

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ УКРАИНЫ
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА

ООО «НПП «УКРТРАНСАКАД»



МАТЕРІАЛИ
77 Міжнародної науково-практичної конференції
«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ»

МАТЕРИАЛЫ
77 Международной научно-практической конференции
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»

PROCEEDINGS
of the 77 International Scientific & Practical Conference
«THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF RAILWAY TRANSPORT
DEVELOPMENT»

11.05 – 12.05.2017 г.

Днепр
2017

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

Пшинько А.Н. – д.т.н., профессор, ректор Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна (ДИИТ)

Заместитель председателя:

Мямлин С.В. – д.т.н., профессор, проректор по научной работе ДИИТа

Члены научного комитета:

Боднар Б.Е. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Бобровский В.И. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Вакуленко И.А. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Гаврилюк В.И. – д.ф.-м.н., проф. (ДИИТ)

Гетьман Г.К. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Довганюк С. С. – д.і.н., проф. (ДИИТ)

Капица М.И. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Каливода Я. - PhD, Чешский технический университет (Чешская республика)

Кривчик Г.Г. – д.и.н., проф. (ДИИТ)

Курган Н.Б. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Ломотько Д.В. – д.т.н., проф. (УкрГУЖТ)

Манашкин Л.А. – д.т.н., проф. (Технологический университет Нью-Джерси, США)

Муха А.Н. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Науменко Н.Е. – к.т.н., с.н.с., (Институт технической механики)

Негрей В.Я. – д.т.н., проф. (БелГУТ)

Петренко В.Д. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Приходько В.И. – к.т.н., проф. (ПАО «Крюковский вагоностроительный завод»)

Кангожин Б.Р. – д.т.н., проф., (КазАТК, Республика Казахстан)

Сладковски А. – д.т.н., проф. (Силезский технический университет, Польша)

Урсуляк Л.В. – к.т.н., доцент (ДИИТ)

Тютюкін О.Л. – д.т.н., доцент (ДИИТ)

Тараненко С.Д. – к.т.н. (Днепропетровский стрелочный завод)

Зеленько Ю. В. – д.т.н., професор, зав. кафедри хімії та інженерної екології ДНУЗТ.

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Козаченко Д.Н. – д.т.н., профессор, начальник НИЧ – председатель

Горбова А.В. – зав. отделом АСУ-НИЧ – ответственный секретарь

Трепак С.Ю. – зав. відділом держбюджетних науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт і студентської науки;

Бондаренко М. С. – провідний фахівець НДЧ;

Пинчук Е.П. – к.э.н., директор ООО «НПП «Укртранскад»

Пятигорец А.С. – к.э.н., главный бухгалтер ООО «НПП «Укртранскад»

- раціональні техніко-економічні параметри полігону для випробування рухомого складу (довжина, параметри плану та профілю, кількість та тип колій, геометричні параметри рейкової колії);
- екологічні показники випробувального полігону (рівень викидів шкідливих речовин, шуму, вібрації);
- показники електромагнітного впливу системи тягового електропостачання на обладнання рухомого складу та лінії сигналізації, централізації та блокування.

Реалізація вказаних завдань забезпечить створення єдиних підходів до оцінки техніко-економічних та екологічних показників рухомого складу у процесі його випробувань, підвищить енергетичну ефективність та екологічність транспорту за рахунок допуску до експлуатації рухомого складу з найкращими показниками енергоефективності та екологічності.

ОСОБЛИВОСТІ РІЗНОВИДУ ПРОЦЕДУР РОЗКЛАДАННЯ З МІНІМАЛЬНОЮ ЕНТРОПІЄЮ ДЛЯ ВІБРОДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ

Михалків С.В., Ходаківський А. М.

Український державний університет залізничного транспорту
Україна

Mykhalkiv S. V. Khodakivski A. M. The properties of variety of the minimum entropy decomposition for vibrodiagnostics of rolling bearings of electric trains.

A problem with the minimum entropy decomposition solution is that it is an iterative selection process, and will not necessarily design an optimal filter for the posed problem. Additionally, the problem goal in minimum entropy decomposition prefers to deconvolve a single-impulse, while in rotating machine faults we expect one impulse-like vibration source per rotational period of the faulty element.

Елементи роликів підшипників кочення шестірень тягових зубчастих передач (ТЗП) колісно-редукторних блоків (КРБ) електропоїздів серії ЕР та ЕПЛ здебільшого зазнають стрімкого руйнування в експлуатації, що супроводжується повним руйнуванням сепараторів і швидкою втратою циліндричності роликів з їх подальшим руйнуванням. Отже, розвиток методів вібраційного діагностування технічного стану КРБ на технічних обслуговуваннях (ТО) електропоїздів має зосереджуватись на визначенні ранньої стадії ознак пошкоджень найбільш вразливих елементів підшипників для реалізації своєчасних заходів з усунення негативних наслідків. З-поміж декількох підходів до аналізу вібраційних сигналів привертає увагу процедура розкладання, що ґрунтується на засадах визначення міри сигналу, яка обирається нормою з подальшою побудовою фільтра на виході якого величина відфільтрованого сигналу досягає максимального значення відповідно до раніше встановленої норми. За подібним принципом функціонує процедура розкладання з мінімальною ентропією (РМЕ) або інверсної фільтрації, яка протягом останнього десятиліття демонструє задовільні результати у розв'язанні завдань визначення технічного стану машин з обертовими елементами у різноманітних галузях промисловості. Протягом згаданого періоду також удалося встановити недоліки цієї процедури, а саме потреба в певній кількості ітерацій замість безпосереднього обчислення коефіцієнтів фільтра. Ітерації припиняються тоді, коли величина коефіцієнта ексцесу, що обирається як зазначена норма в межах розв'язання проблеми максимізації досягає найвищого значення, яке вважається оптимальним. Однак найвища величина коефіцієнту

ексцесу відповідає появі одиничного імпульсу в сигналі після завершення процедури РМЕ, тобто численні ітерації призводять до того, що на виході інверсного фільтра з'являється нетиповий одиничний імпульс, який викривлює справжні характеристики сигналу, штучно усуваючи властиві обертальному процесу елементів підшипників кочення періодичні імпульсні складові. Тому для досягнення позитивного результату від застосування цієї процедури слід негайно спиняти ітерації, коли в сигналі на виході інверсного фільтра ще лишаються періодичні імпульсні складові та не досягнутий залежно від довжини інверсного фільтра установлений оптимум — не з'явився і не посилювався одиничний імпульс. Причиною появи аномально великого імпульсу є прирівнювання процедурою РМЕ початкового відліку часової вібраційної послідовності на вході інверсного фільтра до нуля. Це призводить до порушення безперервності між початковим відліком, який вважається нульовим та другим відліком вхідної часової реалізації, що зрештою спричиняє появу хибного імпульсу. Для пом'якшення цього недоліку у 2007 році австралійськими дослідниками Ендо та Ренделом було запропоновано використовувати перед процедурою РМЕ авторегресійну (АР) фільтрацію. У 2017 році канадські дослідники Макдональд та Жао відкорегували вираз для згортання інверсного фільтра в межах процедури РМЕ, прибравши припущення про нульові значення у вібраційній реалізації на вході фільтра. Оновлена процедура отримала назву корегованого розкладання з мінімальною ентропією (КРМЕ), яка так само використовує певну кількість ітерацій для досягнення оптимального результату. Цими ж дослідниками також було удосконалено процедуру оптимального розкладання з мінімальною ентропією (ОРМЕ), яка уперше була запропонована у 1984 році. Процедура ОРМЕ на відміну від РМЕ оптимального значення досягає вже після першого обчислення та позбавлена недоліку в потребі великої кількості ітерацій, однак так само, як і РМЕ характеризується появою нетипового одиничного імпульсу. Удосконалена процедура отримала назву корегованого оптимального розкладання з мінімальною ентропією (КОРМЕ) і так само, як і процедура КРМЕ має знижувати схильність до появи нетипового одиничного імпульсу і додатково послуговуватись одноразовим обчисленням без тривалих ітерацій.

Авторами були зареєстровані вібраційні реалізації підшипникових вузлів КРБ електропоїзда серії EP2, після капітального ремонту в заводських умовах. Реєструвалася вібрація підшипника кочення шестірні ТЗП за допомогою цифрового багатоканального самописця «Flash Recorder 2-16bitRTC-SD», віброакселерометра ВДВ-19 з робочим діапазоном віброприскорень від 0 до 2000 м/с² і робочим частотним діапазоном від 2 Гц до 9 кГц. У самописці аналоговий сигнал з датчика після аналогового фільтра нижніх частот Баттерворта оцифровувався з частотою дискретизації 40 кГц. Використання процедур АР+РМЕ так само, як і в попередніх дослідженнях вібраційних характеристик підшипників кочення генераторів управління струмом електровозів серії ЧС надало беззаперечні переваги перед класичними спектральними методами, що базуються на віконному зважуванні та подальших спектральних побудовах. АР фільтрація усунула періодичні складові із часової форми вібраційних сигналів і посилює імпульсні складові, а процедура РМЕ при довжині вхідної вібраційної реалізації 2¹⁷ відліків продемонструвала позитивні результати при довжині інверсного фільтра 500 відліків і 75 ітераціях. Однак при збільшенні ширини інверсного фільтра з'явився і почав посилюватись нетиповий одиничний імпульс, описаний згаданими закордонними дослідниками. Було встановлено, що задовольняється довжиною інверсного фільтра, що дорівнює 500 відліків не є доцільним, оскільки вища довжина дозволить отримати кращу роздільність частотних складових на ширококутових спектрах і на спектрах обвідної вібрації в подальших побудовах. Однак ефект від збільшення довжини фільтра нівелює описаний одиничний імпульс. Тому поєднання процедур АР+РМЕ можна вважати ефективним при відносно невеликих довжинах фільтра. Після застосування удосконаленої процедури КРМЕ без

використання АР фільтрації удалося уникнути появи одиничного імпульсу навіть із довжиною інверсного фільтра 800 відліків, натомість інша удосконалена процедура КОРМЕ надала ще гірші результати ніж застаріла процедура АР+РМЕ — одиничний імпульс почав посилюватись уже при довжині інверсного фільтра 300 відліків.

Таким чином, знову вдалося встановити беззаперечну перевагу застарілої процедури АР+РМЕ перед класичними спектральними методами і зафіксувати появу нетипового одиничного імпульсу, який варіює залежно від частоти обертання внутрішнього кільця підшипника кочення і довжини інверсного фільтра. Також удалося підтвердити ефективність удосконаленої процедури КРМЕ, що має потенціал для подальшого успішного розв'язання завдань з вібродіагностування підшипників кочення відповідальних вузлів МВРС і локомотивів.

КОМПЛЕКСНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ З ЗАСТОСУВАННЯМ НОВИХ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ.

Данилевський В.І.¹, Сливовська Л.В.²

¹Державний економіко – технологічний університет транспорту (ДЕТУТ),

²Укрзалізниця філія Південно-Західна
Україна

Danilevsky V.I. - State Economical-Technological University for Transport, Slivovska L.V - UZ branch southwestern Kiev. Complex modernization of towers electric machines of electric armed warehouse warehouse for transportation of zazosuvannyn new extreme materials.

In arycle the carried out analysis of a technical condition of traction electric cars Elektropodvizhnoy structure, the basic directions of the modernization, and also risks white are defined can arise in the course of modernization on an exampleof traction engine TL-2K of electric locomotives of a direct current.

1. Аналіз наявності тягових електричних двигунів (ТЕД) електровозів постійного струму на залізницях України.

Тягові двигуни які експлуатуються на залізницях України виготовлені в 1956-1990 роках зокрема на електровозах.

Як видно із аналізу тягові двигуни почали виготовлятися 55 років назад із матеріалів, які існували на той час. За роки їх експлуатації конструкція постійно удосконалювалася з метою поліпшення їх тягових характеристик. Основні конструктивні зміни зазнали моментоутворюючі частини тягового двигуна. Почали впроваджуватися нові стандарти, налагоджувалося виробництво нових конструкційних та електроізоляційних матеріалів та пристроїв контролю геометричних розмірів складових частин які дали можливість удосконалити конструкції та надійність в роботі складових частин електричних машин зокрема і тягових двигунів та збільшити їх потужність. зокрема:

- електроізоляційні матеріали;
- електротехнічні сталі;
- вимірювальні пристрої.

2. Основні причини пошкодження електричної ізоляції наступні:

- пробій і міжвиткове замикання обмоток якоря;
- пробій і міжвиткове замикання котушок головних, додаткових полюсів і компенсаційної обмотки;