



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ УКРАИНЫ
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА
ООО «НПП «УКРТРАНСАКАД»



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
76 Международной научно-практической конференции
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»
19-20 МАЯ 2016

Днепропетровск
2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ УКРАИНЫ
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА
ООО «НПП «УКРТРАНСАКАД»

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
76 Міжнародної науково-практичної конференції
«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
76 Международной научно-практической конференции
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»

ABSTRACTS
of the 76 International Scientific & Practical Conference
«THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF RAILWAY TRANSPORT
DEVELOPMENT»

19.05 – 20.05.2016г.
Днепропетровск
2016

УДК 656.2

Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы 76 Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 19-20 мая 2016 г.) – Д.: ДИИТ, 2016. – 414 с.

В сборнике представлены тезисы докладов 76 Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта», которая состоялась 19-20 мая 2016г. в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. Рассмотрены вопросы, посвященные решению задач, стоящих перед железнодорожной отраслью на современном этапе.

Сборник предназначен для научно-технических работников железных дорог, предприятий транспорта, преподавателей высших учебных заведений, докторантов, аспирантов и студентов.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., профессор Мямлин С. В. – председатель

д.т.н., профессор Бобровский В. И.

д.т.н., профессор Вакуленко И. А.

д.ф.-м.н., профессор Гаврилюк В.И.

д.т.н., профессор Гетьман Г. К.

д.т.н., профессор Козаченко Д.Н.

д.т.н., профессор Капица М.И.

д.и.н., профессор Кривчик Г. Г.

д.т.н., профессор Муха А. Н.

д.т.н., профессор Петренко В. Д.

к.т.н., доцент Арпуль С. В.

к.ф.-м.н., доцент Титаренко В.В.

к.ф.н. доцент Накашидзе I.C.

к.т.н., доцент Очкасов А. Б.

к.т.н., доцент Рыбалка Р.В.

к.т.н., доцент Тютькин А. Л.

к.х.н., доцент Ярышкина Л. А.

к.т.н. Болвановская Т. В.

к.т.н. Карзова О. А.

Бойченко А. Н.

Кирильчук О.А.

Накашидзе И.С.

Горбова А.В.

Гридасова А.В. – ответственный редактор

Адрес редакционной коллегии:

49010, г. Днепропетровск, ул. Лазаряна,2, Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Тезисы докладов печатаются на языке оригинала в редакции авторов.

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ АВТОРЕГРЕСІЇ ТА ІНВЕРСІЙНОГО ФІЛЬТРУ ДЛЯ ВІБРОДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ

Михалків С. В.¹, Ходаківський А. М.¹, Вакула С. О.²

¹Український державний університет залізничного транспорту, ²Південна залізниця

Mykhalkiv S. V., Khodakivsky A. M., Vakula S. O. The application of autoregressive model and inverse filter for vibrodiagnosis of electric engines of electric locomotives.

The application of AR filter technique for diagnosis of rolling bearing is based on autocorrelation measurements and is thus insensitive to phase relationships which can be used to differentiate noise from impulses. The MED technique can make a use of the phase information by means of the higher-order statistical characteristics of the signal, in particular the kurtosis, to enhance the ability to detect bearing faults.

Класичні вібродіагностичні непараметричні спектральні методи вібродіагностування механічних вузлів локомотивів, які нині використовуються на ТО й ПР не здатні забезпечити високу роздільність при коротких сегментах даних, потребують проведення процедури зважування для усунення просочування спектральних складових. Діагностичні ознаки технічного стану неспроможні відобразитися на спектрах при будь-якій кількості вимірювань з однаковою високою достовірністю.

Пошкодження на різних стадіях розвитку в підшипниках кочення асоціюється з наявними імпульсними складовими. Попередніми дослідженнями встановлено, що позитивною схильністю до виділення описаного характеру вібрації володіє всеполюсна авторегресійна (АР) модель. Перевагою АР моделі є те, що її параметри можуть бути обчислені завдяки розв'язанню набору лінійних рівнянь. І АР модель потребує набагато меншої кількості коефіцієнтів ніж модель ковзного середнього (КС). АР фільтр прибирає детерміновану складову з сигналу (КС усуває білий шум та імпульси від пошкоджень).

На практиці у залишку АР фільтру присутній негаусовий білий шум. Залишок містить непередбачувану частину сигналу, а саме суміш імпульсів і кольорового шуму. Оскільки авторегресійна модель не має нулів, то не може представляти ніяких максимальних властивостей зміни фаз, а покладені в основу згаданої моделі авторегресійні вимірювання не підвищують чуттєвості до фазових відношень (які здатні відокремити білий шум від імпульсів) у часових вібраційних реалізаціях. Спектральні щільності потужностей імпульсів і шуму є однаковими і простягаються вздовж усієї ширини спектра. Інформація, що відділяє шум від імпульсів міститься у фазових співвідношеннях компонентів сигналу. Отже, суміш імпульсних складових і білого шуму в залишку АР фільтру і нездатність АР моделі до фазового поділу згаданих складових створює необхідність пошуку більш дієвих засобів. Також для отримання максимальної ефективності використання АР фільтру потрібно, щоб імпульсні складові часової реалізації, які асоціюються з пошкодженнями мали значно вищу амплітуду ніж шумові складові.

Для усунення зазначених недоліків попередніми дослідженнями було запропоновано використовувати розкладання з мінімальною ентропією (РМЕ). Дана процедура здійснює пошук оптимального набору коефіцієнтів (інверсійний фільтр), що відновлюють вихідний сигнал за максимальними значеннями ексцесу. Ексцес є індикатором, що відображає «гостроту» форми сигналів і, відповідно, наповнення його імпульсами. Висока ентропія встановлює тенденцію сигналу бути більш гаусовим, тобто менш структурованим і упорядкованим, а мінімізація ентропії посилює структуровану інформацію в сигналі. Тому такі властивості згаданого розкладання відповідають завданню виділення імпульсних складових, які асоціюються з пошкодженнями. Метод РМЕ обирає фільтр з кінцевими

імпульсними характеристиками (КІХ) для мінімізації ентропії.

Таким чином, замість відомої процедури віконного зважування перед побудовою широкосмугових спектрів і спектрів обвідної вібрації запропоновано використовувати фільтр АР+РМЕ. Запис вібраційних реалізацій здійснювався на позаплановому ремонті генератора управління струмом 4А1731/4 електровоза ЧС2 цифровим багатоканальним самописцем «Flash Recorder 2-16bitRTC-SD» і віброакселерометром 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 фільтру нижніх частот Баттерворта оцифровувався з частотою дискретизації 40 кГц. Якір ТЕД розкручувався до частоти обертання 1234 хв⁻¹. Довжини зареєстрованих реалізацій сягали 131072 відліків, які є кратними 2^m, m обиралося 17 для того, щоб міжгармонічні компоненти співпадали з основними гармоніками і не порушували правило центрування максимуму пелюсток енергетичних складових над основними гармоніками. Знаючи, що період дискретизації сягає $t_s = 1/40000 = 2,5 \cdot 10^{-5}$ с, тривалість зареєстрованої реалізації дорівнює 3,28 с, що є достатнім для подальшої побудови спектрів у широкому частотному діапазоні і спектрів обвідної вібрації (тривалість має бути не коротша двох повних обертів, тобто не коротша за 0,1 с). Для дослідження структурних резонансів корпусу двигуна завдавалися удари молотком по поверхні корпусу і по підшипниковому щиті з боку, де закріплений шків пасової передачі. Користь даного дослідження полягає у пошуку сплесків на отриманих спектрах, які проявляються на певних частотних смугах. Це дозволяє порівнювати рекомендовані частотні діапазони підшипникової вібрації з отриманими для безпомилкового пошуку відповідної частотної смуги для подальшого виділення смуговим фільтром реалізацій для побудови спектрів обвідної вібрації. Отриманий спектр після застосування фільтру АР+РМЕ наповнений відповідними сплесками, які розташовуються у певних діапазонах, на відміну від спектру, який побудований без запропонованої фільтрації і майже рівномірно заповнює весь частотний діапазон без аніяких проявів характерних сплесків, що унеможлиблює прискорення пошуку інформативної частотної смуги для подальших досліджень. Експес сигналу, отриманого після використання АР фільтру з порядком моделі 100 на відміну від відомих досліджень унаслідок незрозумілих причин зменшився в порівнянні з сигналом перед АР фільтром (було 22,49 стало 21,99).

На наступному етапі досліджень сигнал після АР фільтру надходив на інверсивний фільтр, що реалізує метод РМЕ. Кількість ітерацій фільтру обиралося 75 для будь-яких довжин фільтру, а саме: 5, 50, 100, 150, 250, 500, 1000, 1500 відліків. Обчислений експес залежно від довжин фільтру чітко демонструє своє зростання. Лише при довжині фільтру 500 відліків спостерігається певне зменшення експесу у порівнянні з попереднім значенням до величини 88,84. Критерієм обрання прийнятної часової реалізації після фільтру АР+РМЕ для подальшої обробки є наявність характерних сплесків вібрації у відповідних частотних діапазонах на широкосмугових спектрах вібрації. Найкращим чином цій вимозі відповідає часова реалізація з довжиною фільтру РМЕ 500 відліків і експесом 90,93. Менші довжини фільтру впливають на рівень амплітуди спектральних складових і не впливають на характер спектрів, а довжина більше 500 відліків наповнює частотний діапазон від 0 до 4 кГц випадковими складовими і зменшенням амплітуди у двох частотних відрізках, де перебувають явно виражені два сплески.

Отже, використання процедури РМЕ після АР фільтру дозволяє значно підвищувати експес у часових реалізаціях і обрати прийнятну реалізацію для подальших досліджень за критерієм високої інтенсивності імпульсних складових у діапазонах 4 — 6 кГц і 6 — 8 кГц і мінімізацією випадкових складових уздовж усієї ширини спектра, що сприятиме виділенню діагностичних ознак технічного стану підшипників кочення.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ 1 «ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЛОКОМОТИВОВ»	3
МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДИЗЕЛЯ ЗА КУТОВОЮ ШВИДКІСТЮ ВАЛА БОДНАР Б. Є., ОЧКАСОВ О. Б., ЧЕРНЯЄВ Д. В.	3
ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНІ ГІДРАВЛІЧНИХ ПЕРЕДАЧ БОДНАР Б.Є., ОЧКАСОВ О.Б., КОРЕНЮК Р.О., КЛЮШНИК І.А.	4
ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ АВТОРЕГРЕСІЇ ТА ІНВЕРСІЙНОГО ФІЛЬТРУ ДЛЯ ВІБРОДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ МИХАЛКІВ С. В., ХОДАКІВСЬКИЙ А. М., ВАКУЛА С. О.	6
МОДЕРНІЗАЦІЯ, ЯК ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ОНОВЛЕННЯ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ КАПІЦА М.І., ШЕВЧЕНКО Я.І.	8
УДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДУ ВИПРОБУВАННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ БЕЗКОНТАКТНИХ РЕГУЛЯТОРІВ НАПРУГИ ТЕПЛОВОЗІВ КАПІЦА М.І., КРАСИЛЬНИКОВ В.М., ПОМЕТУН С.В.	9
ВИПРОБУВАННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТЕПЛОВОЗІВ КРАСИЛЬНИКОВ В.М., БОНДАРЕВ О.Ф.	9
УДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ ДОПОМІЖНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН КАПІЦА М.І., КРАСИЛЬНИКОВ В.М., КОТОВ Р.С.	10
УДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДУ ВИПРОБУВАННЯ ТЯГОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ МАГІСТРАЛЬНИХ ТЕПЛОВОЗІВ КРАСИЛЬНИКОВ В.М., МОМОТ В.В.	12
МОДЕЛІ ЗАВИСИМИХ ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГРИШЕЧКИНА Т.С.	13
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА ТЯГУ ПОЇЗДІВ ТЕПЛОВОЗАМИ ОДЕСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ МАРТИШЕВСЬКИЙ М. І., БОБИРЬ Д. В., ОЧКАСОВ О. Б., КИСЛИЙ Д. М.	14
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОВОЗІВ ОЧКАСОВ О. Б.	15
УДОСКОНАЛЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ В УМОВАХ ТЕПЛОВОЗОРЕМОНТНОГО ЗАВОДУ ШЕПОТЕНКО А. П.	16
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ХРАМЦОВ А. Н., ЩЕКА И. Н., БОГОМАЗ В. Н., БОРЕНКО Н. В., ПАЦАНОВСКИЙ С. В. .	18
СЕКЦИЯ 2 «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТА ВАГОНОВ»	20
АНАЛІЗ ДІЇ НА ЛИТУ БОКОВУ РАМУ ПРОХОДЖЕННЯ КРИВИХ МАЛОГО РАДІУСА ДВОВІСНИМ ВІЗКОМ ВАНТАЖНОГО ВАГОНА БАГРОВ О.М.	20