

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

На правах рукопису

Мокроусов Сергій Дмитрович

УДК 629.4.027.5.001.76

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ
КОЛІСНИХ ПАР ЛОКОМОТИВІВ**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття наукового степеню
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Басов Геннадій Григорійович
кандидат технічних наук, доцент

Харків – 2006

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ НАГРІВУ І КОНТРОЛЮ КОЛІСНИХ ПАР ЛОКОМОТИВІВ	9
1.1 Аналіз надійності колісних пар локомотивів в експлуатації	9
1.2 Технологія формування колісних пар локомотивів	24
1.3 Пристрої для нагріву бандажів колісних пар локомотивів	27
1.3.1 Індукційні печі	29
1.3.2 Елементи конструкції каналъних печей та особливості їх роботи	31
1.4. Пристрої контролю температури	37
1.5 Висновки по першому розділу	48
РОЗДІЛ 2 КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ ПО ФОРМУВАННЮ КОЛІСНИХ ПАР ЛОКОМОТИВІВ	50
2.1 Модель нагріву бандажів на інструкційному нагрівачі	51
2.2 Модель розподілу температури в поверхневому шарі бандажа колісної пари	62
2.3 Модель встановлення постійної температури бандажу по його товщині при нагріві	71
2.4 Висновки по другому розділу	74
РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР	76
3.1 Модель охолодження бандажу колісної пари локомотива	76
3.2 Отримання залежностей нагріву та охолодження бандажу колісної пари	80
3.3 Моделювання індукційного нагрівача	84
3.4 Удосконалення технології збірки колісних пар	88
3.5 Розробка контролера для контролю температури бандажів	99
3.6 Висновки по 3 розділу	102
РОЗДІЛ 4 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ФОРМУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР	104

4.1	Модель розрахунку економічного ефекту	105
4.1.1	Оцінка ефективності впровадження нового устаткування при банда жировці колісних пар	105
4.1.2	Модель визначення економічного ефекту від впровадження нових засобів контролю температури в технологію формування колісних пар	111
4.2	Визначення економічного ефекту від впровадження нової технології формування колісних пар локомотивів	115
4.3	Висновки по розділу 4	125
	ВИСНОВКИ	127
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	129
	ДОДАТКИ	146

ВСТУП

Одним із головних показників економічного розвитку держави є стійка робота його транспортної системи. Особливості України визначають в якості основного типу транспорту – залізничний. Це формує особливі вимоги до надійності рухомого складу в цілому. Одним з найважливіших вузлів рухомого складу, від надійності якого залежить безпека руху поїздів, є колісна пара. Вихід із строю колісних пар викликає за собою відмову в експлуатації цілого локомотива, визиває збільшення часу його простою в ремонті, а відповідно простою в неробочому парку. Великий вплив на надійність і довговічність колісних пар має технологія їх формування при виготовленні.

Актуальність теми. В процесі експлуатації на колісних парах тепловозів мають місце ослаблення бандажів, їх проворот, тріщини та інші несправності, які в значній мірі визначаються якістю технології нагріву та контролю колісних пар при формуванні. Так, аналіз роботи колісних пар в експлуатації показав, що є місце їх виходу по причині неякісного формування. Тому задача удосконалення технологічного процесу формування колісних пар при виготовленні є складовою частиною загальної проблеми надійності рухомого складу і ефективності його використання. Особливу актуальність отримують питання, які пов'язані з удосконаленням технологічного процесу напресування бандажів на колісні центри. Це і визначило актуальність та тему дисертаційної роботи.

Актуальність теми також підтверджується постановою Кабінету Міністрів №364 від 4 червня 1994 р. "Про організацію виробництва вагонів дизель - та електропоїздів", в якій були визначені основні завдання промисловості та виділено як головне підприємство ВАТ ХК "Луганськтепловоз". Науково-технічна частина цієї програми була розвинута в Державній програмі "Розвиток рейкового рухомого складу соціального призначення для залізничного транспорту та міського господарства", введеної в дію Постановою Кабінету Міністрів України від 2 червня 1998 р. №769.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана згідно діючих Державних програм і концепцій: «Реформування транспортного комплексу України»; «Реструктуризації на залізничному транспорті України» (від 1998р.); «Розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на 2000-2004р.», затвердженої Кабінетом Міністрів України від 30.12.2000р.

Наукові результати роботи отримані при виконанні наступних науково-дослідних робіт «Розробка типу нового рухомого складу для залізниць України» (ДР 0104U009105), „Вибір оптимальних параметрів

перспективних типів магістральних, маневрових тепловозів та моторвагонного рухомого складу” (ДР 0104U003178, архів № 0204U006105).

Мета і задачі дослідження. Мета представленої дисертаційної роботи полягає у вирішенні наукової задачі підвищення надійності колісних пар за рахунок удосконалення технології їх формування.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні основні задачі:

- провести аналіз існуючих технологій виготовлення та ремонту колісних пар на заводах і в локомотивних депо;
- проаналізувати надійність колісних пар в експлуатації та розробити заходи по її підвищенню;
- виконати аналіз пристроїв для нагрівання та контролю температури бандажів колісних пар;
- розробити моделі нагріву та визначення залежності постійної температури бандажів від їх товщини перед напресуванням;
- розробити модель охолодження бандажів;
- запропонувати заходи по удосконаленню технології формування колісних пар;
- оцінити економічний ефект від впровадження нової технології виготовлення колісних пар.

Об'єкт дослідження – процес формування колісних пар локомотивів при їх виготовленні.

Предмет дослідження – центри та бандажі колісних пар локомотивів

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети в роботі використовувалися фундаментальні методи теоретичної механіки, теорії пружності, теорії ймовірностей і математичної статистики, методів теорії подібності і моделювання, а також електричного тензометрування при виконанні експериментальних досліджень і обробки отриманих результатів, теорії конструкції локомотивів та теорії ремонту локомотивів.

Наукова новизна отриманих результатів.

Наукова новизна отриманих в дисертаційній роботі результатів полягає в наступному:

- вперше розроблені моделі нагріву та охолодження бандажів колісних пар при взаємодії із змінним магнітним полем;
- отримані залежності нагріву та охолодження бандажів в залежності від часу з урахуванням температури навколишнього середовища;

- доведені залежності натягу від діаметра бандажу колісних пар для різних серій локомотивів;
- формалізовано комплекс моделей технології формування колісних пар локомотивів за рахунок впровадження раціонального нагріву бандажів, впровадженню нових засобів контролю температури бандажів та посадки на колісні центри, який став основою для автоматизованої системи контролю при напруженні бандажів на колісні центри;
- отримала подальший розвиток стратегія формування колісних пар з обандаженими колісними центрами;
- отримала подальший розвиток модель визначення економічного ефекту від впровадження нових технологій виготовлення колісних пар.

Практичне значення отриманих результатів. Удосконалено технологію формування колісних пар тепловозів, електровозів, дизель і електропоїздів, яка впроваджена в науково-впроваджувальному центрі «Трансмаш» та ВАТ ХК «Луганськтепловоз».

Розроблені наукові положення про удосконалення технології виготовлення колісних пар використовуються в навчальному процесі Української державної академії залізничного транспорту при вивченні дисциплін «Технологія ремонту локомотивів» а також «Теорія та конструкція локомотивів».

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними актами та матеріалами впровадження.

Особистий внесок здобувача. Усі положення і результати, які виносяться на захист, були отримані автором самостійно. В роботах, опублікованих у співавторстві, дисертанту належить:

- в роботі [1] розробка математичної моделі процесу нагріву бандажів;
- в роботі [2] розробка моделі індукційного нагріву бандажів;
- в роботах [3, 4] аналіз впливу на бандаж колісних пар поперечних коливань та нелінійних сил крипу в експлуатації;
- в роботі [5] розробка методів забезпечення надійності колісних пар в експлуатації.

Апробація результатів дисертації. Основні ідеї, положення та результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на наступних конференціях:

- на 66, 67, 68-й міжнародній конференції кафедр академії і фахівців залізничного транспорту і підприємств, 2004 - 2006 рр. (м. Харків);
- на 14, 15 міжнародній конференції «Проблеми розвитку рейкового транспорту», (Крим, м. Ялта, 2004 р., м. Алушта, 2005);

- на третій науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: Техніка, технологія, економіка і управління» (Україна, м. Київ, 2005 р.).

Повністю дисертаційна робота доповідалася на розширеному засіданні кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу» УкрДАЗТ у 2006р. за участю членів спеціалізованої вченої ради.

Публікації. Основні результати досліджень опубліковані у шести наукових працях. П'ять у статтях в фахових виданнях, тезах доповідей науково-технічної конференції. Одна стаття надрукована без співавторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамович М.М., Стичан И.А. Справочник по специальным функциям. – М.: Физматиздат, 1965. – 850с.
2. Автоматизация ультразвуковой дефектоскопии колесных пар /Железные дороги мира. -№2. 2003. –С.27-32.
3. Альштыггаузен А.П. Применение электронагрева и повышение его эффективности. – М.: Энергоиздат, 1987. – 128с.
4. Анализ методов обеспечения надежности работы пар трения в эксплуатации / Л.А. Губачева, С.Д. Мокроусов, В.П. Щербак, А.С. Михеев // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2004. -№8 (78). –С.43-48.
5. Андреев Г.Я. О критерии мощности прессовых соединений в машиностроении. « Труды ХГИ», Т.V. – Харьков: Изд-ство ХГУ, 1958, -260с.
6. Андреев Г.Я. Тепловая зборка колесных пар. ХГУ, Харьков; 1965, - 223с.
7. Андреев Г.Я., Шатько И.И. Выбор рационального способа нагрева деталей под посадку. "Труды ХГИ", т. IX. Харьков, Изд-во ХГУ, 1961.
8. Ансофф И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1989. – 143с.
9. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники: В. 2т. Т.1: Линейные электрические цепи. –М: Энергия, 1978. – 592с.
10. Балицкий Ф.Я., Иванова М.А., Соколов А.Г. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов. – М.: Наука, 1984. – 129с.
11. Барашков А.С. Никифоров В.В. Плазменное упрочнение гребней колесных пар /Железнодорожный транспорт. -№6. 2000. –С.27.
12. Барбашин Е.А. Функции Ляпунова. – М.: Наука, 1970. – 240с.
13. Бартенева Л.И., Никитин В.Е. Технология комплексного снижения износа гребня колеса и рельса с помощью передвижных рельсосмазывателей // Железные дороги мира, №1. – 2004. – С.62-68
14. Басов Г.Г., Голубенко А.Л., Мищенко К.П. Концепция создания типажа современного моторвагонного подвижного состава для украинских железных дорог // Зб. наук. праць з проблем створення й освоєння виробництва в Україні моторвагонного рухомого складу на базі уніфікованого причіпного вагона. – Луганськ: - СНУ. – 2003. – С. 17-22.
15. Басов Г.Г., Марков М.Л., Бутова І.Г. Можливості підвищення рівня надійності катаних колісних центрів тепловозів, дизель- і електропоїздів // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ. – Вип.63. 2004 . –С.
16. Басов Г.Г., Мокроусов С.Д. К анализу поперечных автоколебаний модели колесной пары. // Вісник Східноукраїнського національного

- університету. 2005. -№ 8 (90). –Ч.1. –С.15-22.
17. Басат Г.И. Индукционный нагрев металлов и его промышленное применение. Изд. «Энергия», 1965, -552с.
 18. Басов Г.Г., Мокроусов С.Д. Учет нелинейных сил крипа в задаче об устойчивости прямолинейного движения колесной пары // Зб.наук.праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2005. –Вип.68. –С.152-161.
 19. Басов Г.Г., Мокроусов С.Д., Шаронова В.Г Математическая модель процесса индукционного нагрева бандажей // Вісник Міжнародного слов'янського університету. –Харків: МСУ, -2004. -№2. -ТомVII. –С. 69-73.
 20. Басов Г.Г., Мокроусов С.Д., Шаронова В.Г Модель индукционного нагрева бандажей колесных пар // Зб.наук.праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2005. –Вип.66. –С.88-92.
 21. Басов Г.Г., Яцько С.І. Розвиток електричного моторвагонного рухомого складу. –Ч.2. –Харків: «Апекс+», 2005. -248с.
 22. Батюшин І.Є. Вдосконалення технології і організації заводського ремонту тепловозів з урахуванням зменшення витрат некапітального характеру: Автореф.дис... канд. техн. наук: 05.22.07 / Укр. держ. академія залізничного тр-ту. – Харків, 2003. – 19 с.
 23. Беляев А.И., Бунин Б.Б. и др. Повышение надежности экипажной части тепловозов. Надежность и качество. – М.: Транспорт, 1984. – 248с.
 24. Беседин И.С. Целевые задачи обеспечения устойчивого взаимодействия в системе колесо рельс // Сборник докладов научно-практической конференции «Современные проблемы взаимодействия подвижного состава и пути», Щербинка, Россия, 2003, с. 11 – 13.
 25. Бидерман В. Л. Прикладная, теория механических колебаний.- М.: Машиностроение, 1972.- 320с.
 26. Бирюков И.В., Савоськин А.Н., Бурчак Г.П. Механическая часть тягового подвижного состава. – М.: Транспорт, 1992. – 440с.
 27. Блохин Е.П., Данович В.Д., Коротенко М.Л. Влияние поперечного зазора в рельсовой колее на износ гребней колесных пар грузовых вагонов в кривых /Железнодорожный транспорт Украины. -№2-3. 1997. –С.9-12.
 28. Богданов В.М. Стратегическая программа обеспечения устойчивого взаимодействия в системе колесо — рельс // Сборник докладов научно-практической конференции «Современные проблемы взаимодействия подвижного состава и пути», Щербинка, Россия, 2003, -С. 14 – 20.
 29. Богданов В.М., Бартенева Л.И. Об износе колес и рельсов // Ж.-д. трансп. – 1999. – № 7. – С.48-50.
 30. Богданов В.М., Захаров С.М. Современные проблемы системы колесо-рельс /Железные дороги мира. -№1. 2004. –С.57-62.
 - 31.

- Богданов В.М., Новосельцева В.И., Ушак В.Н. Износ гребней бандажей электровозов ВЛ60 // Взаимодействие подвижного состава и пути, динамика локомотивов. – Омск: ОмИИТ, Т.128. – Вып.1. 1971. – С.35-38.
32. Богданов В.М., Марков Д.П., Пенькова Г.И. Оптимизация триборотехнических характеристик гребней колес подвижного состава // Вестник ВНИИЖТа, 1998. - №4. – С.3-9.
33. Боднар Б.Е., Гилевич О.И., Очкасов А.Б. Результаты исследования надежности электровоза ДЭ1 // Материалы 10-й научно – технической конф. «Проблемы механики железнодорожного транспорта». -Днепропетровск. - 2000. - С.162-164.
34. Бондаренко П.Н., Мурсаев А.Х., Ромен Ю.С., Сафьянников Н.М. Информационная технология непрерывного контроля железнодорожного транспорта в процессе эксплуатации / Вісник СНУ ім. В. Даля. –Луганськ: СНУ ім. Даля, 2003. -№9(67). Ч.2. –С. 209-212.
35. Боровков А.А. Теория вероятностей. –М.: Наука, 1986. -432 с.
36. Бородулин И.П. Основы теории, расчет и конструирование локомотивов –М.: Машиностроение. 1976. -544с.
37. Босов А.А., Боднар Б.Є., Боднар Є.Б., Моделювання технологій ремонту технічних об'єктів. Вісник. / Національного транспортного університету та Транспортної академії України. – К., 2002. – Вип. 6. – С. 10 – 14.
38. Босов А.А., Капица М.И., Мухина Н.А. Учет технологии ремонта при построении системы содержания локомотивов / Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Труды IV научно-технической конференции. –М.: МИИТ, 2001. –IX -6-8С.
39. Буйносов А.П., Калмыков А.А., Елфимов В.И., Наговицын В.С. Бесконтактное измерение бандажей / Железнодорожный транспорт -№11. 1998. –С.34-35.
40. Буйносов А.П., Кузьмин К.А. Обработка бандажей составом НИОД / Локомотив. 1996. - №3. – С.25-26.
41. Венедиктов А.З. Бесконтактный контроль параметров колесных пар // Железные дороги мира. 2004. – №10. – С.61-65.
42. Вербицкий В.Г., Садков М.Я. Приближенный анализ автоколебательской системы // Доповіді МАН України. – 2001. – №10. – С.48-52.
43. Вериго М.Ф. Анализ методов математического моделирования динамических процессов в исследованиях интенсивности развития бокового износа рельсов и гребней колес // Вестник ВНИИЖТ. – 1997. – № 6. – С.24-32.
44. Вериго М.Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава в кривых малого радиуса и борьба с боковым износом рельсов и гребней

- колес // Бюллетень ОСЖД. – 1998. – № 4. – С.10-14.
45. Вериго М.Ф. О взаимодействии пути и подвижного состава // Ж.-д. трансп. – 2001. – № 5. – С.71-74.
 46. ВНД 32.0.07.001-2001 "Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм". Київ, 2001. – 24с.
 47. Воинов К.Н. Прогнозирование надежности механических систем. - Л.: Машиностроение, 1978. - 208с.
 48. Волков И.К., Канатників А.Н. «Интегральные преобразования и операционное исчисление». – М.: изд-ство МГТУ, им. Н.Э. Баумана, 2002. -224с.
 49. Гаврилюк М.Р., Чукмарев А.С., Васильков О.А. Повышение эффективности смазочных материалов // Эффект безызносности и триботехнологии. 1994, № 1. -С. 40-42.
 50. Галамбош Я. Асимптотическая теория экстремальных порядковых статистик. - М.: Наука, 1984. - 304с.
 51. Гаркунов Д.Н., Польцер Г. Анализ изнашивания и избирательный перенос при трении // Эффект безызносности и триботехнологии. 1992, -№ 1. -С. 9-11.
 52. Гартог Д.П. Механические колебания.- М.: Физматгиз, 1960.- 579с.
 53. Генкин М.Д., Яблонский В.В. Поток энергии колебаний как критерий виброактивности механизма.- М.: Машиностроение, 1965, - 156с.
 54. Герцбах И.Б., Кордонский Х.Б. Модели отказов. - М.: Сов.радио, 1966. - 166 с.
 55. Гершман С.Г., Дубровский Н.Г. Спектрально-корреляционный анализ вибраций подшипников качения // Борьба с шумом и вибрациями. - М.: Госстройиздат, 1966. - С. 83-89.
 56. Глуценко А.Д., Тульчинская Н.Н. Аналитические исследования по изучению колебаний и силового нагружения масс колесно-моторного блока тепловозов / Труды ТашИИТ, -Вып.108, 1974. – С. 91-105.
 57. Головатый А.Т., Исаев И.П., Борцов П.И. и др. Электроподвижной состав. Эксплуатация, надежность и ремонт. – М.: Транспорт, 1983. – 350с.
 58. Гольдштейн Г.Я. Основы менеджмента. -Таганрог: ТРТУ, 1995. - 352с.
 59. Горбенко А.П., Крючков В.Я. Восстановление профиля катания колес подвижного состава /Железнодорожный транспорт Украины. -№2-3. 1997. –С.13-14.
 60. Горский А.В., Воробьев А.А., Агапов М.М. Оценка показателей непараметрической надежности электроподвижного состава // Вестник ВНИИЖТ. - 1991. - №5. - С. 21-24.
 61. Горский А.В., Воробьев А.А., Калиниченко В.Ю. Как повысить ресурс бандажей колес // Электрическая и тепловозная тяга. - №6. -

1994. - С.35.
62. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. – М.: Физматиздат, 1963. – 1100с.
 63. Грибанов Ю.И., Мальков В.И. Спектральный анализ случайных процессов. - М.: Энергия, 1974. - 237с.
 64. Григоренко В.Г., Доронин В.И. Боковой износ рельсов и гребней колесных пар подвижного состава в кривых // Труды ХабИИЖТ. – Хабаровск: ХабИИЖТ, 1991. – 143 с.
 65. Гузлов И.Г., Моисеева Л.А. Особенности производства цельнокатных колес, бандажей и осей. Соответствие уровня их качества условиям эксплуатации /Железнодорожный транспорт Украины. -№2-3. 1997. –С.20-21.
 66. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений. - М.: Мир, 1965. - 236с.
 67. Дайер Д., Стюарт Я. Обнаружение повреждений подшипника качения путем статистического анализа вибраций // Тр. амер. о-ва инж.-мех. - Конструирование и технология машиностроения. -1978. Т.100. - №2. - С.23-31.
 68. Далека В.Ф., Зубенко Д.Ю. Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта подвижного состава городского электрического транспорта // Тезисы ХХІХ научно-технической конференции ХГАГХ. – Харьков: – ХГАГХ. – 1998. – С.8.
 69. Далека В.Х., Зубенко Д.Ю. Исследование динамики износа зубчатых тяговых передач электроподвижного состава // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2004. - №4(10). – С. 19-21.
 70. Демин Ю.В. Ходовые части грузовых вагонов и безопасность движения поездов // Залізничний транспорт України. – 1998.– № 2-3 – С.13-16
 71. Демин Ю.В., Ивченко В.А. Требования к скоростной тележке для грузовых вагонов нового поколения // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – Луганськ: – 2003. – С.23-28.
 72. Диткин В.А., Прудников А.П. Операционные исчисления. – М.: Высшая школа. 1966. – 406с.
 73. Дорошенко И.В., Владимиров С.И. Некоторые проблемы автоматизации проектирования индукционных нагревателей и пути их решения // Материалы конференции "Современные проблемы радиоэлектротехники". –М.: 2005. -С.28-29
 74. Донченко А.В. Тенденції розвитку ходових частин рухомого складу //Залізничний транспорт України. – 2002. – № 6. – С.41-43.
 75. Дьомін Ю.В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення). – К.: «Юнікон-Прес», 2001. – 342с.
 - 76.

- Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. – М.: Изд. МГГУ, 2003. – 495с.
77. Защитные покрытия колесных пар // Железные дороги мира. 2003. – №9. – С.45-49.
 78. Зміна №1 до ВНД 32.0.07.001-2001 "Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм". Київ, 2004. – 24с.
 79. Зобнин Н.П. Обработка и запресовка колесных пар. М.: Трансжелдориздат, 1964, - 300с.
 80. Иващенко П.А. Влияние перспективных технологий и качество изготовления на срок службы колесных пар. –Локомотив, 1998. -№4 . –С.1-4.
 81. Иноземцев В.Г., Иванов В.В., Грек В.И. О надежности соединения бандажа с колесным центром. – Вестник ВНИИЖТа, 1986, - №8, - С. 29-33.
 82. Инструкция по формированию ремонту и обслуживанию колесных пар. / - №ЦТ/329. – М.: Транспорт, 1998. – 76с.
 83. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж-д. трансп. / Э.К. Лецкий, В.И. Панкратов, В.В. Яковлев и др.: Под ред. Э.К. Лецкого. –М.: УМК МПС России, 2001 . -668 с.
 84. Исследование передач тепловозов. - М., 1964. -107с.
 85. Канарчук В.Є., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин. –К.: Либідь, 2003. – 424 с.
 86. Капран Н.Н., Носырев Д.А., Павлович Е.С., Просвиров Ю.Е. Организация технического диагностирования локомотивов: Учебное пособие. –Куйбышев, КИИТ, 1989. -58с.
 87. Кириллов Ю.Г., Гибалов А.И. Анализ экономической эффективности и технического уровня проектного локомотива. / - Ворошиловград: - ВМСН, 1989. – 40с.
 88. Комплексная программа реорганизации и развития отечественного локомотиво- и вагоностроения, организации ремонта и эксплуатации пассажирского и грузового подвижного состава. Подпрограмма Моторвагонный подвижной состав –М.: МПС РФ, 2000. – 135с.
 89. Корнухин М.Г., Любинецкий Я.Г., Майданчик Е.И. Жизненный цикл и эффективность машин. М.: Машиностроение, 1989. -351с.
 90. Корсаков М.Н. Экономика предприятия. Таганрог: ТРТУ, 1995. - 180с.
 91. Косьяненко В.М. Лубликации - да, износу - нет /Железнодорожный транспорт Украины. -№2-3. 1997. –С.28-30.
 92. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Рівняння в частинних похідних математичної фізики. - М.: Вища школа, 1970. – 708с.
 93. Крапивный В.А. Программа снижения износа рельсов и колесных пар /Железнодорожный транспорт. -№11. 1998. –С.30-33.

94. Кручек В.А., Курилкин Д.Н. Сравнение технико -экономических показателей тяговых приводов колёсных пар локомотивов./ Межвуз. сб. научн. трудов Совершенствовались конструкции локомотивов и систем их обслуживания. - Санкт-Петербург: ПТУПС, 2004. -С. 194-199.
95. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. -2-е изд., перераб. и доп. –М.: Издательство стандартов, 1989. -244с.
96. Кугель Р.В., Иванов Б.А. Оценка равнопрочности агрегатов в машине // Надежность и контроль качества. - №11. – 1973. – С.34-37
97. Кудрявцев В.Н., Егоров В.И., Ким С.Н. Прочность и надежность механического привода. – Л.: Машиностроение, 1977. – 239с.
98. Курасов Д.А., Эльперин В.И. Справочник технолога по ремонту электроподвижного состава железнодорожного транспорта. – К.:Техника, 1990.-192с.
99. Лазарян В.А., Длугач Л.А., Коротенко М.Л. Устойчивость движения рельсовых экипажей. – К.: Наук. думка, 1972. – 198 с.
100. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: В10т. -Т.8: Электродинамика сплошных сред. - М.: Наука, 1992. – 664с.
101. Лашко А.Д., Петров С.В., Сааков А.Г. Плазменное поверхностное упрочнение колесных пар /Железнодорожный транспорт Украины. - №2-3. 1997. –С.22-25.
102. Лашко А.Д., Савчук О.М. К вопросу о стратегии Укрзализныци по решению проблемы устранения сверхнормативных износов пары «колесо-рельс» /Железнодорожный транспорт Украины. -№2-3. 1997. –С.2-4.
103. Литовских А.М. Финансовый менеджмент. -Таганрог: ТРТУ, 1999. - 228с.
104. Лунц Г.Л., Эльсгольц Л.Э. Функции комплексного переменного. – М.: Физматгиз, 1958. – 405с.
105. Майба И.А. Повышение эксплуатационной эффективности фрикционных систем железнодорожного подвижного состава. - Ростов-на-Дону, 1999. -306с.
106. Малоземов Н.А. Организация и планирование тепловозоремонтного производства. - М.: Транспорт, 1986. - 267с.
107. Математический энциклопедический словарь. / Гл. ред. Ю.В. Прохоров. – М.: Сов. Энциклопедия, 1988. – 848с.
108. Медель В.Б. Подвижной состав электрических железных дорог. Конструкция и динамика. – М.: Транспорт, 1974. – 232с.
109. Мирский Г.Я. Аппаратное определение характеристик случайных процессов. - М.: -Л.: Энергия, 1967. - 432 с.
110. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. - М.: Наука, 1971. -576с.
111. Мокроусов С.Д. Повышение надежности колесных пар локомотивов // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка,

- технологія, економіка та управління. Тези доповідей третьої науково-практичної конференції. Серія «Техніка, технологія». –Київ: КУЕТТ, 2005. –С.36-37.
- 112 Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. .
Справочник. - М.: Машиностроение, 1989. - 480 с.
- 113 Мороз Б.А., Марютин К.А., Балановский А.Е. Комплексная система .
ресурсосбережения колес и рельсов / Локомотив. 1999. - №7. – С.19-21.
- 114 Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. Пер .
. с нем. –М.: Мир, 1990. –208с.
- 115 Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10т. –М.:
. Машиностроение, 1988. –316с.
- 116 Непомнящий Е.Г. Экономика и управление предприятием. -
. Таганрог: ТРТУ, 1997. -146с.
- 117 Нестеров Д.К., Левченко Н.Ф., Разинькова Н.Н., Пасько В.С.,
. Пыхтин Я.М. О природе дефектов макроструктуры рельсов, прокатанных из нерерывнолитых заготовок // Залізничний транспорт України. №2-3, 1997. –с.18-19.
- 118 Никифоров Б.Д. Причины и способы предупреждения износа .
гребней колесных пар / Железнодорожный транспорт. -№10. 1995. –С.36-40.
- 119 Новые разработки для подвижного состава /Железные дороги мира.
. -№3. 1998. –С.32-36.
- 120 Омаров А.М. Экономика производственного объединения (.
предприятия). М.: Экономика, 1985.
- 121 Оптимизация триботехнических характеристик гребней колес .
подвижного состава /Вестник ВНИИЖТ. -№4. 1998. –С.3-9.
- 122 Организация, планирование и управление предприятием .
машиностроения. М.: Высшая школа, 1979.
- 123 Организация, планирование и управление предприятием .
радиоэлектронной аппаратуры / Под ред. И.Е.Куксина и С.В. Моисеева. М.: Машиностроение, 1979.
- 124 Организация, планирование и управление предприятиями .
электронной промышленности / Под ред. Стуколова. М.: Высшая школа, 1976.
- 125 Осипов Г.Л., Зверев М.В. Резервы сбережения колесных пар / .
Локомотив. 1998. - №5–С.32-34.
- 126 Осяев А.Т., Семяшова Е.О., Шулешко С.А. Система контроля .
технического состояния колесных пар / Железнодорожный транспорт. 2000. - №3. – С.38-39.
- 127 Оценка экономической эффективности инвестиций в мероприятиях .
научно-технического прогресса: Учебно-методическое пособие/ Е.И . Балака, И.Г.Бойко и др.; Под ред. В.Л. Диканя -Харьков: Основа, 1995. –254с.

- 128 Панин В.Е., Клименов В.А., Ковалевская П.В., Уваркин П.В., Толстов В.П., Степанов И.В. Повышение износостойкости бандажей колесных пар локомотивов модификацией поверхности ультразвуком // Научно-практическая конференция «Колесо-рельс 2003». – С.33-36.
- 129 Паристый И.Л., Троицкий А.А., Исакаев Э.Х. Плазменное упрочнение колесных пар // Локомотив. 1996. - №10. – С.32-33.
- 130 Пахомов Э.А. Механическое оборудование тепловозов. – М.: Транспорт, 1988. - 285с.
- 131 Перспективные материалы для изготовления колес // Железные дороги мира, №5. – 2002. – С.39-41.
- 132 Плоткин В.С., Кузьмич Л.Д., Самохин Е.Н. О “сверхизносе” колес и рельсов // Ж.-д. трансп. – 1997. – №8. – С.51-54.
- 133 Повышение износостойкости бандажей колесных пар локомотивов модификацией поверхности ультразвуком / В.Е. Панин, В.А. Клименов, П.В. Ковалевская, П.В. Уваркин и др. / Научно-практ. Конф. «Колесо-рельс 2003». – М.: ВНИИЖТ, 2003. – С.33-36.
- 134 Повышение эксплуатационных качеств колесных пар подвижного состава железных дорог за счет создания производства с перспективной технологией / Научно-практ. Конф. «Колесо-рельс 2003». – М.: ВНИИЖТ, 2003. – С.40-43.
- 135 Продление срока службы рельсов и колес // Железные дороги мира, №9. – 2000. – С.48-49.
- 136 Раскин С.Е., Слухоцкий А.Е. Индукторы для индукционного нагрева. Изд. «Энергия», 1974.
- 137 Разумов И.М. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения. -М.: Машиностроение, 1982. -240с.
- 138 Розвиток рейкового рухомого складу соціального призначення для залізничного транспорту та міського господарства: Державна програма, введена в дію Постановою Кабінету Міністрів України від 2 червня 1998 р. №769. –Київ, 1998. – 98 с.
- 139 Романовский П.И. Ряды Фурье, теория поля, преобразования Лапласа. – М.: Изд-ство «Наука», 1964. - 305с.
- 140 Сашко А.А., Трусков А.А. Смазка колесных пар и рельсов //Локомотив. 1996. - №10. с. 30-31.
- 141 Сборник типовых технически обоснованных норм времени на слесарные и обтирочные работы при текущем ремонте тепловозов ТЭ1, ТЭ2 в тепловозных депо. – М.: 1959. – 257с.
- 142 Сергиенко Н.И., Гетьман Г.К. Некоторые пути снижения сверхнормативного износа колес тягового подвижного состава / Железнодорожный транспорт Украины. -№2-3. 1997. –С.15-17.
- 143 Системологія на транспорті: Підручник: у 5 кн. / За заг. ред. М.Ф. Дмитриченка. – К.: Знання України, 2005. – Кн. I: Основи теорії систем і управління / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін. – 344с.

- 144 Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. - М.: Наука, 1969. -511 с.
- 145 Совершенствование колес подвижного состава // Железные дороги мира, №4. – 2004. – С.31-35.
- 146 Срок службы железнодорожных колес /Железные дороги мира. -№7 . 2003. –С.47-51.
- 147 Степанов М.Н. Статистическая обработка результатов механических испытаний. - М.: Машиностроение, 1972. - 232 с.
- 148 Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. – Минск: Дизайн ПРО, 1997. 640с.
- 149 Тартаковский И.Б. Корреляционные уравнения износа /Вестник машиностроения. -№2. 1968. –С.8-11.
- 150 Тартаковский И.Б. Прогнозирование износа железнодорожных колес // Вестник машиностроения. - №2. – 1966. – С.16-19.
- 151 Тартаковский И.Б. Прогнозирование износа железнодорожных колес –С.16-19.
- 152 Тартаковский Э.Д. Качество ремонта и надежность тепловозов. - М.: Транспорт, 1973. - 134с.
- 153 Тартаковский Э.Д. Маршрутная технология технического обслуживания локомотивов с применением диагностики. // Тр. МИИТ. - 1982. - Вып.703. - С.30-33.
- 154 Тетенбаум М.М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин при абразивном изнашивании. – М.: Машиностроение, 1966. – 330с.
- 155 Техническое обслуживание и ремонт колесных пар /Железные дороги мира. -№ 9. 2002. –С.48-49.
- 156 Типовые нормы времени на ремонт колесных пар и подшипников качения тягового подвижного состава. – М.: «Транспорт», 1988. – 56с.
- 157 Тихонов А.Н., Самарский А.А. Рівняння математичної фізики. -М.; наука, 1966. -724с.
- 158 Трусков А.А., Сашко А.А. Смазка колесных пар и рельсов. // Локомотив. 2001. - №6. – С.30-31.
- 159 Узлов Г.И., Моисеев Л.А. Особенности производства цельнокатаных колес, бандажей и осей. Соответствие уровня их качества условиям эксплуатации // Залізничний транспорт України. 1997. – №2-3. – С.20-21.
- 160 Узлов И.Г., Бабаченко А.И., Умеренкова Н.А., Моисеева Л.А. Пути повышения надежности цельнокатных железнодорожных колес /Железнодорожный транспорт Украины. -№2-3. 1997. –С.5-8.
- 161 Узлов И.Г., Подольский С.Е., Перков О.Н. Материаловедческие аспекты проблемы ресурса колес /Железнодорожный транспорт Украины. -№2-3. 1997. –С.26-27.

- 162 Ученые против износа колесных пар и рельсов / Железнодорожный транспорт Украины. 1996. – №8. – С.37-38.
- 163 Федюшин Ю.М., Букін В.І., Пашенко Ю.Є. Реструктуризація, оновлення і розміщення виробничого апарату залізниць України. – К.: «Юнікон-Прес», 2002. – 397 с.
- 164 Францев А.Н., Матвеев В.Н. О механизме износа узлов вагона / Железнодорожный транспорт. -№10. 1995. –С.44-45.
- 165 Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями. - М.: Изд-во иностр. лит., 1956. - 664с.
- 166 Харрис У., Захаров С., Ландгрэн Д., Турне Х., Эберсон В. Обобщение передового опыта тяжеловесного движения: вопросы взаимодействия колеса и рельса // Перевод с англ. М.: Интекст, 2002 . 416 с.
- 167 Хрущов М.М., Бабичев М.А. Исследование изнашивания металлов. – М.: Изд.АН СССР, 1960. – 350с.
- 168 Черкашин Ю.М. Использование результатов фундаментальных и прикладных исследований проблем взаимодействия подвижного состава и пути при решении задачи предотвращения сходов колеса и рельса / Сборник докладов научно-практической конференции «Современные проблемы взаимодействия подвижного состава и пути», Щербинка, Россия, 2003, -С. 21 – 29.
- 169 Черный В.С., Богданов В.М., Шаповалов В.В. Комплексная технология рельсосмазывания /Железнодорожный транспорт. -№5. 1999. –С.27-28.
- 170 Четвергов В.А., Пузанков А.Д. Надежность локомотивов. – М.: Маршрут, 2003. – 415с.
- 171 Шур Е.А. К вопросу об оптимальном соотношении твердости рельсов и колес // Сборник докладов научно-практической конференции «Современные проблемы взаимодействия подвижного состава и пути», Щербинка, Россия, 2003. -С. 87 – 93.
- 172 Явлинский К.Н.. Явлинский А.К. Вибродиагностика и прогнозирование качества механических систем - Л.: Машиностроение., 1983. -239 с.
- 173 Янг С., Эллисон А. Измерение шума машин. - М.: Энергоатомиздат, 1988. -143с.
- 174 Bartz W. Schmierstoffeinfluss bei Schaden an Maschinenelementen.// Techn. Akad. Wuppertal. Aer. – 1992. - №9. 3-20.
- 175 Guidelines to Best Practices for Heavy Haul Railway Operations: Wheel and Rail Interface Issues / W. Harris, W. Ebersöhn, J. Lundgren, H. Tournay, S. Zakharov // International Heavy Haul Association, 2808 Forest Hills Court, Virginia Beach, USA, 481 p.
- 176 J.-C. Fortmann et al. Revue Generale des Chemins de Fer, 2002, - №5. –p.17-23.
- 177 Ph. Cassidy, International Railway Journal, 2001, - №12. –p.40-41.

178 R. Sawley, R. Reiff. Railway Age, 1999, - №6. -p.44-49.

.