

Міністерство освіти і науки України
Українська державна академія залізничного транспорту

На правах рукопису

ПЕТУХОВ ВАДИМ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 629.4.027.11:681.518.5

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОЦІНКИ І
ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ
ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Борзилов Іван Дмитрович,
кандидат технічних наук, доцент

Харків – 2013

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АРПКС	Авторегресія проінтегрована ковзна середня
АСДК-Б	Автоматична система діагностичного контролю букс
БВ	Буксовий вузол
БДС	Буксова діагностична станція
ВНДІЗТ	Всесоюзний науково-дослідний інститут залізничного транспорту
ІЧ	Інфрачервоне випромінювання
ЛПК	Лінійний пункт контролю
МПК	Мікропроцесорний комплект
ПТО	Пункт технічного обслуговування
РС	Рухомий склад
СКНБ	Система контролю нагріву букс пасажирських вагонів
СТД	Система технічної діагностики
СТК	Система теплового контролю
ТО	Технічне обслуговування
УЗ	Державна адміністрація залізничного транспорту України Укрзалізниця
УкрДАЗТ	Українська державна академія залізничного транспорту
УкрНДІВ	Державне підприємство "Український науково-дослідний інститут вагонобудування"
УрДУШС	Уральський державний університет шляхів сполучення

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВИКОНАНИХ РОБІТ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	Error! Bookmark not defined.
1.1 Аналіз основних пошкоджень та відмов буксових підшипникових вузлів вантажних вагонів.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Аналіз методів і засобів контролю технічного стану буксових вузлів вагонів під час руху поїзда	Error! Bookmark not defined.
1.3 Аналіз досліджень, присвячених проблемам оцінки технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу буксових вузлів при русі поїзда.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Висновки за розділом 1.....	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ	Error! Bookmark not defined.
2.1 Розробка структури діагностичного забезпечення буксових вузлів вантажних вагонів нового покоління.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Створення діагностичної моделі буксового вузла для використання в системі вбудованого контролю букс	Error! Bookmark not defined.
2.3 Розробка моделі визначення технічного стану буксового вузла в експлуатації із використанням вбудованих засобів контролю	Error! Bookmark not defined.
2.4 Визначення поняття "передвідмовний стан буксових вузлів"	Error! Bookmark not defined.
2.5 Висновки за розділом 2.....	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ БУКСОВОГО ВУЗЛА, ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ У ПЕРЕДВІДМОВНОМУ СТАНІ	Error! Bookmark not defined.
3.1 Вибір прогнозованої моделі для визначення залишкового ресурсу буксового вузла при русі поїзда	Error! Bookmark not defined.

3.2 Адаптація моделі до прогнозування залишкового ресурсу буксового вузла**Error! Bookmark not defined.**

3.3 Діагностична перевірка запропонованої прогнозної моделі на адекватність**Error! Bookmark not defined.**

3.4 Висновки за розділом 3.....**Error! Bookmark not defined.**

РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВБУДОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ БУКСОВОГО ВУЗЛА**Error! Bookmark not defined.**

4.1 Система контролю технічного стану буксових вузлів для вантажних вагонів нового покоління**Error! Bookmark not defined.**

4.2 Результати випробувань системи контролю технічного стану буксових вузлів для вантажних вагонів БДС .**Error! Bookmark not defined.**

4.3 Результати експлуатаційних випробувань БДС в умовах ПАТ «Полтавський ГЗК».....**Error! Bookmark not defined.**

4.4 Розрахунок економічного ефекту від застосування вбудованої системи контролю технічного стану буксових вузлів**Error! Bookmark not defined.**

4.5 Висновки за розділом 4.....**Error! Bookmark not defined.**

ВИСНОВКИ**Error! Bookmark not defined.**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 12

ДОДАТОК А Акти впровадження**Error! Bookmark not defined.**

ДОДАТОК Б Алгоритми роботи модулів.....150

ДОДАТОК В Таблиці економічних розрахунків.....153

ДОДАТОК Г Матеріали випробувань.....159

ВСТУП

Безперервне функціонування залізничного транспорту не лише забезпечує між господарчі зв'язки між різними галузями народного господарства, а є також запорукою економічної безпеки держави.

Однією зі найважливіших складових залізничного транспорту є парк вантажних вагонів. Впровадження вагонів нового покоління дозволяє за рахунок підвищеної надійності не лише збільшити безпеку руху, але й зменшити собівартість перевезення вантажів. Але використання подібних вагонів вимагає розробки комплексу заходів по підтриманню їх технічного стану на необхідному рівні, в тому числі по визначенню технічного стану буксових вузлів під час руху поїзда.

Актуальність теми

Особливе значення для забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті має висока надійність буксових вузлів рухомого складу. Пошкодження цих вузлів, що не виявлені своєчасно, можуть призвести до важких наслідків—сходу вагонів внаслідок зламу шийок осей колісних пар при русі поїзда. Кількість таких серйозних інцидентів на залізницях України за останні п'ятнадцять років склало 35 випадків. Частка відчеплень вагонів внаслідок несправності буксових вузлів за період 2002 - 2012 роки склало близько 38,4%.

Попередження таких випадків можливо лише за умови раннього та своєчасного виявлення дефектів елементів буксових вузлів. Тобто контроль технічного стану буксових вузлів в умовах експлуатації є важливою складовою забезпечення безпеки руху.

Перспективи створення сучасних конкурентоспроможних вантажних вагонів вимагають не лише підвищення конструкційних швидкостей та збільшення навантаження на вісь, але і забезпечення пробігу буксових вузлів до 1 млн км без проведення ремонту (так звані вагони нового

покоління, що обладнані буксовими вузлами з дворядними конічними підшипниками касетного типу). Крім того, ці вагони мають різноманітні конструкції ходових частин, в яких використовуються підшипники різних виробників з різними мастилами. Тому існуючі системи контролю не забезпечують в достатній мірі необхідний рівень оцінки технічного стану букс цих вагонів. Ця проблема особливо актуальна тому, що частка таких вантажних вагонів поступово зростає.

Також не вирішеним завданням залишається визначення залишкового ресурсу букси, у якої був виявлений дефект під час руху поїзда. Це обумовлено тим, що більшість дослідників орієнтувалися тільки на контроль букс дистанційними засобами теплового контролю, які не дозволяють із заданою вірогідністю визначати технічний стан вузла на майбутній інтервал часу. Тому тема дисертації, що спрямована на удосконалення методів та засобів оцінки і прогнозування ресурсу буксових вузлів вантажних вагонів нового покоління в експлуатації для перспективного рухомого складу, є актуальною і має вагоме значення для технічного переозброєння парку вантажних вагонів України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана згідно з "Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки" (затверджена Наказом Міністра транспорту та зв'язку України від 14 жовтня 2008 р. № 1259), науково-дослідними роботами за темами: "Розробка системи визначення технічного стану буксових вузлів вбудованими системами контролю на ходу поїзда" (№ ДР 0112U000710), "Дослідна експлуатація вбудованої системи контролю буксових вузлів вагонів на шляху прямування та розробка рекомендацій щодо застосування даної системи на вантажному рухомому складі" (№ ДР 0112U007565).

Мета і задачі дослідження

Метою роботи є удосконалення методів та засобів оцінки і

прогнозування ресурсу буксових вузлів вантажних вагонів нового покоління.

Виходячи із цього в дисертаційній роботі поставлені такі задачі:

- визначити основні діагностичні ознаки відмов буксових вузлів вантажних вагонів, які призводять до транспортних подій;
- виконати порівняльний аналіз існуючих систем контролю технічного стану буксових вузлів в експлуатації та визначити найбільш ефективний;
- запропонувати структуру діагностичного забезпечення буксових вузлів вантажних вагонів нового покоління;
- створити комплекс взаємозв'язаних моделей для розробки діагностичного забезпечення буксових вузлів вантажних вагонів нового покоління;
- запропонувати прогнозну модель визначення залишкового ресурсу буксового вузла;
- на основі запропонованого діагностичного комплексу моделей розробити структуру вбудованої системи контролю;
- розробити програму-методику та провести натурні випробування системи контролю технічного стану для буксових вузлів вантажних вагонів нового покоління.

Об'єкт дослідження – процес контролю технічного стану буксового вузла.

Предмет дослідження – методи та засоби оцінки і прогнозування ресурсу буксових вузлів з касетними конічними підшипниками.

Методи дослідження

Для вирішення поставлених задач теоретичні дослідження виконувались на основі системного підходу з використанням методів теорії ймовірності та математичної статистики, теорії розпізнавання

образів, методів технічної діагностики, прогнозування на основі часових (динамічних) рядів.

Експериментальні дослідження виконувались в умовах реальної експлуатації вантажних вагонів на станції Основа Південної залізниці й Полтавського гірничозбагачувального комбінату.

Достовірність отриманих результатів визначено зіставленням результатів теоретичних та експериментальних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів

В дисертаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання щодо визначення технічного стану буксових вузлів вантажних вагонів, які обладнані касетними конічними підшипниками та прогнозування їх залишкового ресурсу в експлуатації шляхом використання вбудованих засобів контролю.

Вперше:

– запропоновано модель оцінки технічного стану буксового вузла вбудованими засобами контролю, в яку введено додаткова ознака розпізнавання - залежність температури букси від частоти обертання колісної пари, яка дозволяє більш достовірно оцінити технічний стан буксового вузла;

– обґрунтовано і дано визначення передвідмовного стану буксового вузла, що дозволяє почати процедуру прогнозування його залишкового ресурсу при русі поїзда;

– запропоновано математичну модель прогнозування залишкового ресурсу буксового вузла, що перебуває у передвідмовному стані, за допомогою інформації по температурі, наданої вбудованими засобами контролю при русі поїзда.

Дістали подальшого розвитку:

– теплова модель буксового вузла, яка враховує не швидкість поїзда, а частоту обертання колісної пари, що дозволяє використовувати її

незалежно від діаметра підшипника і діаметра колеса;

– модель визначення технічного стану буксових вузлів вантажних вагонів, де враховуються особливості дворядних конічних підшипників касетного типу, що обладнані вбудованими засобами контролю.

Практичне значення одержаних результатів

Процедури визначення технічного стану та контролепридатності буксових вузлів вантажних вагонів, що обладнані дворядними конічними підшипниками касетного типу, використовується у ПАТ "Крюківський вагонобудівний завод" при проектуванні ходових частин вагонів нового покоління.

Методика прогнозування залишкового ресурсу буксових підшипникових вузлів вантажних вагонів, які оснащені дворядними конічними підшипниками касетного типу та вбудована система контролю технічного стану буксових вузлів для вагонів нового покоління рекомендовано до впровадження Державною адміністрацією залізничного транспорту Укрзалізницею на залізницях України.

Отримані положення використовуються в навчальному процесі Української державної академії залізничного транспорту для підготовки спеціалістів та магістрів спеціальності "Вагони та вагонне господарство" при вивченні дисциплін "Надійність і технічна діагностика залізничного рухомого складу", "Основи технічного обслуговування вагонів", "Інформаційні технології у вагонному господарстві", при виконанні науково-дослідних робіт студентів, у дипломному проектуванні студентів та магістрів.

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

Особистий внесок здобувача

Всі положення та результати, які виносяться на захист, були

отримані автором самостійно. У роботах, які опубліковані в співавторстві, дисертанту належать: аналіз теплової моделі буксового вузла [98]; аналіз методів контролю букс вбудованими засобами [99]; обґрунтування визначення передвідмовного стану букс вагонів [104]; розробка програми-методики випробувань [105]; розробка структури пристрою для моніторингу букс [112]; розробка процедури контролю технічного стану букс вбудованими засобами [111].

Дослідження, що висвітлені в усіх наукових працях, проводилися в Українській державній академії залізничного транспорту.

Апробація результатів дисертації

Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися і отримали схвалення на таких конференціях:

- на VIII і X науково-практичних конференціях "Безпека руху поїздів" (м. Москва, 2007, 2009 рр.);
- XXXIV науково-технічній конференції викладачів, аспірантів і співробітників Харківської національної академії міського господарства (м. Харків, 2008 р.);
- 69 Міжнародній конференції "Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту" (м. Дніпропетровськ, 2009 р.);
- XVII Міжнародній науково-практичній конференції НТУ «ХП» (м. Харків, 2009 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 Українського науково-дослідного інституту вагонобудування (м. Кременчук); засіданні кафедри вагонів та вагонного господарства Державного економіко-технологічного університету транспорту (м. Київ).

Публікації

За темою дисертації опубліковано 15 наукових праць, у тому числі 9 наукових статей (зокрема 5 з них без співавторів) у виданнях, що затверджені Міністерством освіти і науки України, 1 патент на винахід, 5 тез доповідей.

Структура та обсяг дисертації

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел та чотирьох додатків і викладена на 160 сторінках, з яких обсяг основного тексту 130 сторінок, містить 11 таблиць та 38 рисунків. Список використаних джерел нараховує 112 найменувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. с. 640144 СССР, М. Кл.² G 01K 11/06. Устройство для контроля температуры буксового узла вагона / И. Д. Борзилов (СССР). – № 2519630/18-10; заявл. 29.08.77; опубл. 30.12.78, Бюл. № 48.
2. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2012 році / Міністерство інфраструктури України. Державна адміністрація залізничного транспорту. Головне управління безпеки руху. – Київ – 2013.
3. Беспроводная система контроля состояния подвижного железнодорожного состава / А. П. Самойленко, Д. Е. Рудь // Материалы Международной научно-технической и научно-методической конференции «Проблемы современной системотехники». – Таганрог, 2008. – С. 129-133.
4. Биргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
5. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление.Т1 / Бокс Дж., Дженкинс Г. – М.: Мир, 1974. – 406 с.
6. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В. В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
7. Борзилов І.Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики: навч. посібник / І.Д. Борзилов. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – Ч. 1. – 91 с.
8. Борзилов И. Д. О возможности повышения эксплуатационной надежности торцового крепления букс с роликовыми подшипниками / И. Д. Борзилов, А. В. Гайдамака, Е. В. Федорец // Ростовский институт инженеров железнодорожного транспорта. Межвуз. темат. сб. – Ростов–на–Дону, 1982. – Вып. 167. – С. 66–69.
9. Буксовые узлы с датчиками компании SKF для современного

- подвижного состава / Железные дороги мира – 2008. – № 4 – С. 47–51.
10. Виленский П. Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика : учеб. пособие / П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк. – 2-е изд. – М.: Дело, 2002. – 194 с.
11. Виммер Й. Новое поколение устройств обнаружения греющихся букс и заклиненных колес / Виммер Й. // Железные дороги мира – 2000. – № 1 – С. 24–29.
12. Волков Б. А. Оценка экономической эффективности инвестиционных вложений на железнодорожном транспорте / Б. А. Волков // Экономика железных дорог. – 2001. – № 5. – С. 45–60.
13. Воронов Н.Н. Температурный режим вагонных букс скользящего трения: Научн. тр. /ЛИИЖТ. - М., 1954. С. 4-21.
14. Горелик А. Л. Методы распознавания / А. Л. Горелик, В. А. Скрипкин. – М: Высшая школа, 1977. – 222 с.
15. Горелик А. Л. Некоторые вопросы построения систем распознавания / А. Л. Горелик, В. А. Скрипкин. – М.: «Сов. радио», 1974. – 224 с.
16. ГОСТ 26656–85. Техническая диагностика. Контролепригодность. Общие требования.
17. Грешилов А. А. Математические методы построения прогнозов / А.А. Грешилов, В. А. Стакун, А. А. Стакун. – М.: Радио и связь, 1997. – 112 с.
18. Гусев Г.Ф., Рябцев В.В. Влияние контактных термических сопротивлений на связь температур шейки оси и контролируемых устройствами типа ПОНАБ элементов // Повышение эффективности ремонта и технического обслуживания большегрузных вагонов в условиях Сибири: Научн. тр. /Омский ин-т ин-ров ж.д. тр-та – Омск, 1985. – С. 15–21.
19. Демин Р.Ю. Компьютерная система контроля состояния ходовых

- частей пассажирских вагонов / Р. Ю. Демин, Ю. В. Демин, Д. В. Дмитриев // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 5. – С. 4–6.
20. Диагностическая модель теплового контроля букс подвижного состава/ А. Э. Павлюков, А.А.Миронов, А. В. Занкович // Транспорт Урала. – 2004. №2. – С 44–52.
21. ДСТУ 2389–94 Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення.
22. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник / А. М. Єріна – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.
23. Исаченко В. П. Теплопередача / В. П. Исаченко, В. А Осипова, А. С. Сукомел. – М.: Энергоиздат, 1981 – 416с.
24. Інструкція з експлуатації та ремонту вагонних букс з роликowymi підшипниками. – ЦВ–ЦЛ–0058. – К.: Укрзалізниця, 2004. – 158 с.– (Відомчий нормативний документ Державної адміністрації залізничного транспорту України).
25. Інструкція з розміщення, встановлення та експлуатації засобів автоматичного контролю технічного стану рухомого складу під час руху поїзда. – ЦВ–ЦШ–0053. – К.: Укрзалізниця, 2003. – 66 с. – (Відомчий нормативний документ Державної адміністрації залізничного транспорту України).
26. Калабухін Ю. Є. Економічне оцінювання використання модернізованих буксових вузлів вантажних вагонів / Ю. Є. Калабухін, І. Е. Мартинов // Межвуз. зб. наукових праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – Вип. 42. – С. 26–30.
27. Мартинов І. Е. Визначення показників надійності вагонних букс за результатами випробувань / І. Е. Мартинов // Українська державна академія залізничного транспорту. Зб. наук. праць. – Харків, 2005. – Вип. 68. – С. 191–198.

28. Мартинов І. Е. Технічний стан буксових роликотітшипників вантажних вагонів / І. Е. Мартинов // Харківська державна академія залізничного транспорту. Зб. наук. праць. – Харків, 2000. – Вип. 41. – С. 38–42.
29. Мартинов І. Е. До питання оцінки показників надійності торцевого кріплення букс вантажних вагонів / І. Е. Мартинов // Харківська державна академія залізничного транспорту. Зб. наук. праць. – Харків, 2001. – Вип. 46. – С. 76–79.
30. Мартинов І. Е. До питання удосконалення конструкції конічних підшипників транспортних засобів / І. Е. Мартинов // Зб. наук. праць Київського університету економіки і технологій транспорту: Серія "Транспортні системи і технології". – Вип. 5. – К., 2004. – С. 45–48.
31. Мартинов І. Е. Результати температурних випробувань дослідних буксових вузлів вантажних вагонів / І. Е. Мартинов // Восточно–Европейский журнал передовых технологий. – 2004. – № 7 (1). – С. 66 – 69.
32. Мартинов І. Е. Розвиток методів розрахунку та випробувань буксових підшипникових вузлів вантажних вагонів з урахуванням особливостей їх експлуатації: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.07 / Мартинов Ігор Ернстович. – Харків: 2009. – 431 с.
33. Мартынов И. Э. Анализ опыта эксплуатации цилиндрических роликотітшипников букс грузовых вагонов / И. Э. Мартынов // Вісник Східноукраїнського державного університету. – Луганськ, 2000. – №5 (27). – С. 157–159.
34. Мартынов И. Э. Повышение уровня эксплуатационной надежности буксовых узлов железнодорожного подвижного состава: дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.07 / Мартынов Игорь Эрнстович. – М.: 1990. – 233 с.

35. Методика расчета эффективности инноваций на железнодорожном транспорте: (проект) / МПС РФ, МИИТ, ВНИИЖТ, ВНИТИ. – М., 2000. – 90 с.
36. Миронов А. А. Буксовый узел тележки – преемственность технологий моделирования при решении задач жизненного цикла/ А. А. Миронов, В. П. Ефимов, А. Э Павлюков // Тяжелое машиностроение. – 2005. – № 8. – С. 29–33.
37. Миронов А.А. Павлюков А.Э. Имитационные модели функционирования буксовых узлов как объектов тепловой диагностики // Проблемы и перспективы железнодорожного транспорта/ Тезисы LXVI Международной научно – практической конференции – Днепропетровск; ДИИТ, 2006. – С. 73–74.
38. Миронов А.А. Совершенствование методов и средств бесконтактной тепловой диагностики букс. Дис. на соискание. уч. степени канд. техн.наук / Ур. гос. унт путей сообщ. – Екатеринбург, 2004. – 153с.
39. Миронов А.А., Занкович А.В., Павлюков А.Э. Исследование термонагруженности буксового узла с кассетным подшипником // Транспорт Урала. – 2005.–№ 3(6). – С. 54–61.
40. Миронов А.А., Занкович А.В., Павлюков А.Э. Разработка термомеханической модели работы буксового узла грузового железнодорожного вагона // Механика и процессы управления. Труды 34 Уральского семинара по механике и процессам управления / УРО РАН – Екатеринбург.: Ред. Миасского научн. центра, 2004., Т 2. – С. 188–197.
41. Миронов А.А., Образцов В.Л., Павлюков А.Э. Оценка информативности зон тепловой диагностики букс ходовых частей в пути // Подвижной состав 21 века. Идеи. Требования. Проекты / Тезисы докладов 3 научно–технической конференции – Санкт–Петербург, 2003. – С. 158–159.

42. Миронов А.А., Образцов В.Л., Павлюков А.Э. Технические средства диагностики ходовых частей подвижного состава // Вагоны и вагонное хозяйство (Приложение к журналу "Локомотив") – 2005. – №2. – С. 42–46.
43. Миронов А.А., Павлюков А.Э., Образцов В.Л., Пигалев Н.Г. Температурные режимы работы букс // Вагоны и вагонное хозяйство (Приложение к журналу "Локомотив"). – 2006. – № 3 (7). – С. 8 – 13.
44. Миронов А.А., Салтыков Д.Н., Образцов В.Л., Павлюков А.Э. Оценка пороговых значений в задаче диагностики букс подвижного состава по тепловым признакам // Транспорт Урала. – 2007 – № 3(14) – С. 69–73.
45. Миронов А. А. Анализ опыта эксплуатации технических средств контроля ходовых частей подвижного состава в движущихся поездах / А. А. Миронов, В. Л. Образцов, В. Я. Соболев, К. В. Григорьев // Автоматика, связь, информатика. – 2005. – № 5. – С. 31–34.
46. Миронов А. А. Моделирование температурного поля вагонной буксы с коническими подшипниками кассетного типа / А. А. Миронов, А. В. Занкович, А. Э. Павлюков // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: IV–я Междунар. науч.–техн. конф.: Тез. докл. – СПб., 2005. – С. 144–146.
47. Миронов А. А. Температурный режим буксового узла при нарушении торцевого крепления и тепловой контроль / А. А. Миронов, В. Л. Образцов, А.Э. Павлюков // Железнодорожный транспорт. – 2005. – №6. – С. 50–51.
48. Миронов А. А. Вычислительная технология оценки приспособленности проектируемых ходовых частей подвижного состава к тепловой бесконтактной диагностике букс / А. А. Миронов // Безопасность движения поездов.: Тр. VII–й науч.-практ. конф. – М.: МИИТ, 2006. – С. V–25–V–26.

49. Миронов А.А. Расчет теплообразования в вагонной буксе с роликовыми подшипниками цилиндрического типа // Безопасность движения, совершенствование конструкций вагонов и ресурсосберегающие технологии в вагонном хозяйстве: сб. науч. тр. / под. ред. проф. А.В. Смольянинова. – Екатеринбург: УрГУПС. – 2006. – № 38(121). – С. 66–70.
50. Миронов А.А. Ретроспективные аспекты создания, совершенствования и модернизации тепловой диагностики перегретых букс // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: материалы Всерос.науч.–техн. конф. – Екатеринбург: УрГУПС, 2003. – Т. 1. – С. 165–172.
51. Миронов А.А., Образцов В.Л., Соболев В.Я., Григорьев К.В. Анализ опыта эксплуатации технических средств контроля ходовых частей подвижного состава в движущихся поездах // Автоматика, связь, информатика. – 2005. – № 3. – С. 28–30.
52. Миронов А.А., Занкович А.В., Павлюков А.Э. Моделирование температурного поля вагонной буксы с коническими подшипниками кассетного типа. Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: IV–я Междунар. науч.–техн. конф.: Тез. докл. – СПб., 2005. – С. 144–146.
53. Миронов А.А., Кораблев П.А. Информационная система контроля подвижного состава. Современные информационные технологии, электронные системы и приборы железнодорожного транспорта: сб. науч. тр. / под. ред. д–ра техн. наук Б.С. Сергеева. – Екатеринбург: УрГУПС, 2005. – С. 92–97.
54. Миронов А.А., Образцов В.Л., Павлюков А.Э. Контролепригодность подвижного состава к тепловой бесконтактной диагностике // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – № 11. – С. 54–57.

55. Миронов А.А., Образцов В.Л., Павлюков А.Э., Митюшев В.С., Пигалев Н.Г. Тепловая диагностика подшипников кассетного типа грузовых вагонов // Автоматика, связь, информатика. – 2007. – № 9. – С. 12–14.
56. Миронов А. А. Технические средства диагностики ходовых частей подвижного состава / Миронов А.А., Образцов В.Л., Павлюков А.Э. // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 4–46.
57. Морчиладзе И. Г. Совершенствование и модернизация буксовых узлов грузовых вагонов // И. Г. Морчиладзе, А. М. Соколов / Железные дороги мира. – 2006. – № 10 – С. 59–64.
58. Оптимизация размещения детекторов греющихся букс / Железные дороги мира – 2008.– №2– С. 66 – 69.
59. Орлов М.В. Исследование температурного режима буксового узла грузовых вагонов // Вестник ВНИИЖТ. - 1962. - №2 - С. 34-37.
60. Особенности теплового контроля буксовых узлов со смещением корпуса/ А. А. Миронов, В. Л. Образцов, Н. Г. Пигалев, А. Э. Павлюков // Вагоны и вагонное хозяйство. 2005. №3. – С.44 – 47.
61. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посібник / Є. І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колеснікова, І. М. Писаревський. – Х. : УкрДАЗТ, 2005. – 210 с.
62. Панкратов Л.В. Мониторинг нагрева букс / Л. В. Панкратов, С. Н. Чистяков // Автоматика, связь, информатика. – 2008. – №6. – С.23-24.
63. Підсистема базова АСДК-Б автоматичної системи діагностичного контролю АСДК. Технологія обслуговування. – ЦШ-0037. – К.: Укрзалізниця, 2005. – 115 с. – (Відомчий нормативний документ Державної адміністрації залізничного транспорту України).
64. Поляков А.И. Определение перепада температуры между роликами и

- наружным кольцом подшипника // Работы вагонных букс с роликовыми подшипниками при высокоскоростном движении: Труды ЦНИИ МПС, вып. 405, М., "Транспорт", 1970. – С. 97–103.
65. Поляков А.И. Температурный режим вагонных букс с роликовыми подшипниками // Вестник ВНИИЖТ – 1963. – №5. – С. 39–42.
66. Поляков А.И. Тепловой баланс вагонной буксы // Работы вагонных букс с роликовыми подшипниками при высокоскоростном движении: Тр. ЦНИИ МПС, вып. 405. М., "Транспорт", 1970. – С. 80–88.
67. Приходько В.И. Усовершенствование системы контроля нагрева букс пассажирского вагона / В. И. Приходько, О. А. Шкабров, Г. С. Игнатов, Н. В. Высоколян, В. Н. Макаренко, А. И. Миргородская // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетров. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В.Лазаряна, 2005. – Вип.7. – С.57-60.
68. Прогрессивные технологии обеспечения безопасности движения поездов и сохранности перевозимых грузов: Монография / В.А. Гапанович, И.И. Галиев, Ю.И. Матяш, В.П. Клюка. – М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте", 2008. – 220 с.
69. Роликоподшипники буксовых узлов вагонов с сепарирующими полиамидными элементами взамен латунного сепаратора / В. Г. Андриевский, А. В. Гайдамака, С. Г. Иванов [и др.] // Харьковский институт инженеров железнодорожного транспорта. Межвуз. сб. науч. тр. – Харьков, 1987. – Вып. 3. – С. 3–9.
70. Рябцев В.В. Результаты стендовых исследований температурных режимов буксовых узлов // Тезисы научн.–техн. конф. кафедр Омского института инженеров железнодорожного транспорта. – Омск, 1984. – С. 54-55.

71. Рябцев В.В., Дрыгин С.А., Гусев Г.Ф. Влияние солнечной радиации на тепловой режим буксового узла вагона с подшипниками скольжения / Омский ин-т инж. ж.д. тр-та – Омск, Деп. В ЦНИИТЭИ МПС 24.11.83 № 24676. – 1983. – 10 с.
72. Савчук О. М. Теоретическое исследование нагруженности роликов в підшипниках бусовых узлов подвижного состава / О. М. Савчук // Проблемы механики железнодорожного транспорта: тезисы докладов международной всесоюзной конференции. – Днепропетровск, 1980. – С. 127.
73. Салтыков Д.Н., Павлюков А.Э., Миронов А.А. Исследование и разработка новых технических решений повышения безопасности движения железнодорожного транспорта // Транспорт Урала. – 2006.– №3(10). – С.35–40.
74. Самодуров В. И. Прогнозирование технического состояния буксового узла по температуре шейки оси колесной пары / В. И. Самодуров // Проблемы механики железнодорожного транспорта. Повышение надежности и совершенствование конструкции подвижного состава. Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Днепропетровск. – ДИИТ, 1984. – С. 210-211.
75. Самодуров В. И. О потенциальной информативности аппаратуры автоматического обнаружения перегретых бус в движущихся поездах / В. И. Самодуров , Е. Е. Трестман // Автоматизация контроля ходовых частей вагонов при движении поезда: Научн.тр. / ВНИИЖТ. – М.: 1973. – С. 30–38.
76. Системы обнаружения перегретых бус и заклиненных тормозов для высокоскоростных линий // Железные дороги мира – 1993.–№ 3 – С. 10–15.
77. Смирнов Н. В. Курс теории вероятности и математической

- статистики для технических приложений / Н.В.Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. — М.: Наука, 1965.—511с.
78. Стромский П.П. Определение потерь на трение осей в подшипниках по тепловому балансу буксы / П. П. Стромский // Вестник ВНИИЖТ. - 1973. - №4. - С.25-29.
79. Тартаковський Е. Д. До питання створення моделі відмов буксових роликопідшипників / Е. Д. Тартаковський, І. Е. Мартинов, П. А. Устич // Українська державна академія залізничного транспорту. Зб. наук. праць. – Харків, 2008. – Вип. 96. – С. 154–158.
80. Температурный режим буксового узла при нарушении торцевого крепления и тепловой контроль / А. А. Миронов, В. Л. Образцов, А. Э. Павлюков // Железнодорожный транспорт. – 2005. – №6. – С. 50 – 51.
81. Трестман Е. Е., Самодуров В. И. Обнаружение перегретых букс подвижного состава по двум признакам распознавания. – Тр. ЦНИИ МПС, 1973, вып. 494, с. 43-51.
82. Трестман Е.Е. Автоматизация контроля буксовых узлов в поездах / Е. Е. Трестман, С. Н. Лозинский, В. Л. Образцов.– М.: Транспорт, 1983. – 352 с.
83. Трестман Е.Е., Лозинский С.Н., Самодуров В.Н., Образцов В.Л. Автоматическое обнаружение неисправностей ходовых частей подвижного состава – задача статистической теории распознавания // Автоматизация контроля ходовых частей вагонов при движении поезда. М., Транспорт, Труды ВНИИЖТ, вып. 494. 1973, – С. 4–9.
84. Цюренко В. Н. Опыт эксплуатации вагонов с буксовыми узлами на подшипниках качения / В. Н. Цюренко // Пути совершенствования конструкций буксовых узлов вагонов с подшипниками качения. Труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1982. – Вып. 654. – С. 4–26.

85. Шавшишвили А. Д. Анализ опыта эксплуатации вагонных букс с роликовыми подшипниками / А. Д. Шавшишвили // Ростовский институт инженеров железнодорожного транспорта. Межвуз. темат. сб. – Ростов–на–Дону, 1982. – №167. – С. 13–18.
86. Шевченко В. В. Исследования по улучшению конструкции торцового крепления букс вагонов / В. В. Шевченко, И. Д. Борзилов, Л. М. Кулик // Днепропетровский институт инженеров железнодорожного транспорта. Вопросы улучшения ходовых частей и обслуживания вагонов. Сб. науч. тр. – Днепропетровск, 1987. – С. 20–24.

87. A. Schöbel, M. Pisek, J. Karner "Hot box detection systems as a part of automated train Observation in Austria". Vortrag: EURNEX - ZEL 2006, Zilina; 30.05.2006 - 31.05.2006; in: "Towards the competitive rail systems in europe", (2006), 8080705518; S. 157-161.
88. Approved Code of Practice -Hot Axle Bearing GE/RC8514. Detection Published by: Railway Safety Evergreen House 160 Euston Road London NW1 2DX © Copyright 2001 Railway Safety.
89. Pelino W.M. Hot box detectors //Railway Signalling and Communications. - 1964.-№2.
90. Povse H. Hot box detector VA-HOA 350 // Railway International. -1992.- P.183-184.
91. Rotternsteiner U. VAE - HOA 400 DS - Heißlaufenortungsanlagen für finische Hochgeschwindigkeitsstrecken //Signal+Draht-2003. № 7- 8. S. 6-10..
92. Schöbel, A. "Ansatz zur wirkungsvollen Positionierung von Zuglaufüberwachungseinrichtungen". Signal&Draht, 97 (2005), 9; S. 21 - 24
93. Schöbel, A., Karner, J. Optimierungspotenziale bei der Stationierung von Heißläuferortungsanlagen. ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, 54 (2005), 12; S. 805 - 808.
94. Schöbel, J. Karner "Über die Anwendung der heißläuferortungsanlagen bei den ÖBB". Kroatische Eisenbahn, 4 (2005), 4; S. 45 - 46
95. V. Müller. The development box bearings. – Railway Technical Review, 2003, № 1, p. 18–21.
96. Fee M.C., Anderson G.B. Preventive medicine for bearings// Railway Age. - 1995. - №4. - P. 67-68, 70-73.

РОБОТИ ЗА УЧАСТІЮ АВТОРА

97. Петухов В. М. Основні задачі бортової системи автоматичного контролю букс на ходу поїзда / В. М. Петухов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 86. – С. 84 – 91.
98. Борзилов И. Д. Тепловые информационные зоны букс подвижного

состава / И. Д. Борзилов, В. М. Петухов // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2007. – Вип. № 10 – С. 78 – 84.

99. Регеда В. В. Анализ методов контроля букс грузовых вагонов на ходу поезда / В. В. Регеда, В. М. Петухов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 84. – Ч. 3. – С. 94–98.

100. Петухов В. М. Буксовая диагностическая станция / В. М. Петухов // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2008. – Вип. № 13.– С. 96 – 101.

101. Петухов В.М. Статистические характеристики телеметрических сигналов букс / В. М. Петухов // Восточно–Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 1/6 (37). – С. 20 – 23.

102. Петухов В. М. Аналіз температурних ознак розпізнавання несправних букс / В. М. Петухов // Зб. наук.праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. № 107. – С. 128 –132.

103. Петухов В. М. Прогнозирование остаточного ресурса буксы / В. М. Петухов // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2010. – Вип . № 21 – С. 173–177.

104. Петухов В. М. Визначення передвідмовного стану буксового вузла вбудованими засобами контролю / В. М. Петухов, І. А. Точка // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. № 133 – С. 162 – 167.

105. Мартынов И. Э. Натурные испытания встроенной системы контроля технического состояния буксовых узлов / И. Э. Мартынов, В. М. Петухов // Мир транспорта. – 2013. – № 2. – С. 180–182.

Додатково матеріали дисертаційної роботи викладено в роботах:

106. Обеспечение безопасности скоростного движения поездов бортовыми диагностическими станциями / И. Д. Борзилов, В. М. Петухов // Труды VIII Научно–практической конференции "Безопасность движения поездов" (Москва, 2007 г.). – М.: МИИТ, 2007. – С. II.1.

107. Усовершенствование технологии контроля буксовых узлов на ходу поезда / Петухов В. М. // Городской электротранспорт, электроснабжение

и освещение городов: Программа и тезисы докладов. XXXIV научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства (Харьков, 2008 г.). Ч. 2. – Харьков: ХНАГХ, 2008. – С. 46 – 48.

108. Повышение точности и достоверности контроля буксовых узлов с помощью бортовых буксовых диагностических станций / Петухов В. М. // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы 69 Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 2009г.) – Днепропетровск: ДИИТ, 2009. – С. 45.

109. Система контролю букс бортовими діагностувальними станціями / В. М. Петухов // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 2009 р). Ч. 1. – Харків: НТУ «ХП», 2009. – С. 217.

110. Система мониторинга и прогнозирования технического состояния буксового узла в эксплуатации / Петухов В.М. // Труды X Научно-практической конференции "Безопасность движения поездов" (Москва, 2009 г.). – М.: МИИТ, 2009. – С. VII.23.

111. Обеспечение безопасности скоростного движения поездов бортовыми диагностическими станциями / И. Д. Борзилов, В. М. Петухов // Труды VIII Научно-практической конференции "Безопасность движения поездов" (Москва, 2007 г.). – М.: МИИТ, 2007. – С. II.1.

112. Пат. 87333Україна, МПК В61К 9/00 Пристрій для моніторингу температури букс залізничних вагонів. Патент на винахід / Борзилов І. Д., Петухов В. М., Ходаківський А. М., Михалків С. В.; заявник і патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту. – № а 200704308; заявл.19.04.07; опубл. 10.07.09, Бюл. № 13.

