

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна



МАНКЕВИЧ МИКОЛА БОРИСОВИЧ

УДК 629.4.027.23

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ
ДВОВІСНИХ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України на кафедрі «Вагони та вагонне господарство».

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
МЯМЛІН СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, проректор з наукової роботи, завідувач кафедри «вагони та вагонне господарство»

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Кельріх Мусій Борисович,
Державний економіко-технологічний університет транспорту,
завідувач кафедри вагонів

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
Науменко Надія Юхимівна,
Інститут технічної механіки
Національної академії наук України та
Національного космічного агентства
України, завідувача відділом
динамічних багатовимірних механічних систем

Захист відбудеться «16 » жовтня 2015 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.02 при Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: вул. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ, 49010.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України, за адресою: вул. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ, 49010.

Автореферат розісланий 08 вересня 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої
ради д-р. техн. наук, професор



І. В. Жуковицький

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Несправність ходових частин вантажного рухомого складу залізниць призводить до зниження безпеки руху і є найбільш поширеною причиною відчепів вантажних вагонів, наслідком яких є тривалі простой і трудомісткі ремонти. Вдосконалення старих, створення нових конструкцій ходових частин вантажного рухомого складу залізниць є одним з основних завдань профільних наукових, конструкторських і виробничих підприємств країн СНД. Основними завданнями дослідно-конструкторських робіт за цим напрямком є підвищення рівня безпеки руху поїздів у різних режимах завантаження і діапазонах швидкостей, зниження витрат на технічне обслуговування рухомого складу та колійного господарства, збільшення міжремонтного пробігу вагонів. Сьогодні, більшість вантажного рухомого складу країн СНД експлуатується на візках моделі 18-100. Багаторічний досвід експлуатації цього візка й численні випробування, виконані проектними та дослідними організаціями, крім його переваг даного візка, виявили ряд суттєвих недоліків як у конструкції, так і в надійності литих деталей. Протягом останніх десятиліть візок моделі 18-100 піддавався численним модернізаціям, проте досвід експлуатації показує, що його конструкція не повною мірою відповідає сучасним вимогам щодо надійності й динамічних якостей, які висуваються до ходових частин. Одним із напрямків поліпшення техніко-економічних параметрів ходових частин вантажних вагонів є удосконалення конструкції їх литих деталей, спрямовані на підвищення їх довговічності, динамічних якостей і осьового навантаження. Тому тема цієї дисертаційної роботи, що спрямована на створення візка з поліпшеними характеристиками міцності шляхом удосконалення конструкцій його литих деталей, є актуальною і вчасною для залізничного транспорту України та країн СНД у цілому.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямків розвитку, що визначені в Постанові Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 про реформування залізничної галузі та Стратегії розвитку залізничного транспорту до 2020 року, а також відповідає напрямкам досліджень та розробок, що проводяться на кафедрі «Вагони та вагонне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. За темою дисертації виконані такі науково-дослідні роботи: № держреєстрації 0107U001829 «Розрахунок параметрів перспективного візка для вантажного вагона моделі 18-1711», № держреєстрації 0106U005705 «Удосконалення параметрів ресорного підвішування візків вантажних вагонів», № держреєстрації 0111U007618 «Експериментальні порівняльні дослідження впливу на колію 1520 мм та стрілочні переводи дослідних зразків візків моделі 18-1711 з навантаженням на вісь 25 тс та візків моделі 18-1750.0 з навантаженням на вісь 23,5 тс виробництва ЗАТ «АзовЕлектроСталь» в складі

вагонів-цистерн моделі 15-1547-03, виготовлених ВАТ «Азовзагальмаш», за якими автор є виконавцем та автором звітів.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є поліпшення техніко-економічних характеристик візків вантажних вагонів за рахунок вдосконалення конструкції литих деталей та їх уніфікації з конструкцією візків попереднього покоління.

Для реалізації поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- проаналізувати наукові публікації, присвячені теоретичним і експериментальним дослідженням міцності й динамічних якостей візків;
- виконати аналіз існуючих конструкцій візків вантажних вагонів і їх окремих елементів;
- запропонувати конструкцію надресорної балки й бічної рами нової конструкції з покращеними міцнісними характеристиками;
- виконати теоретичні та експериментальні дослідження міцнісних якостей запропонованих конструкцій литих деталей візка вантажного вагона;
- розробити математичну модель просторових коливань вантажних вагонів для вивчення їх динамічних якостей на візках із збільшеним осьовим навантаженням;
- визначити вихідні параметри для проведення теоретичних досліджень динамічної навантаженості вантажних вагонів;
- виконати теоретичні дослідження динамічних характеристик вантажних вагонів різних типів на візках нової конструкції;
- провести експериментальні дослідження динамічної навантаженості елементів візка в реальних умовах експлуатації;
- виконати техніко-економічне обґрунтування розроблених технічних рішень з удосконалення литих деталей візка вантажних вагонів.

Об'єкт дослідження – процес динамічного навантаження візків вантажних вагонів.

Предмет дослідження – конструкція литих деталей візків вантажних вагонів з поліпшеними міцнісними характеристиками.

Методи дослідження. У теоретичних дослідженнях використовується теорія диференціальних та інтегральних рівнянь, а також методи числового інтегрування. При проектуванні конструкції і її елементів застосовувались методи автоматизованого проектування, а при виконанні розрахунків на міцність – метод скінченних елементів. Обробка результатів експериментальних досліджень виконувалася за допомогою методів теорії ймовірностей та математичної статистики.

Достовірність та обґрунтованість результатів дисертаційної роботи зумовлені коректною математичною постановкою завдань, використанням сучасних методів математичного моделювання, обробки результатів досліджень, а також узгодженістю отриманих результатів теоретичних досліджень з експериментальними даними випробувань натурних зразків.

Наукова новизна одержаних результатів:

– вперше отримано науково обґрунтовані результати з оцінки міцнісних якостей литих деталей візків вантажних вагонів залежно від їх конструктивно-го виконання з урахуванням особливостей пружно-дисипативної взаємодії між елементами візків;

– удосконалено математичну модель просторових коливань вантажного чотиривісного вагона в частині урахування особливостей конструкції клинових гасників коливань, що дозволяє підвищити достовірність результатів моделювання;

– удосконалено просторові розрахункові та скінченно-елементні моделі для визначення характеристик міцності бокової рами й надресорної балки для двовісних візків вантажних вагонів, які дозволяють підвищити достовірність визначення локального напружено-деформованого стану в небезпечних зонах литих деталей за рахунок уточнення схем навантаження деталей, що враховують сили тертя між опорними вузлами бічної рами й надресорної балки, а також побудови точних розрахункових моделей, з урахуванням мінусових допусків креслярських розмірів з подальшим раціональним розбиттям отриманих моделей на скінченні елементи залежно від особливостей конструкції вузлів литих деталей;

– удосконалено залежності силових характеристик центрального ресорного підвішування не тільки жорсткісних параметрів ресорного підвішування, а й коефіцієнта відносного тертя клинових гасників коливань і зміни силових характеристик пружинного комплекту залежно від завантаження вагона, що на відміну від існуючих, дозволяє значно покращити технічні характеристики вантажних вагонів.

Практичне значення отриманих результатів. Наукові результати, отримані в ході виконання дисертаційної роботи, знайшли своє відображення при проектуванні, організації виробництва та виготовленні візка вантажних вагонів моделі 18-1711 з осьовим навантаженням 25 тс та візка моделі 18-1825 з осьовим навантаженням 23,5 тс з покращеними порівняно з візком моделі 18-100 технічними параметрами, а також підвищенні надійності конструкції в моделі 18-1750 ПАТ «Азовмаш» (м. Маріуполь).

Результати досліджень та конструкторські розробки, отримані в ході підготовки дисертаційної роботи, впроваджені в Головному спеціалізованому конструкторському бюро вагонобудування ім. В. М. Бубнова (ТОВ «ГСКБВ ім. В. М. Бубнова») та ПАТ «Азовмаш» (акт впровадження № 939-1037 від 10.12.13), а також у навчальному процесі на кафедрі «Вагони та вагонне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (акт впровадження № 13-02/2236-21/3 від 05.12.13).

Особистий внесок здобувача. Основні положення й результати, наведені в роботі, автором отримані самостійно. Особистий внесок здобувача полягає в плануванні та проведенні теоретичних і експериментальних досліджень, аналізі отриманих результатів, розробці наукових положень і висновків. Автором виконано порівняльний аналіз існуючих конструкцій литих деталей двовісних

візків вантажних вагонів. Удосконалено математичні моделі для дослідження напружено-деформованого стану литих деталей візків і динамічних показників чотирирівісних вантажних вагонів. Створені скінченно-елементні моделі для дослідження напружено-деформованого стану литих деталей візка.

У роботах, виконаних у співавторстві, внесок автора такий:

У роботах [1, 2, 7, 8] виконано огляд і аналіз ефективності конструктивних рішень щодо посилення бічної рами двовісного візка вантажних вагонів. Запропоновано свій варіант посилення конструкції бічної рами й надресорної балки двовісного візка вантажних вагонів, виконана оцінка їх напружено-деформованого стану. У роботі [3] проведена оцінка динамічної навантаженості кузовів вагонів на візках із збільшеним осьовим навантаженням. У роботах [4, 15] автором виконана оцінка показників впливу на колію вагонів на візках із збільшеним осьовим навантаженням і з різною конструкцією клинової системи ресорного підвішування. У роботах [5, 6, 13, 17] автором виконана оцінка динамічних характеристик вагонів на візках із збільшеним осьовим навантаженням. У роботах [9, 14] виконано економічне обґрунтування робіт, спрямованих на удосконалення литих деталей двовісних візків вантажних вагонів, а так само визначено економічний ефект від впровадження у виробництво уніфікованої бічної рами. У роботі [10] виконан огляд існуючих конструкцій двовісних візків і класифікація основних напрямків робіт з поліпшення їх динамічних і міцнісних характеристик. У роботах [11, 12] проаналізовано характеристики міцності литих деталей візка із збільшеним осьовим навантаженням за результатами статичних випробувань на міцність і втомних випробувань. У роботі [16] виконано обґрунтування технічних рішень у конструкції візка вантажних вагонів із збільшеним осьовим навантаженням. У роботі [18] автором поліпшена математична модель просторових коливань вантажного вагона на візках із збільшеним осьовим навантаженням, білінійним ресорним підвішуванням, яка враховує особливість конструкції клина гасників коливань з пласкою та просторовою формою поверхонь тертя.

Апробація результатів дисертації. Основні ідеї, положення та результати дисертаційної роботи представлено та обговорено на конференціях: VII і VIII Международных научно-технических конференциях «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты» (Росія, м. Санкт-Петербург, 2011 г., 2013 г.), V Міжнародній науково-практичній конференції «Електрифікація залізничного транспорту. Транселектро – 2011» (м. Дніпропетровськ, 19 – 21 грудня 2011 г.), 72-й і 73-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 2012 г., 2013 г.), XII Міжнародній конференції «Проблеми механіки залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 2012 г.), 8th International Scientific Conference «Transbaltica – 2013» (Литва, м. Вільнюс, 2013 г.), IV Международной партнерской конференции «Современный подвижной состав: приоритеты, инновации, перспективы» (м. Ялта, 2013 г.), 99th International Conference «Railway bogies and running gears» (Угорщина, м. Будапешт, 9 – 12 вересня 2013), IV Науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Інноваційні технології на залізничному

транспорті» (м. Донецьк, 19 – 21 вересня 2013 г.), науково-технічних радах ТОВ «ГСКБВ ім. В. М. Бубнова», науково-технічних радах кафедри «Вагони та вагонне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ). У повному обсязі дисертація доповідалася на міжкафедральному семінарі (ДНУЗТ) 29 січня 2015 р.

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 18 наукових праць, з яких: 7 статей у спеціалізованих фахових виданнях, у тому числі 1 за кордоном, 2 у виданнях, що входять до наукометричних баз даних, 11 тез доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях.

Структура та обсяг роботи.

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний текст дисертації викладено на 134 сторінках, крім того, 6 таблиць на 6 сторінках, 30 рисунків на 27 сторінках. Список використаних джерел на 31 сторінці, 10 додатків на 49 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульовано мету і завдання досліджень, їх зв'язок з науковими програмами, вказано методи досліджень, достовірність отриманих результатів, визначено наукову новизну дисертації, її практичне значення та особистий внесок автора, наведено дані про апробації результатів і публікацій.

У першому розділі виконано аналіз характерних конструкцій існуючих триелементних візків, за результатами якого визначено найбільш перспективні загальносвітові тенденції в галузі вдосконалення конструкцій ходових частин вантажних вагонів. Обґрунтовано мету та завдання досліджень.

У рамках аналізу досліджень у галузі вдосконалення литих деталей візків вантажних вагонів виконано огляд конструктивних рішень, спрямованих на покращення міцнісних характеристик литих деталей.

У розробку наукових засад створення сучасних ходових частин вантажних і пасажирських вагонів зробили вагомий внесок відомі вчені такі як: В. І. Бабін, А. Г. Ханін, М. К. Галахов, І. О. Браун, А. К. Константінов, В. В. Лукін, А. А. Хохлов, В. М. Котуранов, П. С. Анісімов, П. І. Травін, Е. Е. Нольтейн, М. В. Вінокуров, В. А. Лазарян, Л. А. Длугач, М. Л. Коротенко, М. А. Радченко, О. М. Савчук, В. Х. Власов, Л. А. Шадур, В. М. Філіппов, С. В. Вершинський, Л. О. Грачьева, В. Д. Хусідов, Є. П. Блохін, О. М. Пшінько, В. Д. Данович, Г. І. Богомаз, Л. А. Манашкін, М. Б. Кельрих, Ю. С. Ромен, В. М. Бубнов, С. В. Мямлін, Ю. П. Бороненко, О. В. Третьяков, А. М. Орлова, Є. А. Рудакова, О. М. Савчук, Ю. В. Дьомін, В. Ф. Ушкалов, О. М. Маркова, Н. Ю. Науменко, А. А. Радзіховський, О. А. Шкабров, В. І. Приходько, А. В. Донченко, Є. В. Можейко, Д. Шолдан, Э. С. Оган'ян, В. С. Плоткін, В. П. Єфімов, М. М. Соколов, А. М. Соколов, І. І. Челноков, О. Л. Голубенко, Ю. І. Осенін, І. О. Бейгул, М. І. Горбунов,

В. П. Ткаченко, В. В. Скалозуб, І. Є. Мартинов та інші наукові співробітники різних науково-дослідних та навчальних закладів СНД: Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, Державного економіко-технологічного університету транспорту, Української державної академії залізничного транспорту, Всеросійського науково-дослідного інституту залізничного транспорту, Українського науково-дослідного інституту вагонобудування, Московського державного університету шляхів сполучення, Санкт-Петербурзького державного університету шляхів сполучення, Всеросійського науково-дослідного інституту вагонобудування Росії, Уралвагонзаводу та інших, а також закордонні вчені Р. Богач, І. Бомель, Ф. В. Картер, В. Кік, Д. Л. Кофман, Г. Мар'є, Х. Трує, А. Худзікевич, Г. Шеффель, Де Патер.

У другому розділі запропоновано конструкції надресорної балки та бічної рами візка вантажного вагона з навантаженням на вісь 25 тс. Надресорна балка (рис. 1) має значно посилену конструкцію порівняно з візком надресорної балки візка моделі 18-100, передбачає використання фрикційних клинів гасників коливань з просторовою формою, та можливість встановлення ковзунів постійного контакту. Бічна рама (рис. 2) уніфікована за монтажними розмірами з візком моделі 18-100 та дозволяє вирішити завдання з підвищення міцнісних характеристик конструкції візка та одночасно поліпшити його ремонтпридатність, а також придатність деталей для візка попереднього покоління (18-100) та його аналогів.

Проведено теоретичні дослідження напружено-деформованого стану та втомної міцності надресорної балки та уніфікованої бічної рами для візка зі збільшеним осьовим навантаженням до 25 тс.

Розрахункові моделі литих деталей виконані з дотриманням всіх розмірів креслень та з урахуванням мінусових допусків на товщину в елементах конструкції.

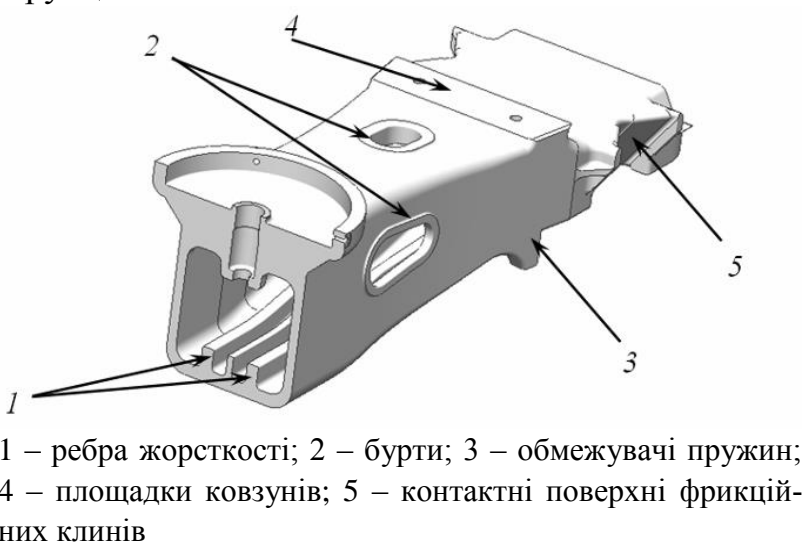


Рисунок 1 – Основні конструктивні елементи бічної рами.

Точність та швидкість виконання розрахунків забезпечувалася за рахунок раціональної побудови скінченно-елементних моделей. При дослідженні міцності надресорної балки та бічної рами методом скінченних елементів розрахункові моделі цих деталей розбивалися на об'ємні скінченні елементи тетраїдальної форми розміром 8-10 мм. У місцях деталей, що піддаються найбільш частим пошкодженням в експлуатації, розмір скінченного елемента складав

1 мм. Скінченно-елементна модель надресорної балки складається з 1 179 306 елементів, зв'язаних між собою 2 007 328 вузлами (рис. 3). Скінченно-елементна модель бічної рами складається з 740 133 елементів, зв'язаних між собою 1 269 592 вузлами (рис. 4).

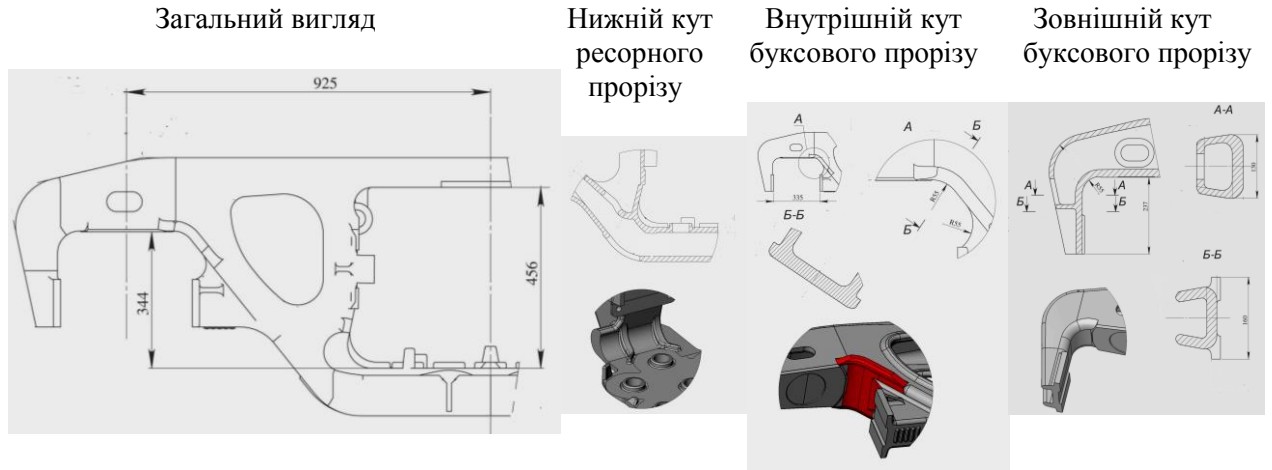


Рисунок 2 – Основні конструктивні елементи бічної рами уніфікованої конструкції.

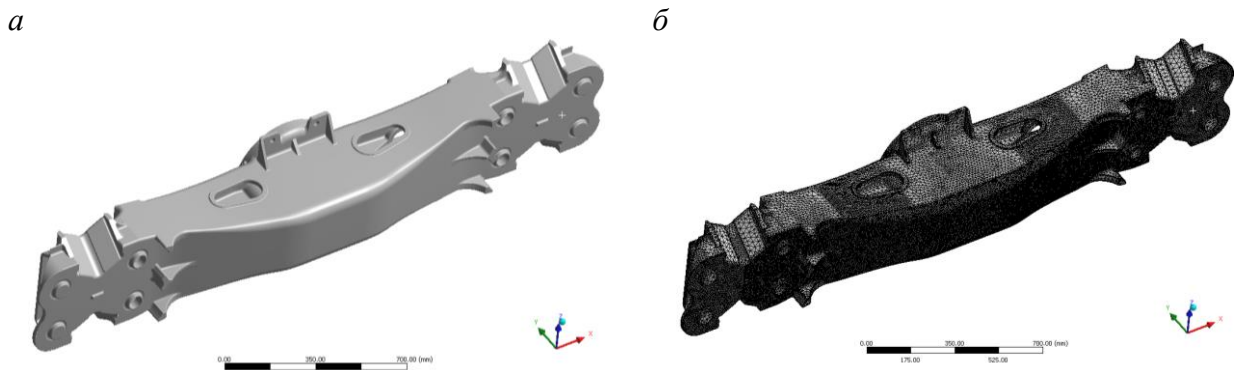


Рисунок 3 – Загальний вигляд розрахункової (*a*) та скінченно-елементної (*б*) моделей надресорної балки

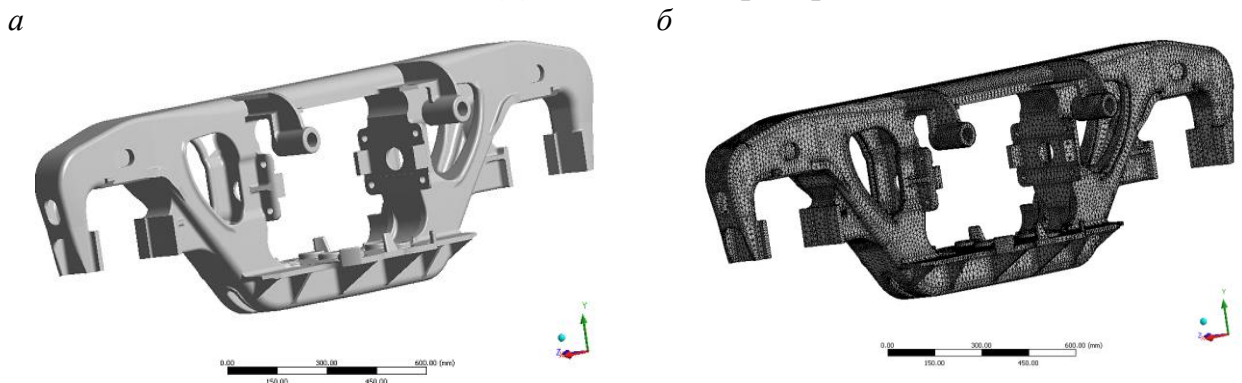
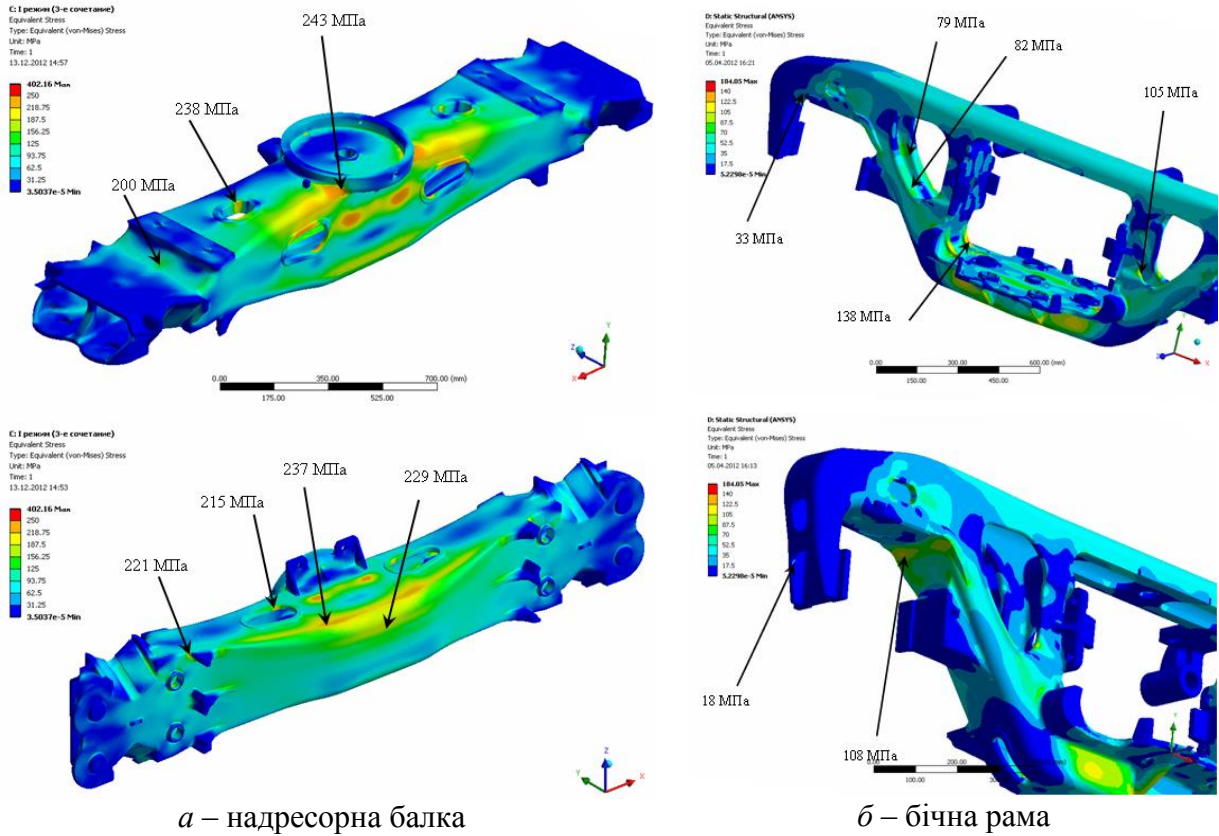


Рисунок 4 – Загальний вид розрахункової (*a*) та скінченно-елементної (*б*) моделей бічної рами

Результати теоретичних досліджень міцнісних характеристик методом скінченних елементів наведені у вигляді полів напружень.

На рис. 5 зображено напружено-деформований стан литих деталей при дії на них навантажень за III (основним) розрахунковим режимом.



a – надресорна балка
б – бічна рама
 Рисунок 5 – Напружено-деформований стан литих деталей візка за III (основним) розрахунковим режимом

У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень міцнісних характеристик литих деталей візка із збільшеним осьовим навантаженням, включаючи випробування на втомну міцність.

Порівняння результатів розрахунку й випробувань на міцність надресорної балки і прототипу бічної рами візка (рис. 6 – 8) показує, що у всіх випадках значення напружень, отриманих за результатами ходових міцнісних випробувань, нижчі за розрахункові.

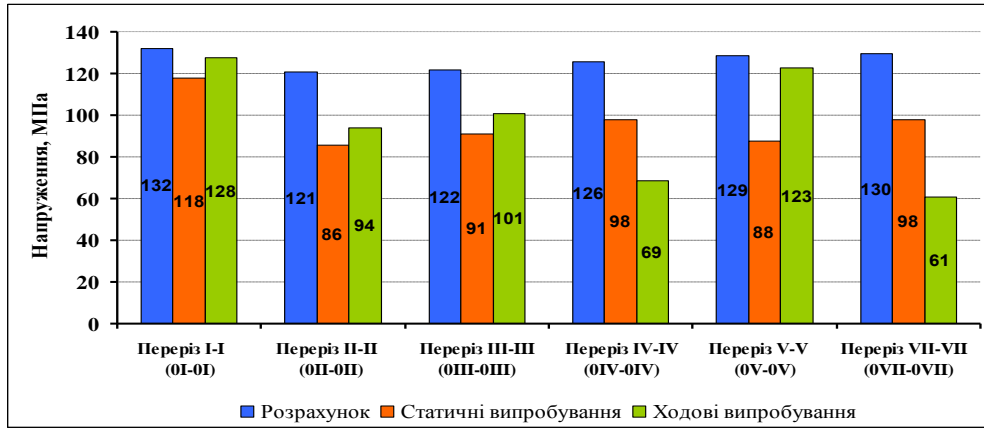


Рисунок 6 – Порівняння результатів теоретичних і експериментальних досліджень міцності надресорної балки удосконаленої конструкції

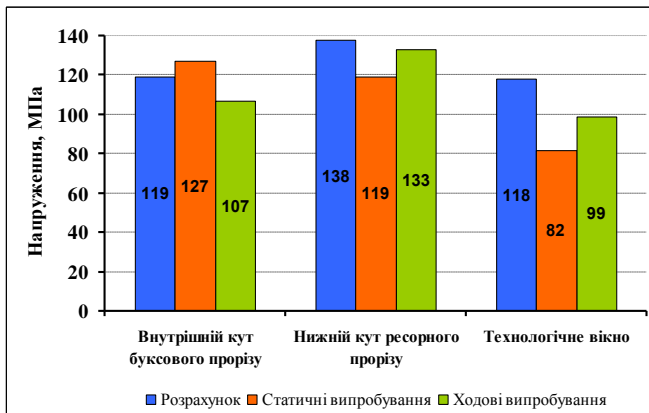


Рисунок 7 – Порівняння результатів теоретичних і експериментальних досліджень міцності прототипу бічної рами

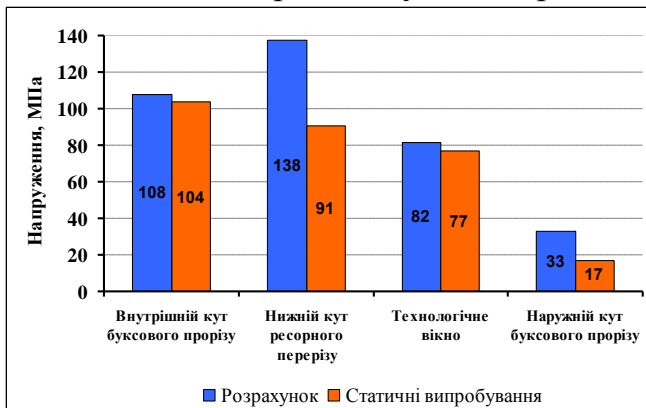


Рисунок 8 – Порівняння результатів теоретичних і експериментальних досліджень міцності уніфікованої бічної рами

Для обробки даних втомних випробувань використовувалися методи математичної статистики. Для зручності порівняння результатів теоретичних і експериментальних досліджень міцності литих деталей візка побудовано діаграми, на яких відображені максимальні значення напружень в найбільш відповідальних перерізах надресорної балки й бічної рами візка, отримані за результатами розрахунку, статичних і ходових міцнісних випробувань.

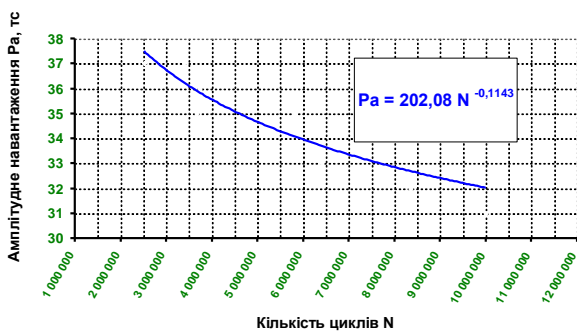
Обробка результатів втомних випробувань надресорної балки й уніфікованої бічної рами (по дев'ять зразків) показала, що реалізовані нові технічні рішення з урахуванням збільшення осьового навантаження дозволяють значно збільшити коефіцієнт запасу опору втомі n порівняно з існуючими конструкціями.

Коефіцієнт запасу опору втомі обчислювався за формулою:

$$n = \frac{(P_a)_{0,95} + \Delta}{P_{ст} \cdot K_u \cdot K_{дз}}, \quad (1)$$

- де $P_{ст}$ – розрахункове вертикальне статичне навантаження бруто на деталь при осьовому навантаженні 25,0 тс;
- K_u – коефіцієнт використання вантажопідйомності вагона;
- $K_{д0}$ – коефіцієнт вертикальної динаміки, приведений до базового числа циклів навантаження N_0 ;
- Δ – коригувальна добавка до $(P_a)_{0,95}$, що враховує різницю між середнім (постійним) навантаженням циклу при випробуванні й розрахунковим вертикальним статичним навантаженням бруто: $\Delta = \Psi_{ск} (P_m - P_{ст} \cdot K_u)$ ($\Psi_{ск}$ – коефіцієнт чутливості деталі до асиметрії циклу; P_m – постійне середнє навантаження, тс).

а



б

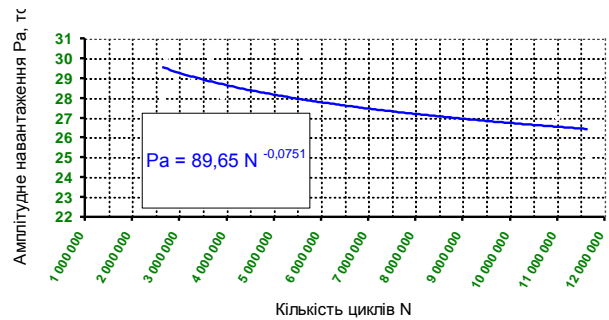


Рисунок 9 – Результати випробувань надресорної балки (а), бічної рами (б) на втому

Так, для надресорної балки коефіцієнт запасу втомної міцності склав 2,05, а для бічної рами 2,31, що на 14 і 28 відсотків більше мінімального допустимого значення 1,8.

Достовірність результатів випробувань перевірялася оцінкою величини коефіцієнта лінійної кореляції ρ при рівні значущості 0,05 залежно від числа степенів свободи $n-2$, де n – кількість випробуваних деталей:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n [\lg P_{ai} - (\lg P_a)_{cp}] \cdot [\lg N_i - (\lg N)_{cp}]}{(n-1) \cdot S_{\lg P_a} \cdot S_{\lg N}}; \quad (2)$$

– вибіркові середні значення логарифмів величин амплітуд змінного навантаження P_{ai} и кількості циклів N_i до руйнування

$$(\lg P_a)_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \lg P_{ai}}{n}, \quad (3)$$

$$(\lg N)_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n \lg N_i}{n}, \quad (4)$$

– вибіркові середньоквадратичні відхилення значень логарифмів амплітуд навантаження $S_{\lg P_a}$ і кількості циклів $S_{\lg N}$

$$S_{\lg P_a} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\lg P_{ai} - (\lg P_a)_{\text{cp}}]^2}{n-1}}, \quad (5)$$

$$S_{\lg N} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\lg N_i - (\lg N)_{\text{cp}}]^2}{n-1}}. \quad (6)$$

Для надресорної балки й бічної рами значення коефіцієнта кореляції склали 0,881 і 0,716 відповідно, при його мінімальному допустимому значенні у випадку випробування дев'яти зразків 0,667.

В четвертому розділі удосконалено математичну модель просторових коливань вантажного чотиривісного вагона (рис. 10), що дозволило точніше врахувати особливості конструкції клинових гасників коливань і оптимізувати силову характеристику ресорного підвішування з урахуванням конструкції фрикційних клинів.

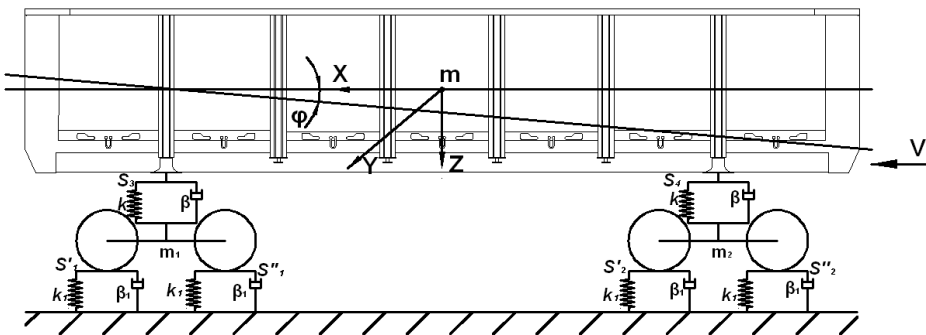


Рисунок 10 – Розрахункова схема вагона

У розділі наведено результати теоретичних досліджень динаміки різних типів вагонів, отримані з використанням удосконаленої математичної моделі просторових коливань вантажних вагонів.

Проведені в подальшому ходові динамічні випробування дослідних зразків вантажних вагонів показали високу збіжність теоретичних і дослідних даних. На рис. 11 наведено динамічні показники піввагона моделі 12-1905, отримані за результатами математичного моделювання і ходових динамічних випробувань. На графіках штриховими лініями і квадратними маркерами показані результати для порожнього режиму, суцільними лініями й круглими маркерами – для навантаженого. Точками показані результати випробувань, лініями – результати розрахунків. Горизонтальні лінії – це допустимі величини динамічних показників.

З графіків, наведених на рис. 11, видно, що результати розрахунків досить добре збігаються з результатами випробувань. Аналогічну картину можна спостерігати при порівнянні результатів теоретичних досліджень і ходових випробувань вагонів інших типів. Таким чином, можна вважати, що моделі вагонів, використані в розрахунках, адекватні оригіналам. Далі було виконано порівняльні розраху-

нки основних динамічних показників вантажних вагонів на візках моделі 18-1711 з піввагоном на візках 18-100. Розрахунки виконані для прямої ділянки колії і для кривих середнього ($R = 600$ м) і малого ($R = 300$ м) радіусів.

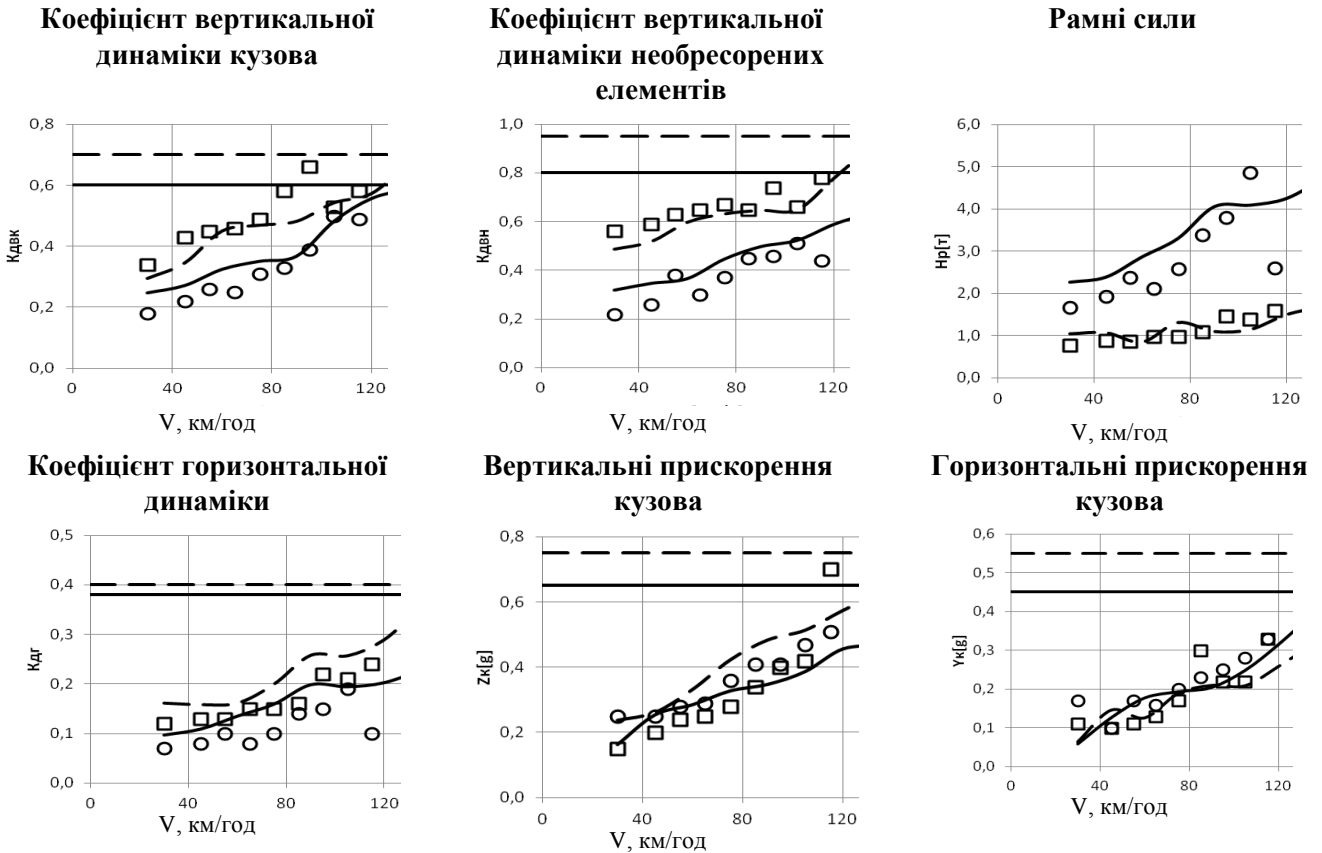


Рисунок 11 – Результати досліджень динамічних показників піввагона моделі 12-1905

Результати розрахунків для порожнього режиму наведено на рис. 12 – 14, для навантаженого – на рис. 14 – 17. На графіках чорними пунктирами показані допустимі величини динамічних показників. Лінії з трикутними маркерами відповідають результатам для цистерни моделі 15-1900, з квадратними маркерами – для піввагона моделі 15-1905, з круглими маркерами – для критого вагона моделі 11-1807, з маркерами у вигляді ромба – для піввагона на візках моделі 18-100. Як видно з наведених рисунків, усі динамічні показники піввагона на візках 18-100 гірші, ніж для решти вантажних вагонів на візках 18-1711 для порожнього режиму, особливо в зоні великих швидкостей руху.

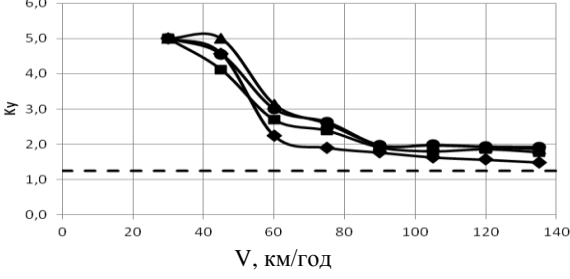
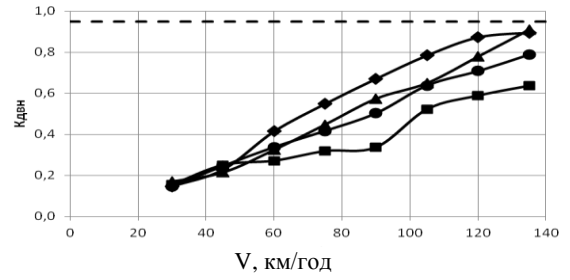
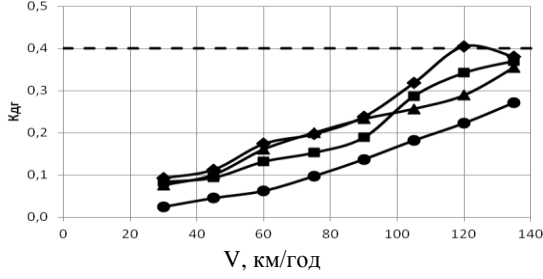
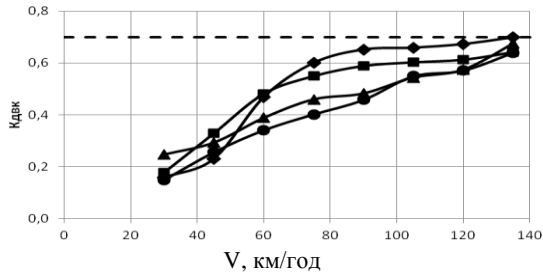


Рисунок 12 – Порожній режим. Пряма

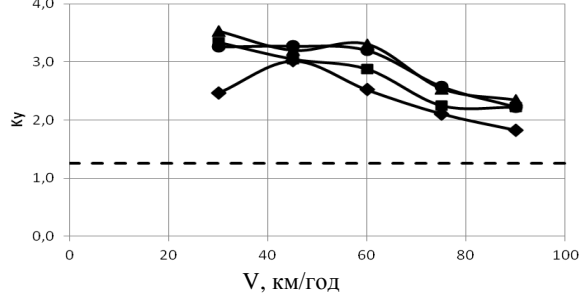
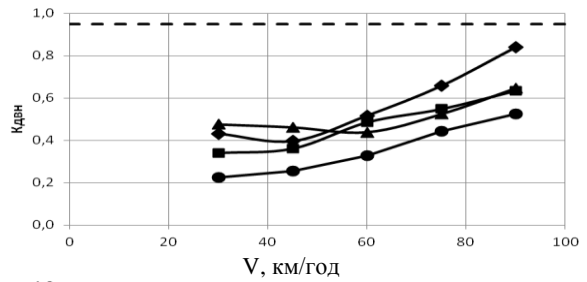
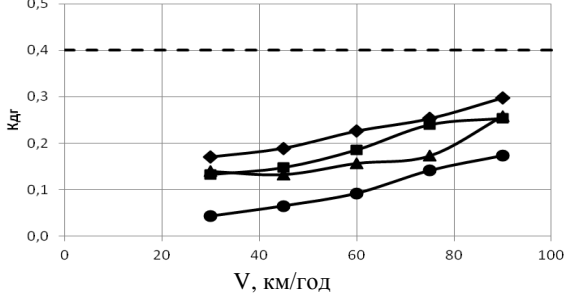
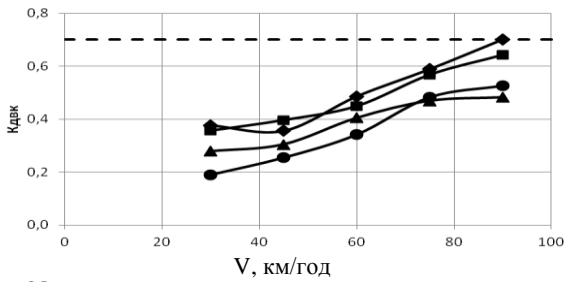


Рисунок 13 – Порожній режим. Крива радіусом 600 м

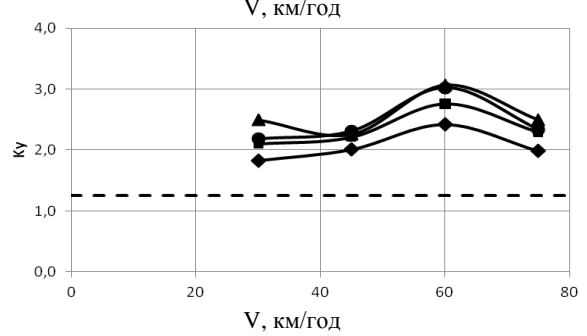
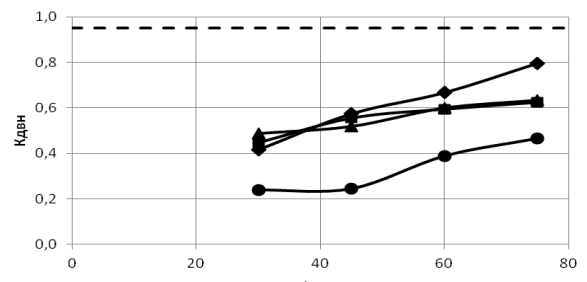
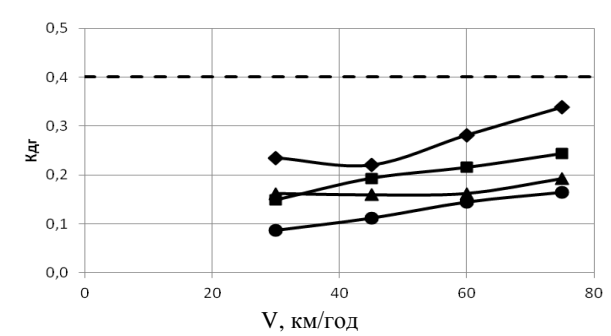
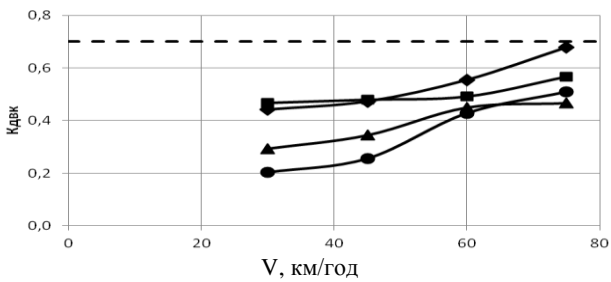


Рисунок 14 – Порожній режим. Крива радіусом 300 м

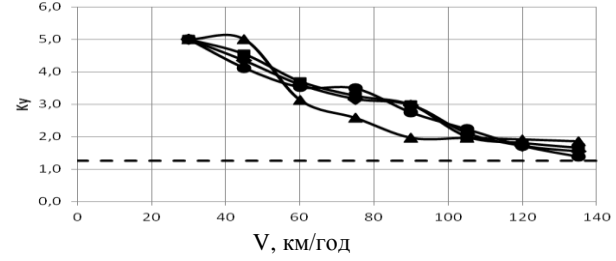
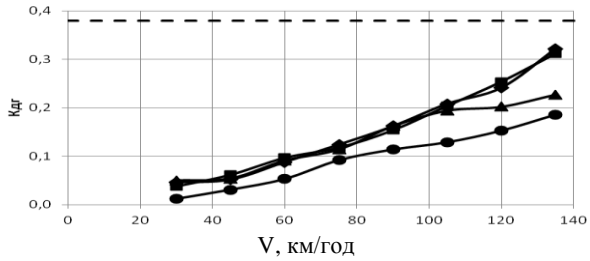
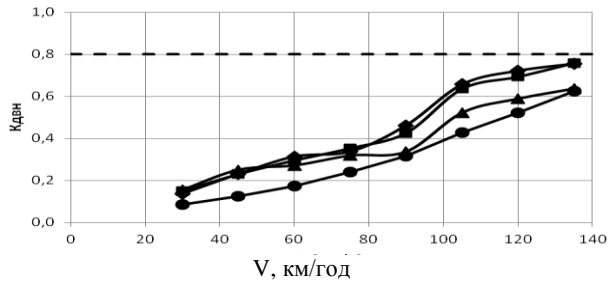
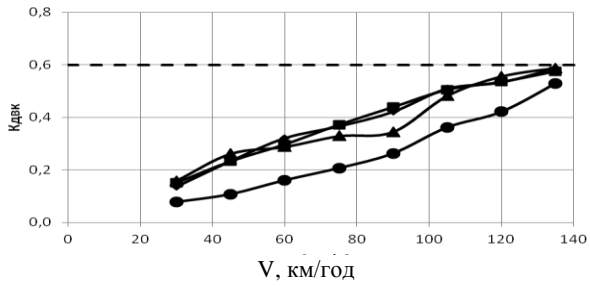


Рисунок 15 – Навантажений режим. Пряма

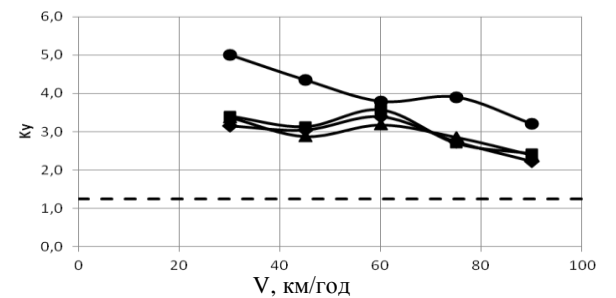
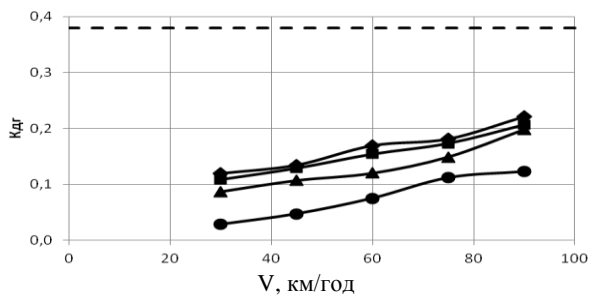
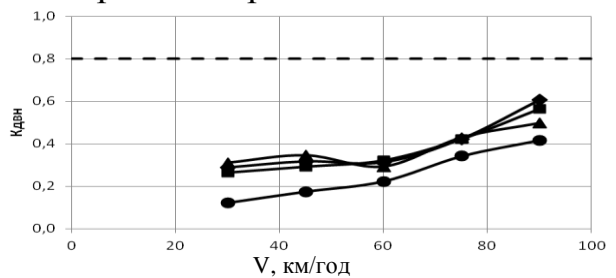
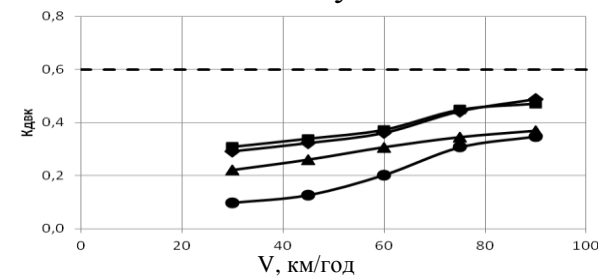


Рисунок 16 – Навантажений режим. Крива радіусом 600 м

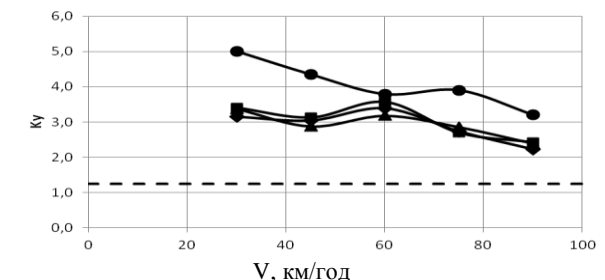
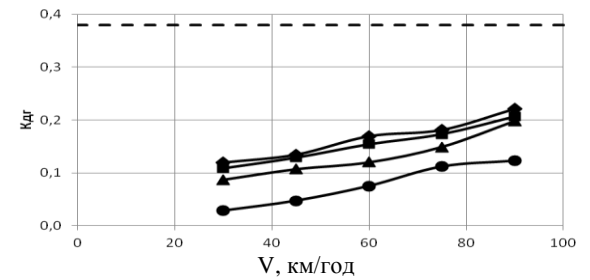
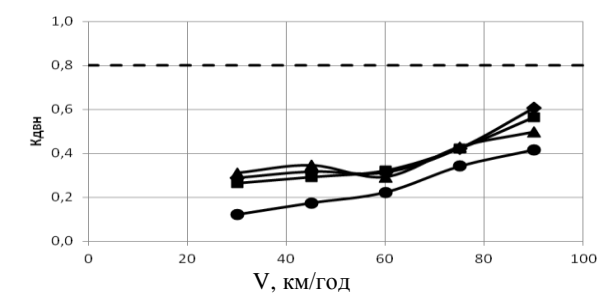
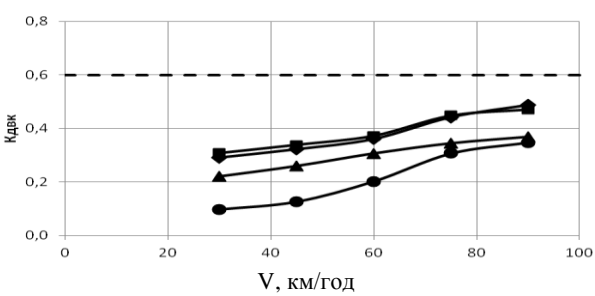


Рисунок 17 – Навантажений режим. Крива радіусом 300 м

У цьому розділі також наведено результати порівняльних випробувань впливу на залізничну колію. Дані випробування виконані з метою перевірки можливо-

сті уніфікації надресорної балки візка моделі 18-1711 з балкою візка моделі 18-100 та її аналогами в частині конструкції контактних поверхонь клинової системи ресорного підвішування. Об'єктами випробувань були обрані піввагони моделі 12-1905 з осьовим навантаженням 25 тс. Один з них на візках моделі 18-1711 з просторовим клином, але зі збільшеним кутом нахилу лінії перетину опорних поверхонь, що взаємодіють з надресорною балкою, інший на візках тієї само моделі з плоским клином та полімерною накладкою, що використовується у візку моделі 18-100 при модернізації за проектом С03.04. Як вагон-еталон використовувався піввагон моделі 12-1704-04 на візках 18-1750 – аналозі візка 18-100 (рис. 18).

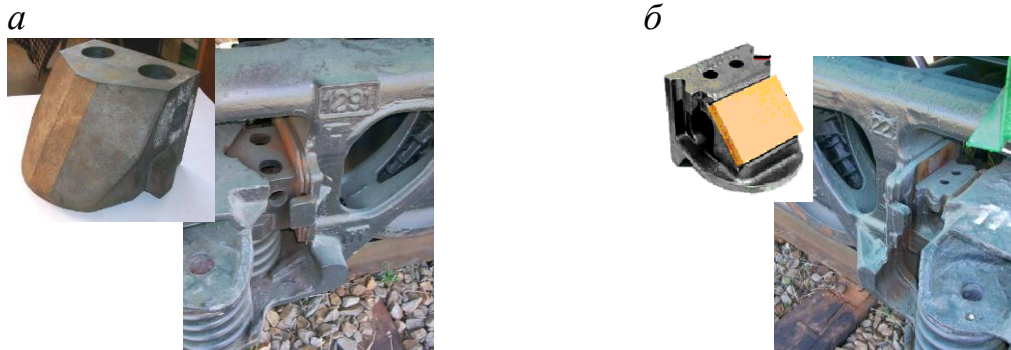


Рисунок 18 – Просторовий (а) та плоский з полімерною накладкою (б) фрикційні клини ресорного підвішування

Отримані результати показали, що показники впливу на залізничну колію від вагона на візках моделі 18-1711 з плоским клином відрізняються в більшу чи меншу сторону не більш ніж на 11 відсотків від показників візка з просторовим клином. При цьому за параметрами, де спостерігається перевищення, є запас за допустимими значеннями від 2 до 75 відсотків. Треба зазначити, що мінімальний запас 2 відсотки відмічений при швидкості руху вагона 132 км/год, що перевищує конструкційну швидкість візка на 10 відсотків.

На підставі результатів випробувань за впливом на колію та стрілочні переводи можна зробити висновок, що піввагони моделі 12-1905 на візках 18-1711 з різною конструкцією клинів ресорного підвішування за вимірними й розрахунковими показниками відповідають нормативним вимогам, що доводить можливість уніфікації конструкції надресорної балки візка моделі 18-1711 з конструкцією візка 18-100 в частині контактних поверхонь клинової системи ресорного підвішування. Виконані пізніше, порівняльні ходові динамічні випробування зазначених піввагонів підтвердили можливість даної уніфікації.

Динамічні характеристики всіх випробуваних піввагонів у завантаженому режимі при русі з різними швидкостями, аж до конструкційної, у кривих ділянках колії і по стрілочних переводах відповідають вимогам нормативів. Показники вертикальної динаміки піввагонів на візках моделі 18-1711 у завантаженому режимі при русі по кривих радіусом 350 м на 10-15 % краще показників вагона-еталона. При цьому показники вертикальної динаміки піввагона на візках моделі 18-1711 приблизно однакові (рис. 19).

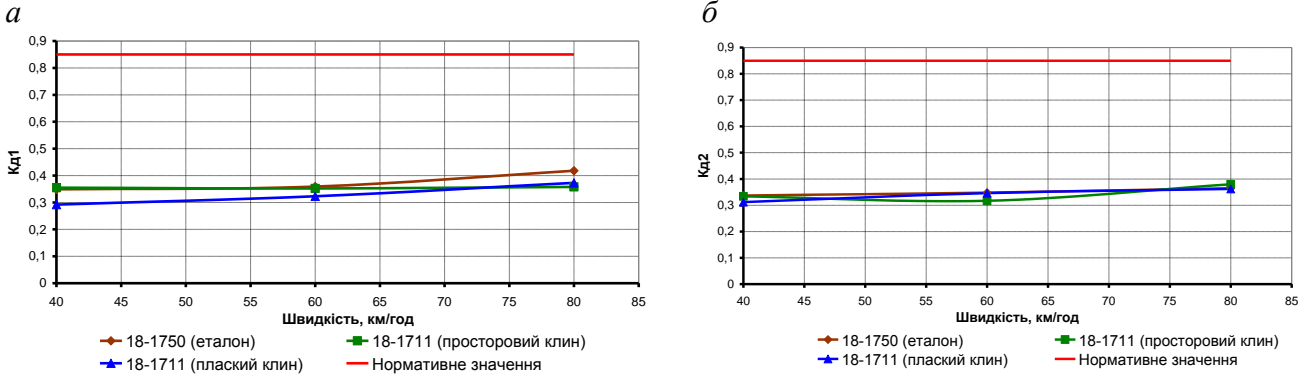


Рисунок 19 – Максимальні значення коефіцієнта вертикальної динаміки необресорених елементів: сторона 1 (а), сторона 2 (б) (крива 350 м)

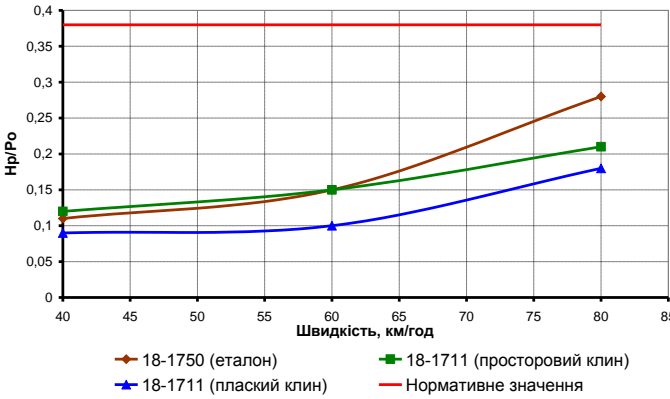


Рисунок 20 – Максимальні значення коефіцієнта горизонтальної динаміки (крива 350 м)

Максимальні значення рамних сил у частках осьового навантаження (коефіцієнта горизонтальної динаміки) піввагонів на візках моделі 18-1711 у завантаженому режимі при русі по кривих радіусом 350 м на 35 – 45 % краще, ніж у вагона-еталона. При цьому показники піввагона на візках моделі 18-1711 з просторовим клином на 20 % гірше, ніж у піввагона на тих самих візках з пласким клином (рис. 20).

Показники вертикальної динаміки піввагонів на візках моделі 18-1711 у завантаженому режимі при русі по кривих радіусом 650 м на 20-25 % краще показників вагона-еталона. При цьому показники на візках моделі 18-1711 з просторовим клином на 15-20 % гірші, ніж у піввагона на аналогічних візках з пласким клином (рис. 21).

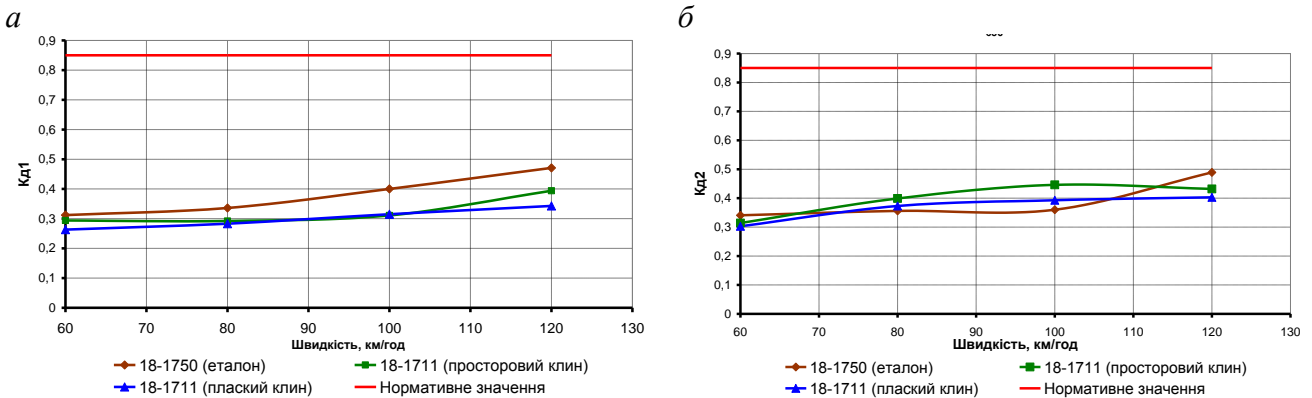


Рисунок 21 – Максимальні значення коефіцієнта вертикальної динаміки необресорених елементів сторона 1 (а), сторона 2 (б) (крива 650 м)

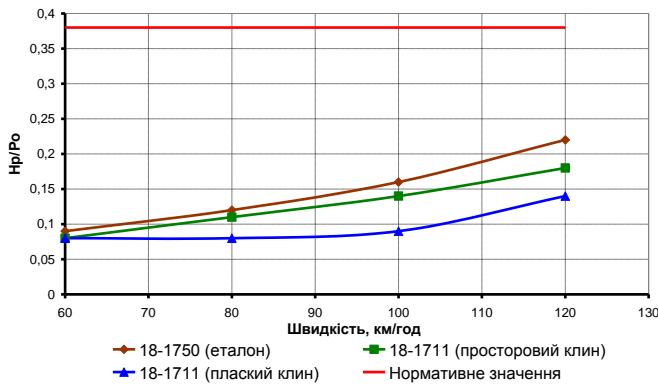


Рисунок 22 – Максимальні значення коефіцієнта горизонтальної динаміки (крива 650 м)

Показники горизонтальної динаміки піввагонів на візках моделі 18-1711 у завантаженому режимі при русі по кривих радіусом 650 м на 20 - 30 % кращі, ніж у вагона-еталона. При цьому показники піввагона на візках моделі 18-1711 з просторовим клином на 25 % гірші, ніж у піввагона на візках моделі 18-1711 з пласким клином (рис. 22).

Показники вертикальної динаміки піввагонів на візках моделей 18-1711 і 18-1750 у завантаженому режимі під час руху по стрілочних переводах приблизно однакові (рис. 23).

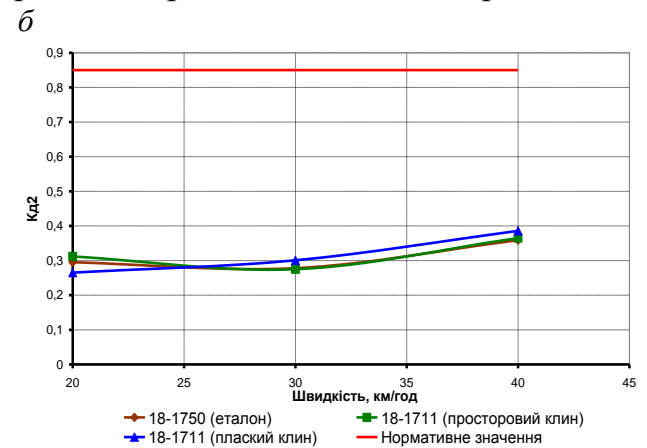
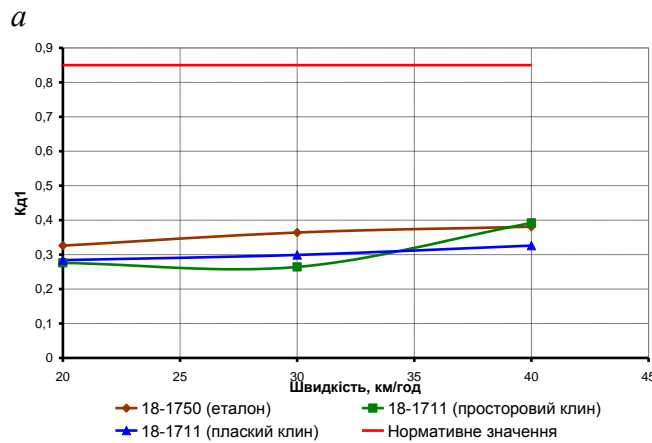


Рисунок 23 – Максимальні значення коефіцієнта вертикальної динаміки необресорених елементів сторона 1 (а), сторона 2 (б) (стрілки)

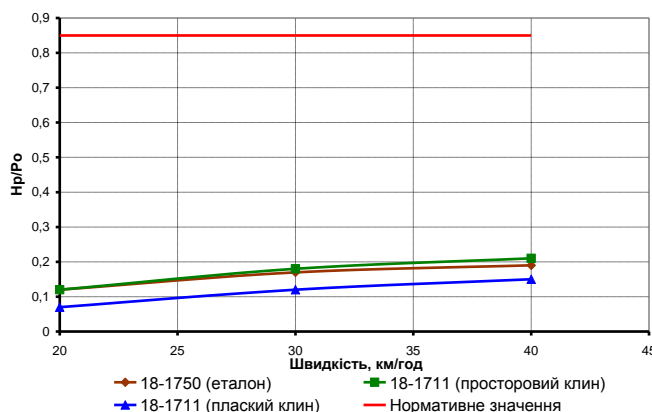


Рисунок 24 – Максимальні значення коефіцієнта горизонтальної динаміки (стрілки)

Показники горизонтальної динаміки піввагона на візках моделі 18-1711 з просторовим клином і вагона-еталона в навантаженому режимі при русі по стрілочних переводах приблизно однакові. При цьому показники піввагона на візках моделі 18-1711 з пласким клином на 25-30 % кращі (рис. 24).

П'ятий розділ присвячено техніко-економічному обґрунтуванню робіт з впровадження уніфікованої бічної рами візка вантажного вагона. На базі поточної вартості витрат на життєвий цикл виконано оцінку порівняльної економічної ефективності нової (уніфікованої) бічної рами відносно рами візка 18-100.

ВИСНОВКИ

1. Визначено основні тенденції розвитку конструкцій триелементних візків вантажних вагонів для залізничних вагонів колії 1520 мм, що спрямовані на збільшення осьового навантаження, зниження зносу деталей, що труться, покращення динамічних якостей вантажних вагонів, зниження витрат за рахунок збільшення міжремонтного пробігу.

2. Підтверджена необхідність виконання вітчизняних розробок у галузі створення й модернізації візків вантажних вагонів для забезпечення конкурентоспроможності й економічної безпеки вітчизняних підприємств вагонобудівної галузі й країни в цілому.

3. Уніфікація за монтажними розмірами деталей та вузлів вагонів нового й попереднього покоління визначена як один з перспективних напрямків вдосконалення вантажного рухомого складу залізниць.

4. Запропоновано конструктивні рішення надресорної балки та бічної рами з покращеними міцнісними характеристиками, які відповідають сучасним нормативним вимогам і зазначені для використання в конструкції візків з осьовим навантаженням 23,5 тс (230,5 кН) та 25 тс (245 кН).

5. Виконано теоретичні дослідження напружено-деформованого стану та втомної міцності литих деталей візка запропонованої конструкції. Встановлено, що еквівалентні напруження за всіма розрахунковими режимами не перевищують рівня допустимих напружень, а коефіцієнт запасу втомної міцності для надресорної балки та бічної рами на 12 та 12,5 відсотків відповідно перевищують мінімально допустиме значення, встановлене нормативною документацією для розрахункових даних.

6. Експериментальні дослідження напружено-деформованого стану деталей візків зі збільшеним осьовим навантаженням показали, що в усіх досліджених зонах, рекомендованих нормативною документацією, надресорної балки та бічної рами при статичних випробуваннях на міцність сумарні напруження за всіма режимами не перевищують рівня напружень що, а несуча здатність надресорної балки та бічної рами зберігається при випробуванні навантаженням, що на 26 и 11 відсотків відповідно перевищує мінімальне значення.

7. Визначені за результатами випробувань коефіцієнти запасу втомної міцності для надресорної балки й бічної рами більші мінімального допустимого значення для результатів випробувань значення на 2,5 и 28 відсотків відповідно, при цьому достовірність отриманих результатів підтверджується отриманою величиною коефіцієнта лінійної кореляції ρ , що залежить від кількості випробуваних деталей.

8. Аналіз та порівняння результатів теоретичних та експериментальних досліджень міцнісних характеристик литих деталей візка вантажних вагонів свідчить про надійність прийнятих конструктивних рішень, добру збіжність результатів та достовірність отриманих даних.

9. Вдосконалена математична модель просторових коливань вантажних вагонів, що на відміну від існуючих моделей дозволяє, більш точно оцінювати ди-

намічні показники вагонів з урахуванням особливості конструкції клинової системи гасників коливань.

10. На основі аналізу отриманих результатів математичного моделювання та ходових динамічних випробувань вантажних вагонів на візках 18-1711 і 18-1750 (аналог 18-100) запропоновано уніфікувати надресорну балку нової конструкції з конструкцією візка моделі 18-100 в частині поверхонь контакту з елементами ресорного підвішування.

11. Результати виконаної порівняльної оцінки економічної ефективності впровадження бічної рами, розробленої за участю автора, відносно бічної рами візка 18-100 з використанням даних поточної вартості витрат на їх життєвий цикл показують формування додаткової чистої поточної вартості в розмірі 527 грн на одну бокову раму, що в перерахунку на річну програму 10 тис. вантажних вагонів (середня програма випуску вагонів на підприємствах ПАТ «Азовмаш») складає 21,08 млн. грн.

12. Результати виконання роботи впроваджені при модернізації візка моделі 18-1750 з осьовим навантаженням 23,5 тс (230,5 кН), при проектуванні візка моделі 18-1825 для інноваційних вагонів з осьовим навантаженням 23,5 тс (230,5 кН) та покращеними динамічними показниками, а також проектуванні візка моделі 18-1711 з осьовим навантаженням 25 тс (245 кН) в ТОВ «ГСКБВ ім. В. М. Бубнова» (ПАТ «Азовмаш») та у навчальному процесі на кафедрі «Вагони та вагонне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, про що свідчать відповідні акти впровадження.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основний

1. Бубнов В. М. Совершенствование конструкции боковой рамы двухосной тележки грузовых вагонов / В. М. Бубнов, Н. Б. Манкевич, С. В. Мямлин // Вагонный парк. – 2011. – № 2. – С. 36 – 39.

2. Бубнов В. М. Пути совершенствования прочностных характеристик ходовых частей грузовых вагонов рамы двухосной тележки грузовых вагонов / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Б. Манкевич, // Вагонный парк. – 2012. – № 2. – С. 4 – 6.

3. Бубнов В. М. Улучшение прочностных характеристик грузовых вагонов на тележках модели 18-1711 / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Б. Манкевич // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – 2013. – № 4 (193). – С. 32 – 34.

4. Бубнов В. М. Воздействие на путь грузовых вагонов на тележках модели 18-1711 с разной конструкцией клина рессорного подвешивания / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Б. Манкевич, // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – № 3 (46). – С. 36 – 38.

5. Bunov V. M. Dynamic performance of freight cars on bogies model 18-1711 / V. M. Bubnov, S. V. Myamlin, N. B. Mankevych // Вісн. ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. – 2013. – № 4 (46). – С. 118 – 126.

6. Манкевич Н. Б. Динамика грузовых вагонов на тележках с разной конструкцией клиньев рессорного подвешивания // Вісн. ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. – 2014. – № 1 (49). – С. 142 – 150.

7. Карапейчик И. Н. Повышение надежности боковых рам тележек грузовых вагонов производства предприятий ПАО «Азовмаш» / И. Н. Карапейчик, В. М. Бубнов, Н. Б. Манкевич // Вагонный парк. – 2014. – № 2. – С. 4 – 7.

Додатковий

8. Бубнов В. М. Совершенствование конструкции боковой рамы двухосной тележки грузовых вагонов / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин. Н. Б. Манкевич // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: тезисы докладов VII Международ.научно-техн. конф., 6-10 июля 2011 р., Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2011. – С. 63 – 64.

9. Бубнов В. М. Экономическая целесообразность совершенствования конструкций тележек грузовых вагонов / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин. Н. Б. Манкевич // Электрифікація транспорту Транселектро-2011(технічні та економічні науки): матеріали V Міжнар. науково-практ. конф., 19-21 грудня 2011 р., Дніпропетровськ. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2011. – С. 65.

10. Бубнов В. М. Основные тенденции совершенствования ходовых частей грузовых вагонов / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин. Н. Б. Манкевич // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези доповідей 72-ї Міжнар. науково-практ. конф., 19-20 квітня 2012 р., Дніпропетровськ. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2012. – С. 74 – 75.

11. Бубнов В. М. Результаты испытаний рамы боковой и балки надрессорной тележки грузовых вагонов с осевой нагрузкой 25 тс модели 18-1711/ В. М. Бубнов, С. В. Мямлин. Н. Б. Манкевич // Проблеми механіки залізничного транспорту: тези доп. XIII Міжнар. конф., 23-25 травня 2012 р., Дніпропетровськ. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2012. – С. 95.

12. Bubnov V. Theoretical and experimental investigations of strength properties of cast parts for freight cars bogie with axle load of 245 kN / V. Bubnov, S. Myamlin, N. Mankevych // Proc. 8th intern. scient. conf. Transbaltica 2013. Vilnius, 2013. – P. 9 –12.

13. Бубнов В. М. Динамика грузовых вагонов на тележках модели 18-1711 / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин. Н. Б. Манкевич // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези доп. 73-ї Міжнар. науково-практ. конф., 23-24 травня 2013 р., Дніпропетровськ. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2013. – С. 74 – 75.

14. Бубнов В. М. Техничко-економические предпосылки для унификации боковой рамы тележек грузовых вагонов / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин. Н. Б. Манкевич // Проблеми економіки транспорту: Тези доп. XI Міжнар.наук. конф., 25-26 квітня 2013 р., Дніпропетровськ. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2013. – С. 22 – 23.

15. Бубнов В. М. Сравнительные испытания по воздействию на путь грузовых вагонов на тележках модели 18-1711 с разной конструкцией клина рессорного подвешивания / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин. Н. Б. Манкевич // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: тезисы докладов VIII Междунар.научно-техн. конф., 3-7 июля 2013 г., Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2013. – С. 33 – 34.

16. Бубнов В. М. Тележка модели 18-1711 для грузовых вагонов с увеличенной осевой нагрузкой / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин. Н. Б. Манкевич // Современный подвижной состав: приоритеты инновации перспективы: тезисы докладов IV Междунар.партн. конф., Ялта, 2013. – С. 35.

17. Bubnov V. Dynamics of freight cars on bogies model 18-1711/ V. Bubnov, S. Myamlin, N. Mankevych // Ext. abstracts. 9th intern. conf. Railway bogies and running gears 9-12 September, 2013, Budapest, 2013. – P. 37 – 39.

18. Бубнов В. М. Математическое моделирование пространственных колебаний грузовых вагонов на тележках модели 18-1711 с осевой нагрузкой 25 тс/ В. М. Бубнов, С. В. Мямлин. Н. Б. Манкевич // Інноваційні технології на залізничному транспорті: зб. наук. пр. IV наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 19-21 вересня 2013 г., Донецьк – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2013. – С. 53 – 57.

АНОТАЦІЯ

Манкевич М. Б. Удосконалення конструкції литих деталей двовісних візків вантажних вагонів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць і тяга поїздів. Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2015.

Дисертація присвячена поліпшенню технічних характеристик візків вантажних вагонів шляхом вдосконалення конструкції литих деталей. Запропонована уніфікована конструкція бічної рами, яка дозволяє вирішити проблему зламів бічних рам візків вантажного рухомого складу в експлуатації, а також забезпечити ремонтпридатність візка за рахунок уніфікації за монтажними розмірами бічної рами й надресорної балки візка нового (із збільшеним до 25 тс навантаженням на вісь) та попереднього покоління. Удосконалено математичні моделі навантаження і скінченно-елементні моделі литих деталей візків дозволяють враховувати сили тертя у вузлах візка, а також вертикальну й горизонтальну жорсткості рессорного

підвішування. Описана розрахункова схема і сформована математична модель просторових коливань чотиривісного вантажного вагона, що виникають внаслідок його руху по ізольованій нерівності шляху. Математична модель просторових коливань вантажних вагонів на відміну від існуючих моделей дозволяє оцінювати динамічні показники з урахуванням особливості конструкції клинової системи гасіння коливань двовісного візка вантажного вагона. Проведено порівняльний аналіз теоретичних і експериментальних досліджень динаміки вагонів, що показує високу збіжність результатів математичного моделювання просторових коливань вагонів і динамічних випробувань дослідних зразків вагонів на залізничних коліях загального користування. У рамках проведення випробувань впливу на колію вагона, обладнаного візками 18-1711. виконано дослідження залежності показників впливу на колію від форми фрикційного клину ресорного підвішування. У результаті виконання техніко-економічного обґрунтування розроблених технічних рішень визначена додаткова чиста поточна вартість на одну бічну раму від впровадження уніфікованої бічної рами візка.

Ключові слова: бічна рама, надресорна балка, уніфікована конструкція, напружено-деформований стан, динамічна навантаженість, втомна міцність, динаміка вагона, вплив на шлях, просторові коливання.

АННОТАЦІЯ

Манкевич Н. Б. Усовершенствование конструкции литых деталей двухосных тележек грузовых вагонов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – подвижной состав железных дорог и тяга поездов. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. Днепропетровск, 2015.

Диссертация посвящена улучшению технических характеристик тележек грузовых вагонов путем совершенствования конструкции литых деталей. На основании проведенного обзора конструкций по материалам различных источников, а также по результатам патентного поиска установлены основные тенденции развития конструкций трехэлементных тележек грузовых вагонов для железных дорог колеи 1520 мм, направленные на увеличение осевых нагрузок, снижения износа трущихся деталей, улучшение динамических качеств грузовых вагонов, снижение эксплуатационных затрат за счет увеличения межремонтного пробега. Унификация по монтажным размерам деталей и узлов вагонов нового и предыдущего поколений определена как одно из перспективных направлений совершенствования грузового подвижного состава ж.д. дорог. Предложена унифицированная конструкция боковой рамы, которая позволяет решить проблему изломов боковых рам тележек грузового подвижного состава в эксплуатации, а также обеспечить ремонтпригодность тележки за счет унификации по монтажным размерам боко-

вой рамы тележек нового (с увеличенной до 25 тс осевой нагрузкой) и предыдущего поколений. Усовершенствованы математические модели нагружения и конечно-элементные модели литых деталей тележек позволяющие учитывать силы трения в узлах тележки, так же вертикальную и горизонтальную жесткости рессорного подвешивания. Теоретические и экспериментальные исследования подтверждают правильность выбранных конструктивных решений при совершенствовании прочностных характеристик литых деталей тележек грузовых вагонов. Сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований прочностных характеристик литых деталей тележки грузовых вагонов свидетельствует о достоверности полученных данных. Описана расчетная схема и сформирована математическая модель пространственных колебаний четырехосного грузового вагона, возникающих вследствие его движения по изолированной неровности пути. Математическая модель пространственных колебаний грузовых вагонов в отличие от существующих моделей позволяет оценивать динамические показатели с учетом особенности конструкции клиновой системы гашения колебаний двухосной тележки грузового вагона. Проведен сравнительный анализ теоретических и экспериментальных исследований динамики вагонов, показывающий высокую сходимость результатов математического моделирования пространственных колебаний вагонов и динамических испытаний опытных образцов вагонов на железнодорожных путях общего пользования. Результаты математического моделирования и ходовых динамических испытаний показывают, что все динамические параметры грузовых вагонов на тележках предложенной конструкции соответствуют современным нормативным требованиям. Проведенные сравнительные ходовые динамические испытания и испытания по воздействию на путь грузовых вагонов, оборудованных тележками 18-1711 с разной конструкцией клиновой системы, показали, что при увеличении негативного воздействия на путь по сравнению с вагоном-эталонном, оборудованным тележками модели 18-100, показатели для тележек 18-1711 вне зависимости от конструкции находятся в пределах допускаемых значений. При этом вагон с плоской конструкцией клина рессорного подвешивания, унифицированного с конструкцией тележки 18-100 и ее аналогами, по большинству показателей превосходит клиновую систему с пространственной формой и увеличенным углом наклона рабочей поверхности к фрикционной планке боковой рамы, что подтверждает возможность унификации надрессорной балки по конструкции поверхностей фрикционных клиньев гасителей колебаний. В результате выполнения технико-экономического обоснования разработанных технических решений определена дополнительная чистая текущая стоимость на одну боковую раму от внедрения унифицированной боковой рамы тележки.

Ключевые слова: боковая рама, надрессорная балка, унифицированная конструкция, напряженно-деформированное состояние, динамическая нагруженность, усталостная прочность, динамика вагона, воздействие на путь, пространственные колебания.

SUMMARY

Mankevych N.B. Improving the design of cast parts for two-axle bogies of freight cars. – Manuscript.

Thesis for a candidate's degree in Engineering Sciences on speciality 05.22.07 – railway rolling stock and train traction. - Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. Dnipropetrovsk, 2014.

Thesis is dedicated to improving the technical characteristics of the carriages of freight railcars by improving the design of cast parts. The unified design of the side-frame, which allows us to solve the problem of breaks of side-frame of bogie in operation, and to ensure maintainability of the due to the unification on the mounting dimensions of the side frame and bolster the new carts, increasing to 25 ton axle load and the previous generations of bogie. Improved mathematical model of loading and finite-element models of castings parts allow to take into account the friction forces at the nodes of bogie, as well vertical and horizontal stiffness of spring suspension. We describe the design scheme and formed a mathematical model of the spatial oscillations of railcar arising from its motion on an isolated road bumps. Mathematical model of the spatial fluctuations of freight railcars in contrast to existing models allows to evaluate the dynamic performance of the design with the wedge system damping of bogie. A comparative analysis of theoretical and experimental investigation of the dynamics of railcars, featuring a high convergence of the results of mathematical modeling of spatial oscillations of cars and dynamic testing of prototype railcars on the railways. As part of testing the impact of the path of the car equipped with bogie 18-1711 studied the impact indicators based on the way the shape of the friction wedge spring suspension. As a result of the feasibility of the developed technical solutions identified additional net present value at one side frame from the introduction of a unified side-frame.

Keywords: side frame, bolster, unified design, the stress-strain state, dynamic loading, fatigue strength, the dynamics of the car, the impact on the way, the spatial fluctuations.

МАНКЕВИЧ МИКОЛА БОРИСОВИЧ

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ
ДВОВІСНИХ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Підписано до друку «04» вересня 2015 р.
Формат 60x48 1/16. Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,0.
Тираж 100 пр. Зам. №_____.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна

Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК № 1315 від 31.03.2003

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, 49010