

Міністерство освіти і науки України
Українська державна академія залізничного транспорту

На правах рукопису

РАВЛЮК ВАСИЛЬ ГРИГОРОВИЧ

УДК 629.4.06:621.822.6

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІБРОДІАГНОСТУВАННЯ
БУКСОВИХ ПІДШИПНИКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ
НА ПРОМІЖНИХ РЕВІЗІЯХ

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Мартинів Ігор Ернстович
доктор технічних наук, професор

Харків – 2014

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВАТ	Відкрите акціонерне товариство «Российские железные
«РЖД»	дороги»
ВЧД	Вантажне вагонне депо
ДПФ	Дискретне перетворення Фур'є
ДР	Деповський ремонт
ЄТР	Єдина технічна ревізія
КР	Капітальний ремонт
ОМСД	Система діагностики механізмів
ППР	Планово-попереджувальний ремонт
РС	Рухомий склад
СВ-01П	Стенд вібродіагностування підшипників буксових вузлів колісних пар вантажних вагонів
СВП-01В	Стенд вібродіагностування підшипників кочення
СКЗ	Середньоквадратичне значення
ТО	Технічне обслуговування
ТОР	Технічне обслуговування та ремонт
ШПФ	Швидке перетворення Фур'є
ЦВ	Головне управління вагонного господарства
ЦЛ	Головне пасажирське управління
ШНМ	Штучна нейронна мережа
MLP	Багатошаровий персептрон
RBF	Радіально-базисна мережа
PNN	Імовірнісна нейронна мережа

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ	
ВПРОВАДЖЕННЯ ВІБРОДІАГНОСТИЧНИХ ЗАСОБІВ У	
ТЕХНОЛОГІЮ ТОР БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ВАНТАЖНИХ	
ВАГОНІВ	14
1.1 Аналіз причин виходу з ладу буксових підшипників	
вантажних вагонів	14
1.2 Загальні вимоги до технічного стану та обслуговування	
підшипників буксових вузлів вагонів	20
1.3 Призначення та специфіка віброакустичної діагностики	
механічного обладнання рухомого складу	22
1.4 Аналіз методів вібродіагностування буксових вузлів	
вантажних вагонів	26
1.5 Висновки за розділом 1	36
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ВІБРАЦІЙНОГО ЗБУДЖЕННЯ	
БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ	
	37
2.1 Особливості спектрального методу вібродіагностування	
підшипників кочення	37
2.2 Розробка методу аналізу обвідної високочастотної вібрації.....	43
2.2.1 Формування імпульсного збудження в підшипниках	
кочення	49
2.2.2 Особливості цифрового методу формування обвідної	
вібрації	52
2.3 Моделювання опису процесів, що породжують вібраційне	
збудження в буксових вузлах	54
2.4 Висновки за розділом 2	60
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ	
ВІБРАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУКСОВИХ	
ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ	
	62

3.1	Вплив властивостей низькочастотних спектрів вібрації на ефективність діагностування	62
3.2	Розрахунок основних установок засобів вібродіагностування.....	70
3.3	Статистична обробка зареєстрованих вібраційних реалізацій	75
3.4	Побудова довірчих інтервалів значень віброприскорення підшипників кочення.....	79
3.5	Побудова регресійних діагностичних моделей	87
3.6	Висновки за розділом 3	94
РОЗДІЛ 4 ЗАСОБИ Й РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНИХ ЗАХОДІВ У ТЕХНОЛОГІЮ ТОР БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ.....		
4.1	Засоби для відтворення зовнішніх умов впливу на колісні пари вагонів	95
4.2	Порівняння результатів стандартного й запропонованого методів ідентифікації технічного стану буксових підшипників кочення.....	101
4.3	Аналіз і вибір прийнятної ШНМ для автоматизації постановки діагнозу.....	111
4.3.1	ШНМ типу MLP.....	112
4.3.2	Радіально-базисна мережа	115
4.3.3	Структура імовірнісної нейронної мережі	121
4.4	Висновки за розділом 4	125
РОЗДІЛ 5 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ВІБРОДІАГНОСТУВАННЯ ДЛЯ ПРОМІЖНОЇ РЕВІЗІЇ.....		
5.1	Розрахунок достовірності роботи засобів вібродіагностування буксових вузлів колісних пар вантажних вагонів	127

5.1.1	Можливі варіанти, які виникають після проведення вібродіагностування.....	127
5.1.2	Розрахунок показника достовірності.....	129
5.2	Визначення економічної ефективності від удосконаленої технології вібродіагностування колісних пар на стенді СВ-01П.....	132
5.2.1	Характеристика інноваційних заходів від удосконаленої технології вібродіагностування колісних пар.....	132
5.2.2	Методика визначення економічного ефекту.....	133
5.3	Висновки за розділом 5.....	136
	ВИСНОВКИ.....	137
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	139
	Додаток А Діаграми розподілу несправностей: візків вантажних вагонів, колісних пар, букс і підшипників кочення	157
	Додаток Б Віброграми підшипників кочення буксових вузлів вантажних вагонів, що знаходяться у різних технічних станах, отримані на стенді СВП-01В	160
	Додаток В Прямі спектри вібрації підшипників кочення, що знаходяться у різних технічних станах буксових вузлів вантажних вагонів, отримані на стенді СВП-01В	164
	Додаток Г Стенди для вібродіагностування, що використовуються на ревізіях букс вантажних вагонів.....	169
	Додаток Д Програма-методика діагностування буксових вузлів колісних пар вантажних вагонів з циліндричними роликowymi підшипниками	179
	Додаток Е Патент	194
	Додаток Ж Таблиці економічних розрахунків.....	196
	Додаток З Акти впровадження результатів роботи.....	203

ВСТУП

Підшипники кочення є найпоширенішим елементом конструкції будь-якого роторного механізму й, у той же час, найбільш вразливим елементом. Підшипники кочення здійснюють просторову фіксацію обертаючих колісних пар вагонів і, отже, саме підшипники сприймають більшу частину статичних і динамічних зусиль, що передаються від вагона.

Стан підшипників кочення є найважливішою складовою технічного стану буксового вузла вагона, від якого залежить справність та працездатність вагона в цілому. Раптовий вихід з ладу підшипника буксового вузла вагона може стати причиною аварії або катастрофи на залізничному транспорті, що в свою чергу може привести до порушень графіку руху поїздів, серйозних руйнувань простоїв, а також спричинить значні економічні втрати. Тому на всіх вагоноремонтних підприємствах потрібно здійснювати періодичний комплексний нерозбірний контроль стану всіх елементів підшипників буксових вузлів вагонів.

Парк вантажних вагонів Укрзалізниці в основному складається з вагонів побудови минулого сторіччя, що вже відпрацювали свій ресурс і мають подовжений термін експлуатації. Забезпечення їх надійної роботи є найважливішим завданням вагонного господарства. За період 2002 — 2013 років на залізницях серед транспортних подій, віднесених на вагонне господарство, близько 35,3 % було викликано відмовами буксових вузлів вантажних вагонів із циліндричними роликowymi підшипниками. Це свідчить, що саме від працездатності буксових підшипників багато в чому залежить технічний стан вантажного вагона та безпека руху поїздів.

Актуальність теми

Система підтримання буксових вузлів у працездатному стані включає в себе проведення проміжних та повних ревізій, які відрізняються обсягом проведених ремонтно-діагностичних робіт. При проміжних ревізіях розбирання буксового вузла з візуальним оглядом не виконується. Тому одним із шляхів

запобігання аварійним ситуаціям є використання прогресивних засобів діагностування для вчасного виявлення несправностей у буксових підшипниках.

Для діагностування технічного стану вагонних буксових підшипників використовуються різноманітні методи. Останніми роками набуло поширення діагностування за вібраційним сигналом, який володіє специфічними особливостями в часовій і частотній областях залежно від видів дефектів і ступеня їх розвитку. Ці методи є різними за теоретичними передумовами, мають різну трудомісткість, достовірність, потребують використання різного апаратного забезпечення.

За результатами діагностування на проміжних ревізіях підшипників кочення буксових вузлів існуючими деповськими діагностичними засобами було виявлено дефекти у близько 30 % буксових вузлів. Після передавання їх на повну ревізію і здійснення демонтажу буксових вузлів підтвердилося лише 25 % виявлених дефектів. Отже, значна частка буксових підшипників з дефектами є результатом помилкового бракування, що свідчить про недостатню ефективність існуючих засобів вібраційного діагностування.

Також невирішеним залишається завдання з ідентифікації дефектів елементів підшипників кочення буксових вузлів, які можуть по-різному розвиватися у фазі зародження в процесі експлуатації вантажного вагона. Це обумовлено тим, що більшість дослідників орієнтувалися лише на аналіз часової форми вібрації, яка надає достовірну безадресну інформацію на передаварійних стадіях розвитку дефектів підшипників кочення. Крім того, використовується метод прямого спектра, який дозволяє визначити зростання достовірності досліджуваних вузлів із наближенням до передаварійного стану, але він не дає можливості визначити дефекти на ранніх стадіях розвитку. Також використовується метод кепстра, який дає задовільні результати протягом діагностування вузла з підшипниками ковзання, робота яких супроводжується сильним шумом, однак метод забезпечує виділення роторних рахмонік, які не дають можливості ідентифікувати відому бібліотеку несправностей. Тому тема дисертації, що спрямована на

удосконалення технології вібродіагностування буксових підшипників вантажних вагонів на проміжних ревізіях, є актуальною і має вагоме значення для технічного переозброєння вагонного парку залізниць України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі вагонів Української державної академії залізничного транспорту відповідно до „Комплексної програми оновлення залізничного рухомого складу України на 2008 — 2020 роки“ (затверджена Наказом Міністра транспорту та зв'язку України від 14 жовтня 2008 р. № 1259), науково-дослідних робіт за темами: „Удосконалення технології вібраційного діагностування буксових вузлів вантажних вагонів“ (ДР 0108U010335), „Підвищення надійності та працездатності вузлів вантажних вагонів з урахуванням життєвого циклу“ (ДР 0108U0103334), „Стендові випробовування з визначенням температури нагрівання циліндричних буксових підшипників, заправлених мастилом ЗУМ“ (ДР 0113U001806).

Мета і задачі дослідження

Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології вібродіагностування буксових підшипників вантажних вагонів на проміжних ревізіях.

Поставлена мета визначила такі основні задачі досліджень:

— провести аналіз відомих методів виявлення дефектів буксових підшипників із використанням технології вібродіагностування під час проведення проміжної ревізії та визначити їх переваги й недоліки;

— сформулювати метод діагностування підшипників кочення буксових вузлів вантажних вагонів, який забезпечував би усунення завад, підвищення достовірності і візуалізації сприйняття результатів діагностування оператором у депо під час проміжної ревізії із його подальшою реалізацією у діагностичній системі ОМСД-02;

— запропонувати методи вибору частоти смугового і 1/3-октавного фільтрів, які дозволять розширити аналіз частотного діапазону вібрації

буксового вузла вантажного вагона;

— сформувати науковий підхід для діагностування буксових підшипників на проміжній ревізії з метою удосконалення діагностичного стенда СВ-01П і розширення діапазонів навантажень на букси колісних пар;

— встановити залежності між зміною локальних особливостей діагностичних сигналів підшипників кочення та динамікою зміни амплітуди дискретних складових на спектрах обвідної вібрації для оцінки технічного стану буксових підшипників на підставі теоретичних і експериментальних досліджень;

— удосконалити методи визначення технічного стану елементів буксових підшипників в умовах великого об'єму інформації за допомогою використання математичного апарату нейронних мереж.

Об'єкт дослідження – процес проведення проміжних ревізій буксових вузлів вантажних вагонів з підшипниками кочення.

Предмет дослідження – технологія вібродіагностування підшипників кочення буксових вузлів вантажних вагонів.

Методи дослідження

Для вирішення поставлених задач теоретичні дослідження виконувались на основі комп'ютерного моделювання з використанням методів теорії ймовірності та математичної статистики для визначення виду розподілу вібраційних реалізацій, методів технічної діагностики, теорії розпізнавання образів із залученням математичного апарату нейронних мереж для формування діагностичних ознак технічного стану підшипникових вузлів.

Експериментальні дослідження виконувались при діагностуванні колісних пар із буксовими вузлами, які обладнані підшипниками кочення у вантажному вагонному депо „Основа“ Південної залізниці на проміжних ревізіях з використанням апаратно-програмних комплексів СВ-01П та СВП-01В.

Достовірність отриманих результатів визначено зіставленням

результатів теоретичних та експериментальних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів

У дисертаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання формування удосконаленої технології вібродіагностування буксових підшипників вантажних вагонів на проміжних ревізіях.

Вперше:

— для діагностування підшипників кочення буксових вузлів вантажних вагонів запропоновано виявляти модуляції найбільших складових вібрації на гармоніках частоти обертання роликів відносно зовнішнього кільця нижчими модулюючими частотами для усунення завад, підвищення достовірності і візуалізації сприйняття результатів діагностування оператором у депо під час проміжної ревізії;

— отримані регресійні залежності амплітуди вібрацій від довжин тріщин зовнішніх кілець для виявлення дефектів підшипників кочення, які відбивають вплив реальних схем навантажень і не спотворюють діагностичні ознаки. Дані залежності дають змогу оцінювати довжину тріщин зовнішніх кілець протягом діагностування.

Дістали подальшого розвитку:

— метод обвідної вібрації — шляхом упровадження перетворення Гілберта, який, на відміну від існуючих методів формування обвідної вібрації в існуючих діагностичних засобах, дозволяє ліквідувати інтенсивні високочастотні компоненти сигналу в області вищих гармонік центральної частоти смугового фільтра;

— метод вибору частоти смугового і 1/3-октавного фільтрів, який дозволяє, на відміну від існуючих при використанні апаратно-програмних комплексів депо, розширити аналіз частотного діапазону вібрації буксового вузла вантажного вагона;

— метод визначення технічного стану елементів підшипників кочення шляхом удосконалення процедури автоматизації постановки діагнозу на основі впровадження апарату нейронних мереж при великій кількості

результатів діагностування.

Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення роботи полягає у використанні розроблених моделей і засобів при формуванні автоматизованої технології вібродіагностування буксових підшипників вантажних вагонів при виконанні проміжних ревізій у вантажному вагонному депо „Основа“ Південної залізниці.

Розроблено регресійні моделі для ідентифікації технічного стану елементів підшипників кочення на проміжних ревізіях за допомогою удосконаленого стенда СВ-01П, який дозволяє відтворювати експлуатаційні умови роботи буксових підшипників, створювати різні діапазони навантаження на букси колісних пар у процесі вібродіагностування.

Розроблено програмно-апаратний комплекс, який дає змогу визначати номери основних гармонік частотних смуг, що характеризують спектри обвідної вібрації в результаті діагностування буксових підшипників, та надавати перелік необхідних технологічних операцій на проміжних ревізіях, що дає змогу підвищити достовірність вібродіагностування підшипників кочення на 5,8 %.

Отримані результати використовуються в навчальному процесі Української державної академії залізничного транспорту для підготовки спеціалістів та магістрів спеціальності „Вагони та вагонне господарство“ при вивченні дисциплін „Технологія вагонобудування та ремонту вагонів“, „Основи технічного обслуговування вагонів“, „Надійність та технічна діагностика залізничного рухомого складу“, „Основи експлуатації та відновлення вагонів“, при виконанні науково-дослідних робіт студентів, у дипломному проектуванні спеціалістів та магістрів.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними актами впровадження, які наведені в додатках до дисертаційної роботи.

Особистий внесок здобувача

Усі положення та результати, які виносяться на захист, були отримані автором самостійно і проводились в Українській державній академії залізничного транспорту. В роботах, які опубліковані у співавторстві, дисертанту належать:

— у статті [20] авторові належить формування процедури щодо визначення пошкоджень сепаратору на спектрах обвідної вібрації;

— у статті [68] авторові належить визначення вимог щодо опису амплітудно-модульованих сигналів;

— у працях [69, 105] авторові належить опис процедури щодо узгодження між зареєстрованими вібраційними параметрами та змодельованими пошкодженнями елементів буксових підшипників кочення;

— у статті [21] авторові належить підхід до порівняння переваг детермінованих підходів із ймовірнісними;

— у працях [76, 78] авторові належить ідея проведення демодуляції після смугової фільтрації зареєстрованих вібраційних сигналів у певних частотних діапазонах;

— у праці [103, 119] авторові належить розроблена система зміни штучного навантаження при діагностуванні колісної пари вантажного вагона.

— у статті [79] авторові належить розробка моделі на основі математичного апарату штучних нейронних мереж для обробки і класифікації більшого об'єму діагностичної інформації.

Апробація результатів дисертації

Результати дисертаційної роботи доповідались на таких конференціях:

— на IX і XIII Науково-практичних конференціях “Безпека руху поїздів” (м. Москва, 2008, 2012 рр.);

— на конференціях молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України “Сучасні проблеми машинобудування” (м. Харків, 2008, 2012 рр.);

— 69 Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми та

перспективи розвитку залізничного транспорту” (м. Дніпропетровськ, 2009 р.);

— XVIII Міжнародній науково-технічній конференції “Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я” (м. Харків, 2010 р).

Повністю дисертаційна робота доповідалася та була позитивно оцінена: на розширеному засіданні кафедри вагонів Української державної академії залізничного транспорту за участю членів спеціалізованої ради (м. Харків); науково-технічній раді Державного підприємства „Український науково-дослідний інститут вагонобудування“ (м. Кременчук); науковому семінарі Державного підприємства „Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту України“ Міністерства інфраструктури України (м. Київ).

Публікації

За темою дисертації опубліковано 16 наукових праць, у тому числі 8 наукових статей (зокрема 2 із них без співавторів) у фахових виданнях, що затверджені МОН України, з яких 1 наукова стаття включена до міжнародних наукометричних баз, 1 наукова стаття у виданнях іноземних держав, 1 патент на винахід, 6 тез доповідей.

Структура та обсяг роботи

Дисертація складається зі вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг роботи складає 206 сторінок, з яких обсяг основного тексту 134 сторінки. Робота ілюстрована 69 рисунками, з яких 21 рисунок на 11 сторінках, наведено 12 таблиць. Список використаних джерел складає 159 найменувань на 18 сторінках, 8 додатків розміщено на 50 сторінках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антипенко Е. И. Оценка эффективности метода акустической эмиссии при техническом диагностировании объектов [Текст] / Е. И. Антипенко, Н. Г. Висилковский, М. Б. Кельрих // Техническая Диагностика и Неразрушающий Контроль. 2004. – №4. – С. 11.
2. Акутин М. В. Метод контроля состояния подшипников качения на основе сравнения вейвлет скейлограмм [Текст] : дис. ... канд. техн. Наук : 05.11.13 / Акутин Михаил Викторович. — Казань , 2009. – 132 с.
3. Артоболевский И. И. Введение в акустическую динамику машин [Текст] : учеб. пособие / И. И. Артоболевский, Ю. И. Бобровницкий, М. Д. Генкин. — М. : Наука , 1979. – 296 с.
4. Бабанін О. Б. Вплив ексцентричного осьового навантаження на надійність торцевого кріплення букс після відновлення різьби [Текст] / О. Б. Бабанін, В. Г. Равлюк, О. О. Матвієнко // Зб. наук. праць. — Донецьк : ДонІЗТ , – 2009. – Вип. № 17. – С. 68 – 76.
5. Балака Є. І. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті [Текст] : навч. посібник / Є. І Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колесникова, І. М. Писаревський. — Харків : УкрДАЗТ , 2005. – 210 с.
6. Балицкий Ф. Я. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов [Текст] : учеб. пособие / Ф. Я. Балицкий, М. Л. Иванова, А. Г. Соколова, Е. И. Хомяков. — М. : Наука , 1984. – 129 с.
7. Балицкий Ф. Я. Современные методы и средства вибрационной диагностики машин и конструкций [Текст] / Ф. Я. Балицкий, М. Д. Генкин, М. А. Иванова и др. // Научно-технический прогресс в машиностроении. — М. : МЦНТИ и ИМАШ РАН, – 1990. – Вып. 25. – С. 5 – 116.
8. Баранов В. М. Акустическая диагностика и контроль на предприятиях топливно-энергетического комплекса [Текст] : учеб. пособие /

В. М. Баранов, А. И. Гриценко, А. М. Карасевич. — М. : Наука , 1998. — С. 235–237.

9. Барков А. В. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации [Текст] : учебн. пособие / А. В. Барков, Н. А. Баркова. — СПб. : ГМТУ , 2004. — 156 с.

10. Баркова Н. А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Расчет основных частей вибрации машин, параметров измерительной аппаратуры и практическая экспертиза [Текст] : учеб. пособие / Н. А. Баркова, А. А. Борисов. — СПб. : СПбГМТУ , 2009. — 111 с.

11. Барков А. В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации [Текст] : учеб. пособие / А. В. Барков, Н. А. Баркова, А. Ю. Азовцев. — СПб. : ГМТУ , 2000. — 158 с.

12. Барков А. В. Диагностика и прогноз состояния подшипников качения по сигналу вибрации [Текст] / А. В. Барков // Судостроение. — 1985. — №3. — С. 21 – 23.

13. Барков А. В. Вибродиагностирование роторного оборудования [Текст] / А. В. Барков // Пятая юбилейная международная деловая встреча «Диагностика-95». — СПб. : СТ.-М. , — 1995. — С. 80 – 39.

14. Бейзельман Р. Д. Подшипники качения [Текст] : справочник / Р. Д. Бейзельман, Б. В. Цыпкин. — М. : Машиностроение, 1975. — 362 с.

15. Биргер И. А. Техническая диагностика [Текст] : учеб. пособие / И. А. Биргер. — М. : Машиностроение , 1978. — 211 с.

16. Богданов А. Ф. Эксплуатация и ремонт колесных пар вагонов [Текст] : учеб. пособие / А. Ф. Богданов, В. Г. Чурсин. — М. : Транспорт , 1985. — 270 с.

17. Богданов Ф. Я. Почему происходят сдвиги вагонных колёс и как их предотвратить [Текст] / Ф. Я. Богданов, Н. И. Мартынов // Жел.-дор. Транспорт. — 1965. — №3. — С. 57 – 60.

18. Болотин В. В. Прогнозирование ресурсов машин и конструкций [Текст] : учебник / В. В. Болотин. — М. : Машиностроение , 1984. — 312 с.

19. Болотов Б. Е. Исследование влияния геометрических погрешностей шарикоподшипников на их вибрационную характеристику [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.02 / Болотов Борис Евгеньевич. — Куйбышев, 1968. — 186 с.
20. Борзилов І. Д. Визначення діагностичних ознак технічного стану елементів підшипників кочення буксових вузлів рухомого складу [Текст] / І.Д. Борзилов, В. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Донецьк : ДонІЗТ, — 2008. — Вип. 15. — С. 100 – 105.
21. Борзилов І. Д. Визначення працездатності буксових вузлів вагонів вібродіагностичними методами [Текст] / І. Д. Борзилов, В. Г. Равлюк, М. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Донецьк : ДонІЗТ, — 2009. — Вип. 19. — С. 83 – 92.
22. Боровиков В. Искусство анализа данных на компьютере [Текст] : учебник / В. Боровиков. — СПб. : Питер, 2003. — 688 с.
23. Бороков А. А. Математическая статистика [Текст] : учебник / А. А. Бороков. — М. : Наука, 1984. — 215 с.
24. Бразголь И. М. Влияние габаритных размеров подшипников на уровень их вибрации [Текст] / И. М. Бразголь, Е. С. Кузнецова, К. С. Коган // ВНИПП. Труды института. — № 3. — 1965. — С. 24 – 28.
25. Браун С. Анализ вибраций роликовых и шариковых подшипников. Конструирование и технология машиностроения [Текст] : учебн. пособие / С. Браун, Б. Датнер. — М. : 1979. — Т. 101, — №1. — С. 65 – 72.
26. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений [Текст] : учеб. пособие / А. П. Азовский, Е. В. Александров, В. В. Кобищанов и др. ; под общ. ред. В. Н. Котуранова. — М. : Маршрут, 2005. — 490 с.
27. Васильев Д. В. Вибрация в технике [Текст] / Д. В. Васильев // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1995. — №4. — С. 4 – 109.

28. Вибрация в технике [Текст] : справочник / Под редакцией В. В. Болотина. — М. : Машиностроение, — 1999. — Т.1. Колебания линейных систем. — С. 28 — 30.

29. Вениаминов В. В. Разработка методики вибродиагностики радиальных шарикоподшипников [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / Вениаминов Владимир Валентинович. — Курск , 2000. — 158 с.

30. Вентцель Е. С. Теория вероятностей [Текст]: учебник / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчарова. — М. : Физматгиз , 1979. — 366 с.

31. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология [Текст] : учебник / Е. С. Вентцель. — М. : Наука , 1980. — 551 с.

32. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов [Текст] / Ф. Я. Балицкий, М. А. Иванова, А. Г. Соколова, Е. И. Хомяков. — М. : Наука , 1984. — 120 с.

33. Вильнер Л. Д. Виброскорость как критерий вибрационной напряженности упругих систем / Вильнер Л. Д. // Проблемы прочности. — 1970. — №9. — С. 42 — 45.

34. Волков П. Н. Математические методы в экспериментальных исследованиях. Планирование и статический анализ многофакторных экспериментов [Текст] : конспект лекций : у 4-х ч. / П. Н. Волков. — М. : МПИ Мир книги , 1992. — Ч.3. — 131 с.

35. Волков Л. К. Вибрации и шум электрических машин малой мощности [Текст] : учеб. пособие / Л. К. Волков, Р. Н. Ковалев, Г. М. Никифорова и др. — Л. : Энергия , 1979. — 206 с.

36. Генкин М. Д. Вопросы акустической диагностики. Методы виброизоляции машин и присоединенных конструкций [Текст] : учеб. пособие / М. Д. Генкин, Ф. Я. Балицкий, Ю. И. Бобровницкий и др. — М. : Наука , 1975. — С. 67 — 91.

37. Генкин М. Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов [Текст] : учеб. пособие / М. Д. Генкин, А. Г. Соколова. — М. : Машиностроение , 1987. — 288 с.

38. Герасимова Н. Н. Исследование влияния шероховатости и волнистости рабочих поверхностей на долговечность и вибрацию шарикоподшипников [Текст] : учеб. пособие / Н. Н. Герасимова. — М. 1997. — 207 с.
39. Гиоев З. Г. Исследование по виброакустической диагностике тепловозного дизеля 2Д100 [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Гиоев Заурбек Георгиевич. — Ростов-на-Дону, 1971. — 183 с.
40. Гиоев З. Г. Основы виброакустической диагностики тяговых приводов локомотивов [Текст] : дис. ... докт. техн. наук: 05.22.07 / Гиоев Заурбек Георгиевич. — Ростов-на-Дону, 1998. — 382 с.
41. Головки В. Ф. Оцінка впливу імовірних характеристик розподілу експлуатаційних параметрів рухомого складу на величину полів допусків [Текст] / В.Ф. Головки, І. Д. Борзилов, Д. І. Венгер // Зб. наук. праць. — Харків : УкрДАЗТ, — 2002. — Вип. 49. — С. 25 – 31.
42. Головки В. Ф. Інформаційно-технологічне забезпечення технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів [Текст] / В. Ф. Головки, І. Д. Борзилов // Зб. наук. праць. — Харків : УкрДАЗТ, — 2006. — Вип. 76. — С.131 – 139.
43. Горбунов А. А. Некоторые задачи диагностики для колебательной системы с периодическим параметрическим возбуждением [Текст] / А. А. Горбунов, Н. Ф. Диментберг // Механика твердого тела. — 1974. — №2. — С. 49 – 52.
44. Горелик А. Я. Методы технической диагностики машин и механизмов [Текст] : учеб. пособие / А. Я. Горелик, А. Н. Требунский. — М. : ИТЦ «Информатика», 1990. — С. 5 – 204.
45. Дайер Д. Обнаружение повреждений подшипника качения путем статистического анализа вибраций [Текст] / Д. Дайер, Р. Стюарт // Тр. амер. о-ва инж.-мех. Конструирование и технология машиностроения. — 1978. — Т. 100, №2. — С. 23 – 31.
46. Диментберг М. Ф. Некоторые задачи диагностики колебательной

системы со случайным параметрическим возбуждением [Текст] / М. Ф. Диментберг, А. А. Горбунов // Приклад. механика. – 1975. – №4. – С. 71 – 75.

47. Журавлев В. Ф. Теория вибрации гироскопов [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Журавлев. — М. : ИПМ АН СССР, 1972. – 273 с.

48. Дунин-Барковский И. В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике (Общая часть) [Текст] : учеб. пособие / И. В. Дунин-Барковский, Н. В. Смирнов. — М. : Гостехтеоретиздат , 1955. – 556 с.

49. Дьомін Ю. В. Основи динаміки вагонів [Текст] : навч. посібник / Ю. В. Дьомін, Г. Ю. Черняк. — К. : КУЕТТ , 2003. – 270 с.

50. Дёмин Р. Ю. Компьютерная система контроля состояния ходовых частей пассажирских вагонов [Текст] / Р. Ю. Дёмин, Ю. В. Дёмин, Д. В. Дмитриев // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 5. – С. 4 – 6.

51. Дьяконов В. МАТЛАБ. Обработка сигналов и изображений [Текст] : учеб. пособие / В. Дьяконов, И. Абраменкова. — СПб. : Питер , 2002. – 608 с.

52. Заболотний О. В. Вібродіагностика підшипників кочення методами періодично корельованих випадкових процесів [Текст] / О. В. Заболотний, В. Ю. Михайлинин // Відбір і обробка інформації. – 2002. – №14(90). – С. 53 – 58.

53. Інструкція з огляду, обстеження, ремонту та формування вагонних колісних пар [Текст] : ЦВ-ЦЛ-0062 : - Затв. нак. Укрзалізниці №067–Ц від 01.04.05. — К. : ВД Мануфактура , 2006. – 102 с.

54. Інструкція з експлуатації та ремонту вагонних букс з роликівими підшипниками [Текст] : ЦВ-ЦЛ-0058 : Затв. нак. Укрзалізниці №524–ЦЗ від 14.11.03. — К. : НВП Поліграфсервіс , 2004. – 160 с.

55. Інструкція з ультразвукового контролю осей колісних пар при виконанні проміжної ревізії [Текст] : Т 18.04: Затв. нак. Укрзалізниці №647–ЦЗ від 25.08.04. — К. : ВД Мануфактура , 2006. – 76 с.

56. Інструкція з технічного обслуговування та ремонту вузлів з

підшипниками кочення локомотивів та моторвагонного рухомого складу [Текст] : ЦТ – 0101 : Затв. нак. Укрзалізниці від 30.07.2004. — К. : ВД Мануфактура , 2004. – 153 с.

57. Інструкція щодо застосування та експлуатації мастил в буксових вузлах вантажних вагонів [Текст] : ЦВ-0071 : Затв. нак. Укрзалізниці №315–Ц від 03.10.05. — К. : ВД Мануфактура , 2006. – 34 с.

58. Інструкція з використання комплексу оперативної вібродіагностики «Прогноз» [Текст] : ЦТ – 0224 : Затв. нак. Укрзалізниці №174–ЦЗ/од від 31.07.2013. — К. : ТОВ «Інпрес» , 2013. – 27 с.

59. Карасев В. А. Доводка эксплуатируемых машин. Вибродиагностические методы [Текст] : учеб. пособие / В. А. Карасев, А. Б. Ройтман. — М. : Машиностроение , 1986. – 192 с.

60. Кветный Р. Н. Вероятностные нейронные сети в задачах идентификации временных рядов [Текст] / Р. Н. Кветный, В. В. Кабачий, О. О. Чумаченко // Наукові праці Вісника національного технічного університету. – 2010. – № 3. – С. 7 – 15.

61. Класифікація і каталог дефектів та пошкоджень підшипників кочення [Текст] : Затв. нак. Укрзалізниці №237–Ц від 03.08.2005. — К. : ТОВ «ВД» «Мануфактура» , 2005. – 68 с.

62. Ковалев Д. А. Вибродиагностический комплекс нового поколения [Текст] / Д. А. Ковалев, С. В. Трантина, Е. А. Шиканов и др. // Евразия Вести. – 2012. – № 1 : Новые технологи , – С. 12.

63. Коллакот Р. А. Диагностирование механического оборудования [Текст] : учеб. пособие / Р. А. Коллакот. Пер с англ. — Л. : Судостроение , 1980. – 296 с.

64. Косенко Г. Д. Техническая диагностика машин [Текст] : учеб. пособие / Г. Д. Косенко, З. Г. Гиоев, В. П. Бабаков. — М. : Машиностроение , 1988.– 322 с.

65. Костюков В. Н. Обобщенная диагностическая модель виброакустического сигнала объектов периодического действия [Текст] /

В. Н. Костюков // Омский научный вестник. — Омск : — 1999. — Вып. 6. — С. 37 — 41.

66. Кравченко В. М. Технічне діагностування механічного обладнання [Текст] : навч. посібник / В. М. Кравченко, В. А. Сидоров, В. Я. Седуш. — Донецьк : ТОВ „Юго–Восток, Лтд“, 2007. — 447 с.

67. Куликов А. Б. Вибродиагностика подшипников грузовых вагонов [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Куликов Андрей Борисович. — Москва , 2001. — 125 с.

68. Кутько О. В. Застосування спектрів обвідної вібраційних сигналів для підвищення ефективності визначення технічного стану підшипників кочення букс рухомого складу [Текст] / О. В. Кутько, В. Г. Равлюк, М. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Харків : УкрДАЗТ , — 2009. — Вип. 94. — С. 86 — 93.

69. Кутько О. В. Аналіз вібраційних реалізацій буксових підшипників кочення в часовому й частотному поданнях [Текст] / О. В. Кутько, В. Г. Равлюк, М. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Харків : УкрДАЗТ , — 2009. — Вип. 103. — С. 83 — 89.

70. Кучерявый В. И. Моделирование вероятности разрушения деталей машин при случайном комбинированном воздействии [Текст] / В. И. Кучерявый // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. — 1995. — №3. — 133 с.

71. Кюнленц К. Исследование шумности подшипников качения [Текст] / К. Кюнленц. Бюлл. ЭНИПП. Тех. Информация. — № 25 (335). — 1959. — 58 с.

72. Липский Г. К. Метод спектральной оценки геометрического качества дорожек качения малошумных радиальных шарикоподшипников [Текст] / Г. К. Липский. — Саратов : — 1969. — 147 с.

73. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях [Текст] : учеб. пособие / Ж. Макс. Пер. с фран. — М. : Мир , 1983. —Т. 1.— 312 с.

74. Марпл С. Л. Цифровой спектральный анализ и его

приложения [Текст] : учеб. пособие / С. Л. Марпл. — М. : Мир , 1990. — С. 85 — 209.

75. Мат КАД – 2000. Руководство пользователя [Текст] / Пер. с англ. — М. : Информационно-издательский дом “Филинь” , 1996. — 712 с.

76. Мартинов І. Е. Вібродіагностування підшипників кочення рухомого складу методом обвідної [Текст] / І. Е. Мартинов, В. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Донецьк : ДонІЗТ , — 2010. — Вип. 23. — С. 127 – 133.

77. Мартынов И. Э. Анализ опыта эксплуатации цилиндрических роликоподшипников букс грузовых вагонов [Текст] / И. Э. Мартынов // Вісник Східноукраїнського державного університету. — 2000. — №5(27). — С 157 – 159.

78. Мартынов И. Э. Диагностирование буксовых узлов грузовых вагонов вибродиагностическим комплексом ОМСД–02 / И. Э. Мартынов, В. Г. Равлюк // Безопасность движения поездов: междунар. науч.–прак. конф. 18 – 19 октября 2012 г.: тезисы докл. — М. , 2012. — С. VII–8.

79. Мартынов И. Э. Оценка виброакустики буксовых узлов [Текст] / И. Э. Мартынов, В. Г. Равлюк, С. В. Михалкив // Мир Транспорта. — 2013. — Вип. 3. — С. 52 – 57.

80. Мартинов І. Е. Результати температурних випробувань дослідних буксових вузлів вантажних вагонів [Текст] / І. Е. Мартинов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2004. — №7(1) спецвыпуск. — С.66 – 69.

81. Мартинов І. Е. Розвиток методів розрахунку та випробувань буксових підшипникових вузлів вантажних вагонів з урахуванням особливостей їх експлуатації [Текст] : дис. ... д-ра наук : 05.22.07 / Мартинов Ігор Ернстович. — Харків , 2009. — 431с.

82. Мельничук В. А. К вопросу повышения надежности буксовых узлов с подшипниками качения [Текст] / В. А. Мельничук, А. В. Донченко, И. Э. Мартынов // Залізничний транспорт України. — 2002. — №5. — С 34 – 37.

83. Мозгалеvский А. В. Техническая диагностика (непрерывные

объекты) [Текст] : учебн. пособие для вузов / А. В. Мозгалевский, Д. В. Гаскаров. — М. : Высшая школа, 1975. — 207 с.

84. Мороз В. І. Основи конструювання і САПР [Текст] : навч. посібник / В. І. Мороз, О. В. Братченко, В. В. Ліньков. — Харків : Нове слово, 2003. — 194 с.

85. Морозов Е. М. Техническая механика разрушения [Текст] : учеб. пособие / Е. М. Морозов. — Уфа : МНТЦ «БЭСТС», 1997. — 389 с.

86. Михалків С. В. Удосконалення технології діагностування підшипників кочення електричних двигунів тепловозів за вібраційними характеристиками : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Михалків Сергій Васильович. — Харків, 2007. — 168 с.

87. Михалків С. В. Особливості контролю технічного стану обертальних вузлів транспортних засобів [Текст] / С. В. Михалків, В. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Харків : НТУ «ХП», — 2011. — Вип. 56' 2011. — С. 102 – 105.

88. Михалків С. В. Апарат для класифікації технічного стану підшипників кочення буксових вузлів рухомого складу [Текст] / С. В. Михалків, В. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Харків : НТУ «ХП», — 2012. — Вип. 19' 2012. — С. 105 – 112.

89. Михалків С. В. Система автоматичного діагностування технічного стану підшипникових вузлів транспортних засобів [Текст] / С. В. Михалків, В. Г. Равлюк // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : міжнар. наук.-прак. конф. 15 – 17 травня, 2012 р. : тези доповідей. — Харків, — 2012. — С. 189.

90. Мэтью Д. Применение вибрационного анализа для контроля технического состояния подшипников качения [Текст] / Д. Мэтью, Р. Альфредсон // Тр. амер. о-ва инж.-мех. Конструирование и технология машиностроения. — 1984. — Т. 106. — № 3. — С. 100 – 108.

91. Нелюбов В. П. Виброакустическая диагностика буксовых подшипников подвижного состава [Текст] : дис. ... канд. техн. наук, 05.22.07

/ Нелюбов Виктор Петрович. — Ростов-на-Дону, 2003. — 222 с.

92. Неразрушающий контроль. Вибродиагностика [Текст] : справочник : у 7 Т. : в 2 кн. / Под общ. ред. В. В. Ключева. : Ф. Я. Балицкий, А. В. Барков, Н. А. Баркова и др. — М. : Машиностроение, 2005. Т. 7. Кн. 2. — 829 с.

93. Новиков В. Ф. Распределение радиальной нагрузки между рядами роликов буксовых подшипников и его влияние на их долговечность и сменяемость в эксплуатации [Текст] / В. Ф. Новиков // Межвуз. тематич. сб. РИИЖТ. — 1982. — Вып. 167. — С. 19 — 27.

94. Омеляненко В. И. Катковые стенды для испытаний подвижного состава [Текст] / В. И. Омеляненко, Г. В. Кривякин, Е. С. Редченко // Локомотив-информ. — 2009. — № 5 — 6. — С. 50 — 54.

95. Орлов М. В. Диагностика роликовых подшипников [Текст] / М. В. Орлов, А. Ф. Тагиров, С. В. Сидоров, Б. А. Зерницкий // Железнодорожный транспорт. — 1985. — №7. — С. 53 — 55.

96. Осяев А. Т. Перспективы вибродиагностики [Текст] / А. Т. Осяев, В. А. Смирнов // Локомотив. — 2006. — №6. — С. 40 — 41.

97. Очков В. Ф. Math CAD – Rlus – 60 для студентов и инженеров [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Очков. — М. : ТОО фирма «Компьютер Пресс», 1996. — 379 с.

98. Павлов Б. В. Акустическая диагностика механизмов [Текст] : учебник / Б. В. Павлов. — М. : Машиностроение, 1971. — 427 с.

99. Паерель Л. Я. Подшипники качения [Текст] : справочник. — М. : Машиностроение, 1983. — 543 с.

100. Пархоменко П. П. Основы технической диагностики [Текст] : учеб. пособие / П. П. Пархоменко. — М. : Энергия, 1976. — 467 с.

101. Пат. 311284 США, МКИ G01M13/04. Метод и аппаратура для определения механического состояния машин [Текст] / Сехоль Е.О. ; заяв. Швецией 29.02.68; опубл. 12.01.71. Официальный бюллетень (США), Т. 882. — № 2.

102. Пат. 2153660 RU, МКИ G01M13/04. Способ и устройство вибродиагностики роторных механизмов [Текст] / Тэттэр В. Ю., Щедрин В. И., Плотников В. В. ; заявлено 23.06.99; опубл. 27.07.00, Бюл. №21.

103. Пат. 99206 Україна, МПК⁵¹ G01M 17/08. Стенд для вібродіагностування буксових вузлів колісної пари вантажного вагона [Текст] / Мартинов І. Е., Равлюк В. Г., Нечволода С. І., Михалків С. В., Нечволода К. С., Равлюк М. Г., Труфанова А. В. ; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту; заявл. 21.03.11; опубл. 25.07.12, Бюл. №14.

104. Патрик Э. Основы теории распознавания образов [Текст] : учеб. пособие / Э. Патрик. — М. : Сов. радио , 1980. — 408 с.

105. Петухов В. М. Бортовая буксовая диагностическая станция [Текст] / В. М. Петухов, В. Г. Равлюк // Безопасность движения поездов: междунар. науч.–прак. конф. 30 – 31 октября 2008 г. : тезисы докл. — М. , 2008. — С. VII–37.

106. Петухов В. М. Удосконалення методів та засобів оцінки і прогнозування ресурсу буксових вузлів вантажних вагонів нового покоління : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Петухов Вадим Михайлович. — Харків , 2013. — 160 с.

107. Пини В. Е. Исследование работы подшипников качения в узлах локомотивов [Текст] / В. Е. Пини // Тр. ВНИИЖТ. — 1965. — Вып. 295. — С. 32 – 41.

108. Погребняк А. В. Совершенствование методики диагностирования подшипников тепловозных турбокомпрессоров по вибрационным характеристикам [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Погребняк Андрей Валерійович. — Днепропетровск , 1990 — 164 с.

109. Поддубняк В. Й. Технология диагностики букс на ходу поезда с использованием радиодатчиков [Текст] / В. Й. Поддубняк, И. Д. Борзилов, В. М. Петухов // Зб. наук. праць. — Донецьк : ДонІЗТ , — 2006. — Вип. 7.

– С. 58 – 61.

110. Пересада В. П. Автоматическое распознавание образов [Текст] : учеб. пособие / В. П. Пересада. — М. : Энергия , 1970. – 92 с.

111. Прогрессивные методы и приборы, обеспечивающие снижение расходов по техническому обслуживанию машин [Текст] : Препринт фирмы Карл Шенк , 1986. – 82 с.

112. Равлюк В. Г. Особливості спектрального методу вібродіагностування буксових вузлів вантажних вагонів [Текст] / В. Г. Равлюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Вып. 4/3 (34). – 2008. – С. 25 – 27.

113. Равлюк В. Г. Напрям досліджень з вібродіагностування ходової частини рухомого складу [Текст] / В. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – Вип. 46'. – 2008. – С. 112 – 117.

114. Равлюк В. Г. Підвищення ефективності обстежень колісних пар вантажних вагонів шляхом впровадження вібродіагностичних засобів [Текст] / В. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Харків : УкрДАЗТ , – 2009. – Вип. 107. – С. 132 – 137.

115. Равлюк В. Г. Обґрунтування доцільності розробки технології вібродіагностування буксових вузлів вантажних вагонів [Текст] / В. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Харків : УкрДАЗТ , – 2009. – Вип. 111. – С. 214 – 221.

116. Равлюк В. Г. Вібродіагностика та методи діагностування підшипників кочення буксових вузлів вагонів [Текст] / В. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Донецьк: ДонІЗТ , – 2010. – Вип. 21. – С. 177 – 189.

117. Равлюк В. Г. Підвищення ефективності вібродіагностичних комплексів [Текст] / В. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Харків : УкрДАЗТ , – 2010. – Вип. 114. – С. 75 – 79.

118. Равлюк В. Г. Методологія вібродіагностування буксових вузлів вагонів з підшипниками кочення [Текст] / В. Г. Равлюк, М. Г. Равлюк // Зб. наук. праць. — Харків : УкрДАЗТ , – 2011. – Вип. 123. – С. 141 – 146.

119. Равлюк В. Г. Визначення динамічних характеристик вагонів при

випробуваннях на каткових стендах [Текст] / В. Г. Равлюк, А. С. Глущенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Вып. 5/7 (59). – С. 49 – 52.

120. Равлюк В. Г. Виділення корисних складових технічного стану буксових вузлів вантажних вагонів на спектрах обвідної вібрації протягом вібраційного діагностування [Текст] / В. Г. Равлюк // Сучасні проблеми машинобудування : конф. молодих вчених та спеціалістів НАН України ім. А. М. Підгорного. 3 – 6 листопада, 2008 р. : тези доповідей. — Харків , 2008. – С. 12.

121. Равлюк В. Г. Обробка й дослідження ефективності різних форм подання вібрацій буксових вузлів рухомого складу [Текст] / В. Г. Равлюк // Сучасні проблеми машинобудування : конф. молодих вчених та спеціалістів НАН України ім. А. М. Підгорного. 5 – 8 листопада, 2012 р. : тези доповідей. — Харків , 2012. – С. 20.

122. Равлюк В. Г. Підвищення ефективності визначення технічного стану підшипників кочення застосуванням обвідної [Текст] / В. Г. Равлюк // Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : міжнар. наук.–прак. конф. 12 – 14 травня, 2010 р. : тези доповідей. — Харків , 2010. – С. 237.

123. Равлюк В. Г. Визначення діагностичних ознак технічного стану елементів підшипників кочення буксових вузлів вантажних вагонів [Текст] / В. Г. Равлюк // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта : междунар. науч.–прак. конф. 21 – 22 апреля, 2009 р. : тезисы докл. — Днепропетровск , 2009. – С. 54.

124. Рагульскис К. М. Вибрация подшипников [Текст] : учеб. пособие / К. М. Рагульскис, А. Ю. Юркаускас. Под. ред. К. М. Рагульскиса. — Л. : Машиностроение , 1985. – 119 с.

125. Р. Лайонс. Цифровая обработка сигналов [Текст] : учеб. пособие / Р. Лайонс. Второе изд. Пер. с англ. — М. : ООО «Бином–Пресс», 2006. – 656 с.

126. Руденко О. Г. Штучні нейронні мережі [Текст] : навч. посібник / О. Г. Руденко, Є. В. Бодянський. — Харків : ТОВ „Компанія СМІТ“, 2006. — 404 с.
127. Русов В. А. Спектральная вибродиагностика [Текст] : учеб. пособие / Русов В. А. — Пермь : ПФ «ВиброЦентр», 1996. — 167 с.
128. Сато Юкио. Без паники! Цифровая обработка сигналов [Текст] : учеб. пособие / Юкио Сато. Пер. с яп. Селиной Т. Г. — М. : Додэка-XXI, 2010. — 176 с.
129. Сергієнко М. І. Ремонт вагонів — за новою схемою [Текст] / М. І. Сергієнко // Львівський залізничник. — 2011. — №46 : Новини Укрзалізниці. — С. 3.
130. Соколова А. Г. Особенности диагностирования машин по трехмерному вектору вибрации [Текст] / А. Г. Соколова, Ф. Я. Балицкий, С. Н. Панов // Тезисы докл. 15 Российской науч.-техн. конф. «Неразрушающий контроль и диагностика» : В 2 т. — М. : 1999. — Т.1. — С. 265.
131. Тартаковский Э. Д. Совершенствование технологии диагностирования подшипников качения по вибрационным характеристикам [Текст] / Э. Д. Тартаковский, Е. А. Игуменцев, А. В. Погребняк // Сб. тр. ХИИТ. — Харьков, — 1990. — С. 20.
132. Тартаковский Э. Д. Маршрутная технология технического обслуживания локомотивов с применением диагностики [Текст] / Э. Д. Тартаковский // Сб. тр. МИИТ. — 1982. — Вып. 705. — С. 30 — 33.
133. Тартаковський Е. Д. Приоритетні напрямки досліджень у галузі тягового рухомого складу (ТРС) [Текст] / Е. Д. Тартаковський // Зб. наук. праць. — Харків : УкрДАЗТ, — 2004. — № 64. — С. 5 — 12.
134. Тартаковский Э. Д. Основы автоматизации, технического обслуживания, диагностирования и ремонта локомотивов [Текст] : учеб. пособие : у 2-х ч. / Э. Д. Тартаковский. — Харьков : ХИИТ, — 1987. Ч.1. — 72 с.
135. Тартаковский Э. Д. Вибродиагностика подшипников скольжения

турбокомпрессоров с помощью кепстра [Текст] / Э. Д. Гартаковский, Е. А. Игуменцев, А. В. Погребняк // Сб. научных трудов. ХИИТ. — Харьков : — 1990. — С. 15.

136. Тейлор Д. И. Идентификация дефектов подшипников с помощью спектрального анализа [Текст] / Д. И. Тейлор // Тр. амер. о-ва инж.-мех. Конструирование и технология машиностроения. — 1980. — Т. 102, — №2. — С. 1 — 8.

137. Технические средства диагностирования [Текст] : справочник / Под ред. Клюева В. В. — М. : Машиностроение, 1989. — 672 с.

138. Трейер В. Н. К анализу шума в подшипниках качения [Текст] / В. Н. Трейер // Подшипник № 10. — 1936. — № 2. — 1937. — С. 118.

139. Тэттэр В. Ю. Диагностирование подшипниковых и редукторных узлов на переходных режимах [Текст] / В. Ю. Тэттэр, А. Ю. Тэттэр, В. С. Барайшук // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. — 2005. — № 5. — С. 236 — 239.

140. Тэттэр В. Ю. Разработка технологий и оборудования для вибродиагностирования колесно-моторных блоков локомотивов [Текст] : дис. ... канд. техн. наук, 05.22.07 / Тэттэр Владимир Юрьевич. — Омск, 2005. — 192 с.

141. Ту Дж. Гонсалес Р. Принципы распознавания образцов [Текст] : учеб. пособие / Ту Дж. — М. : Мир, 1978. — 411 с.

142. Установка для диагностирования подшипников [Текст] / МПС. Уральское отделение ВНИИЖТ. 1991. — 9 с.

143. Хамдан Р. Виброакустическое диагностирование кинематических дефектов зубчатых передач автогрейдеров [Текст] : дис. ... канд. техн. наук, 05.05.04 / Хамдан Раед Ибрагим Юсеф. — Воронеж, 2005. — 168 с.

144. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами [Текст] : учеб. пособие / Д. Химмельблау. — М. : Мир, 1973. — С. 5 — 157.

145. Цуркан И. Г. Смазочные и защитные материалы [Текст] : учеб. пособие / И. Г. Цуркан, С. Н. Казарновский, И. Н. Колотухин. — М. :

Транспорт, 1974.– 152 с.

146. Цюренко В. Н. Опыт эксплуатации вагонов с буксовыми узлами на підшипниках качения [Текст] / В. Н. Цюренко // Пути совершенствования конструкций буксовых узлов вагонов с подшипниками качения: труды ВНИИЖТ. — М. : Транспорт , – 1982. – Вып. 654. – С. 4 – 26.

147. Черменский О. Н. Подшипники качения [Текст]: справочник-каталог / О. Н. Черменский, Н. Н. Федотов. — М. : Машиностроение , 2003. – 575 с.

148. Шавшишвили Л. Д. Анализ опыта эксплуатации вагонных буксовых узлов с роликовыми подшипниками [Текст] / Л. Д. Шавшишвили // Межвуз. сб. науч. тр. РИИЖТ. – 1982. – Вып. 167. – С. 56 – 57.

149. Ширман А. Р. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования [Текст]: учеб. пособие / А. Р. Ширман, А. Б. Соловьев. — М. : Москва , 1996. – 252 с.

150. Шевченко В. В. Исследование по улучшению конструкции торцевого крепления [Текст] / В. В. Шевченко, И. Д. Борзилов, Л. М. Кулик // Вопросы улучшения ходовых частей и обслуживания вагонов : Межвуз. сб. науч. тр. ДИИТ. —Днепропетровск : – 1987. – С. 20 – 24.

151. Шрайнер Г. Конические роликовые подшипники рельсового подвижного состава [Текст] / Г. Шрайнер //Железные дороги мира. – 1991. – №7. – С. 12 – 14.

152. Штеггер Е. Звуки шариковых подшипников [Текст] / Е. Штеггер. Техн. перевод ВНИППа. – № 332. – 62 с.

153. Юдин Ф. Ф. Вибрационные характеристики узла с радиальным шарикоподшипником [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.02.02 / Юдин Ф. Ф. — Саратов, 1984.– 230 с.

154. Явленский К. Н. Вибродиагностика и прогнозирование качества механических систем [Текст]: учебник / К. Н. Явленский, А. К. Явленский. — Л. : Машиностроение , 1983. – 239 с.

155. Capdessus C. Cyclostationary Process : Application in Gear Faults

Early Diagnosis [Text] / C. Capdessus, M. Sidahmed, J. L. Lacoume. // Mechanical Systems and Signal Processing, – 2000. – 14(3). pp. 371 – 385.

156. Randall R. B. The Relationship Between Spectral Correlation and Envelop Analysis in the Diagnostics of Bearing Faults and Other Cyclostationary Machine Signals [Text] / R. B. Randall, I. Antoni, S. Chobsaard // Mechanical Systems and Signal Processing, – 2001. – 15(5). pp. 945 – 962.

157. Tallian T. E. Progress in rolling bearing vibration research and control [Text] / T. E. Tallian, O. G. Gustaffson // ASLE transactions. – 1965. – № 8. pp. 195 – 207.

158. Zivanovic G. D. Degree of Cyclostationarity and Their Application to Signal Detection and Estimation [Text] / G. D. Zivanovic, W. A. Gardner // Signal Process, – 1991. – 22, pp. 287 – 297.

159. W. Li. A study of the noise from diesel engines using the independent component analysis [Text] / Li. W., Gu. F., A. D. Ball, A. Y. T. Leung, C. E. Phipps // Mechanical Systems and Signal Processing, – 2001. – 15(6), pp. 1165 – 1184.