f_2	f_z
73	23	219	3,65	11,58	266,4

Частота зубозачеплення f_z з'являється внаслідок взаємодії шестерні й зубчастого колеса, а бічні смуги, які оточують частоту f_z характеризують ефекти амплітудної та частотної модуляції унаслідок контакту зубів на спільній частоті f_z [5]. На рисунку 1 наведений спектр потужності вібрації, який є квадратом модуля спектру сигналу й містить чітко виражену частоту $1 \cdot f_z$ і другу її гармоніку $2 \cdot f_z$ із меншою амплітудою. Відстань бічних смуг від частоти f_z дорівнює значенню частоти обертання шестерні f_2 . На аналогічній відстані відзначаємо появу бічної смуги $2 \cdot f_z + f_2$ біля другої гармоніки $2 \cdot f_z$.

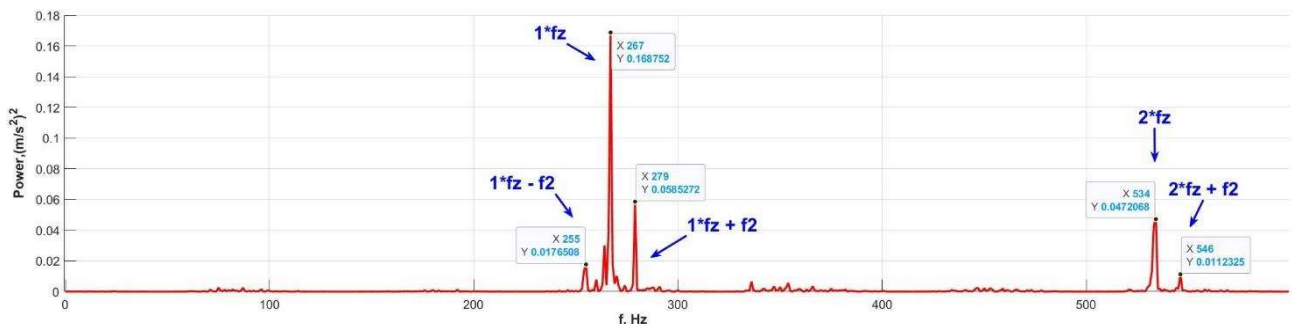


Рисунок 1 – Спектр потужності вібрації ТЗП електропоїзда EP2

Оскільки джерело вібрації генерує періодичні імпульсні збурення, то зареєстрований вібраційний сигнал ТЗП є результатом згортання цих збурень із резонансним відгуком середовища, яке лежить на шляху між згаданим джерелом та віброакселерометром. Для відновлення початкових періодичних імпульсів слід застосувати процедуру, яка здійснює деконволюцію імпульсних відгуків, викликаних пошкодженнями. Деконволюція з мінімальною ентропією (ДМЕ) покликана скоротити поширення частот, пов'язаних із імпульсними відгукми та отримати сигнали, які схожі на початкові імпульси [3].

ДМЕ потребує створення інверсного фільтру за допомогою максимізації значень коефіцієнту ексцесу (Kurt). Якщо вважати, що сигнал із віброакселерометра y , а бажаний інверсний фільтр g_{inv} .

Процес деконволюції виглядає

$$x = y * g_{inv} \quad (2)$$

де x – відфільтрований сигнал; $*$ – оператор згортання.

Максимізація коефіцієнту ексцесу відфільтрованого сигналу еквівалентна мінімізації ентропії згаданого сигналу, тому метод деконволюції, який

базується на коефіцієнті ексцесу також називають ДМЕ, яка виглядає

$$g_{inv} = \underset{g_{inv}}{\operatorname{argmax}} \operatorname{Kurt}(y * g_{inv}) \quad (3)$$

Фіксоване значення ітеративного розв'язку згідно з (3) є бажаним інверсним фільтром, який набуде вигляду

$$g_{inv} = \frac{\sum_{n=1}^N x_n^2}{\sum_{n=1}^N x_n^4} (Y_0 Y_0^T)^{-1} Y_0 [x_1^3, x_2^3, \dots, x_N^3]^T \quad (4)$$

де N – довжина сигналу; $(\cdot)^T$ – оператор транспонування; $Y_0 \in \mathbb{R}^{L \times N}$ – матриця [4].

На рисунку 2 наведений спектр потужності вібрації сигналу після застосування процедури ДМЕ. Друга гармоніка $2 * f_z$ разом із бічною смугою, яка віддалена на величину f_2 набули вищої амплітуди порівняно з аналогічними на рисунку 1. Якщо пошкодження розташовано на шестерні із частотою обертання f_2 , то прохід цього пошкодження через зону зубозачеплення відбувається через один оберт шестерні і зсув бічних смуг пропорційний оборотній частоті шестерні.

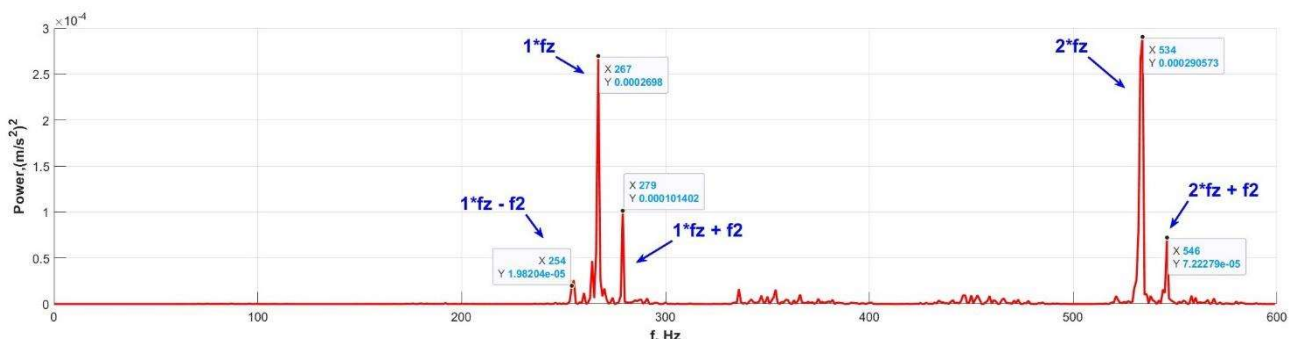


Рисунок 2 — Спектр потужності вібрації ТЗП після процедури ДМЕ

Висновок. Отримані діагностичні ознаки технічного стану зубчастого зачеплення ТЗП $kf_z \pm f_2$ на спектрах потужності вібрації завдяки деконволюції з мінімальною ентропією, дозволяють посилювати відповідні спектральні імпульсні складові й підвищувати достовірність виявлення пошкоджень.

Л і т е р а т у р а

1. Бульба В.І. Удосконалення технології вібродіагностування тягових редукторів електропоїздів: дис. ... канд. техн. наук. Харків, 2021. 186 с.
2. Barszcz T. Vibration-based condition monitoring of wind turbines. Springer Nature Switzerland AG, 2019. P. 215. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05971-2>

3. He D., Wang X., Li S., Lin J., Zhao M. (2016). Identification of multiple faults in rotating machinery based on minimum entropy deconvolution combined with spectral kurtosis. *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 81, P. 235 — 249. [https://doi.org/ 10.1016/j.ymssp.2016.03.016](https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2016.03.016)

4. He L., Yi C., Wang D., Wang F., Lin J-H. (2021). Optimized minimum generalized Lp/Lq deconvolution for recovering repetitive impacts from a vibration mixture. *Measurement*, Vol. 168, 108329. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108329>

5. Randall R. B. Vibration-based condition monitoring. John Wiley & Sons Ltd, 2-nd edition, 2021. P. 428.

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ТА ПРОЦЕСІВ В ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Силантьєв О.Ю. – студент, mvt-22dm-911@snu.edu.ua
Романченко Ю.А. – к.т.н., доц., romanchenko_ja@snu.edu.ua
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля
Україна, м. Київ

ANALYSIS OF MODES AND PROCESSES IN LOCAL POWER SYSTEMS

Sylantiev O. – student, mvt-22dm-911@snu.edu.ua
Romanchenko J. – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
romanchenko_ja@snu.edu.ua
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Ukraine, Kyiv

The paper analyzes the structure, parameters, modes and processes in the energy markets in local electric power systems, the interaction of the elements of the electrical system and the creation of control systems. It is shown that current trends in the development of electric power systems are determined by the level of their intellectualization. The final scheme of the evolution of local electric power systems is presented. It is shown how the emergence of renewable and dispersed energy sources has affected the operation and planning of distribution systems. A list of problems that are solved when using control systems of local electric power systems is given.

Keywords: local power system, energy source, active consumer, renewable energy sources, multiagent control system, means of accumulation of electric power.

Актуальність дослідження зумовлена вирішенням задач керування споживачами електроенергії в локальних електроенергетичних системах.

Метою роботи є оглядовий аналіз структури, параметрів, режимів та процесів на енергетичних ринках в локальних електроенергетичних системах, взаємодії елементів електричної системи та створенням систем контролю.