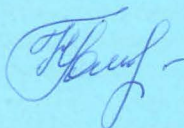


195 11762
МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет залізничного
транспортів імені академіка В. Лазаряна

ГУРЖИ НАТАЛІЯ ЛЕОНІДІВНА



УДК 629.4.028.86

ПОЛІПШЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
СЕКЦІЙНОГО ВАГОНУ-ПЛАТФОРМИ ШЛЯХОМ
ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2010

НТБ
ДНУЗТ

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Наукові керівники: доктор технічних наук, професор
Мямлін Сергій Віталійович,
Дніпропетровський національний
університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
проректор з наукової роботи

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Кельріх Мусій Борисович,
Державний економіко-технологічний університет
транспорту,
завідувач кафедри «Вагони».

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
Науменко Надія Юхимівна,
Інститут технічної механіки НАНУ і НКАУ,
завідувач відділу динаміки багатовимірних механічних систем.

Захист відбудеться 28.10.2010 року о 13⁰⁰ годині в ауд. 314 (зала засідань) на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.02 при Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка Лазаряна, вул. Академіка Лазаря-

петровського національного університету імені академіка Лазаряна.

09 2010 р.

І. В. Жуковичський

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах інтеграції України в міжнародне економічне співтовариство широке впровадження контейнерних перевезень здобуває велике значення. Розвиток економічних зв'язків, як правило зумовлює налагодження транспортних потоків між центрами економічної активності та розробку якісно нових вимог до рухомого складу залізниць. Одним зі шляхів поліпшення техніко-економічних параметрів вагонів-платформ є зниження металоємності за рахунок удосконалення їх конструкції. Дуже перспективним напрямком у створенні таких вагонів-платформ є створення секційних платформ. Це дозволить при незначному збільшенні маси тари платформи значно підвищити її вантажопідйомність. Тому дисертаційна робота, що спрямована на розробку принципово нової конструкції вагонів-платформ секційного типу з поліпшеними техніко-економічними параметрами, є дуже актуальною та своєчасною для залізничного транспорту України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Напрямок досліджень дисертації відповідає Концепції реформування транспортного сектору України, Програмі підвищення безпеки руху на залізницях України, затвердженій наказом «Укрзалізниця» № 547-ц від 15.01.2001р., Державній програмі розвитку рейкового рухомого складу залізниць України у 2006-2015 рр., Стратегії розвитку залізничного транспорту до 2020 р., затвердженій Кабінетом міністрів України 16.12.2009 р.

Робота відповідає напрямкам досліджень та розробок, які проводяться на кафедрі «Вагони та вагонне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. По темі дисертації виконано науково-дослідну роботу «Оцінка динамічних характеристик двох та трьохсекційних зчленованих вагонів-платформ із навантаженням 23,5 т/вісь», № ДР 0108U0010680, по якій автор є виконавцем та співавтором звіту.

Мета і завдання досліджень. Мета даної роботи – поліпшення технічних характеристик секційного вагону-платформи за рахунок удосконалення конструкції з урахуванням зниження металоємності.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- провести огляд існуючих конструкцій спеціалізованих вагонів-платформ;
- провести аналіз наукових публікацій, присвячених теоретичним та експериментальним дослідженням міцнісних та динамічних якостей вагонів-платформ;
- розробити математичну модель просторових коливань секційного вагону-платформи для вивчення його динамічних якостей;
- розробити математичну модель напружено-деформованого стану секційного вагону-платформи;
- визначити вихідні параметри для проведення теоретичних досліджень;
- провести теоретичні дослідження міцнісних та динамічних якостей секційного вагону-платформи.

- провести експериментальні дослідження міцнісних характеристик секційного вагону-платформи в реальних умовах експлуатації;
- виконати технічно-економічне обґрунтування розроблених технічних рішень по удосконаленню конструкції секційного вагону-платформи.

Об'єкт дослідження – процес динамічної навантаженості секційних вагонів-платформ.

Предмет дослідження – динамічні та міцнісні якості конструкції секційного вагона-платформи під час експлуатаційних режимів навантаження.

Методи дослідження. У теоретичних дослідженнях використовуються теорія диференціальних та інтегральних рівнянь, а також методи чисельного інтегрування. При міцнісних розрахунках використано метод скінчених елементів. Під час обробки результатів експериментальних досліджень застосовуються методи математичної статистики та теорії імовірності.

Наукова новизна отриманих результатів:

В результаті виконання досліджень отримані наступні наукові результати:

- вперше розроблено математичну модель для визначення та оцінки напружено-деформованого стану шестивісного секційного вагона-платформи, що дозволяє оцінити його міцнісні характеристики при усіх режимах експлуатації з урахуванням особливості з'єднання напіврам;
- вперше розроблено математичну модель просторових коливань секційного вагона-платформи, що дозволяє розглядати рами секцій як окремо, так й у з'єднанні, з урахуванням характеристик вузла зчленування та параметрів пружного адаптеру в буксовому вузлі;
- вперше визначено залежності показників динамічної навантаженості платформ секційного типу від пружньо-дисипативних параметрів візків;
- удосконалено метод експериментальних досліджень вагонів-платформ у визначенні параметрів втомної міцності.

Практичне значення отриманих результатів.

Наукові результати, отримані в результаті виконання дисертаційної роботи, знайшли своє відображення під час проектування, організації виробництва та виготовленні двохсекційного вагону-платформи для великотоннажних контейнерів.

Результати досліджень та конструкторські розробки, які отримано в ході підготовки дисертаційної роботи, впроваджені в Головному спеціалізованому конструкторському бюро вагонобудування ім. В. М. Бубнова, на ВАТ «Азовмаш», а також на кафедрі «Вагони та вагонне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Особистий внесок здобувача полягає в плануванні та проведенні теоретичних і експериментальних досліджень, аналізі отриманих результатів, розробці нових конструктивних рішень. Основні результати виконаних досліджень опубліковані у роботах [1-22]. Роботи [1,14] написані самостійно. В решті робіт здобувачем виконано наступне: у роботі [2] проведений аналіз стану контейнерних перевезень, розглянуті основні тенденції підвищування попиту

на вагони-платформи для контейнерів. У статтях [3-4] виконано огляд існуючих конструкцій довгобазних вагонів-платформ, проведений порівняльний аналіз їх техніко-економічних параметрів із параметрами секційних вагонів-платформ. У статті [5] проведений аналіз експериментальних досліджень дослідного зразку секційного вагону-платформи. У статті [6] проведено порівняльний аналіз економічної ефективності використання для перевезень контейнерів секційного вагону-платформи та довгобазного вагона-платформи. У роботі [7] автором розроблено математичну модель просторових коливань секційного вагону-платформи. У роботі [13] автором розглянуто результати теоретичних досліджень динамічних характеристик вагонів-платформ.

Апробація результатів дисертації. Основні ідеї, положення та результати дисертаційної роботи представлені та обговорені на V Міжнародній науково-технічній конференції «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты» (Росія, м. Санкт-Петербург, 2007 р.), LXVII Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 2007 р.), II Міжнародній науково-технічній конференції молодих фахівців ВАТ «Азовмаш» (м. Маріуполь, 2008 р.), XII Міжнародній конференції проблеми механіки залізничного транспорту (м. Дніпропетровськ, 2008 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: керування економіка і технології» (м. Київ, 2008 р.), 69 Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 2009 р.), 70 Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 2010 р.), IX Міжнародній науковій конференції «Проблеми економіки транспорту» (г. Днепропетровск, 2010 г.).

Дисертаційна робота в повному обсязі доповідалася на засіданні міжкафедрального наукового семінару ДНУЗТ за участю представників кафедр «Вагони та вагонне господарство», «Будівельна механіка», «Прикладна математика», а також членів вченої ради.

Публікації. За результатами проведених досліджень з теми дисертації опубліковано 22 роботи, у тому числі: 7 статей в спеціалізованих наукових виданнях, що входять у перелік ВАК України, 11 матеріалів та тез доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях, 2 патенти на корисні моделі та 2 патенти на промислові зразки.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, 5 розділів з короткими висновками, висновків, списку використаних джерел, додатків. Основний текст дисертації викладено на 156 сторінках, в тому числі 28 таблиць, 78 рисунків, список використаних джерел – на 12 сторінках, 3 додатка – на 50 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі показано актуальність роботи, сформульовано мету і задачі досліджень, їх зв'язок з науковими програмами, зазначено методи досліджень, достовірність отриманих результатів, дано загальну характеристику всіх розділів

дисертації, визначено її наукову новизну, практичне значення та особистий внесок автора, наведено дані про апробацію результатів і публікації.

У *першому розділі* наведено огляд ринку контейнерних перевезень, проаналізовані тенденції попиту на спеціалізований рухомий склад. Розглянуто існуючі конструкції вагонів-платформ для перевезень контейнерів.

Виконано огляд досліджень динамічних та міцнісних якостей вантажних вагонів. Питанню вивчення динаміки залізничних екіпажів присвячено багато робіт. В першу чергу це роботи В.А. Лазаряна, в яких дано основи моделювання, а також описано можливості застосування ЕОМ до рішення задач міцності та динаміки рухомого складу. Великий внесок у теоретичне та експериментальне вирішення задач міцності та динаміки рейкових екіпажів внесли такі вчені як П.С. Анісімов, Є.П. Блохін, В.Д. Данович, С.В. Вершинський, Ю.П. Бороненко, М.Ф. Веріго, Г.І. Богомаз, А.Л. Голубенко, Л.О. Грачева, Ю.В. Демин, М.Б. Кельріх, В.В. Кобищанов, М.Л. Коротенко, В.М. Котуранов, Л.А. Манашкін, С.В. Мямлін, Л.М. Нікольський, Г.М. Орлова, Ю.І. Осенін, О.М. Пшінько, М.О. Радченко, С.Ф. Редько, О.М. Савчук, М.М. Соколов, В.В. Скалозуб, В.П. Ткаченко, О.В. Третьяков, В.Ф. Ушкалов, В.М. Філіпов, І.І. Челноков, Л.А. Шадур, М.М. Хачапуридзе, Ю.М. Черкашин та багато інших.

Крім того, питання динаміки рейкових екіпажів розглянуті в ряді наукових журналів. Динамічні характеристики зчленованих транспортерів проаналізовані у ряді експериментів. Так, наприклад, з метою встановлення умов проїзду на мережі залізниць СРСР у 1983 р. ВНДІЗТом разом з ДІТом були проведені комплексні динамічні, а також по впливу на колію іспити транспортера зчленованого типу вантажопідйомністю 300 т, виготовленого машинобудувальною фірмою МАН (Германія). В процесі іспитів був виявлений ряд особливостей взаємодії транспортеру та колії у кривих. С.С. Крепкогорським розроблена методика експериментальної оцінки поперечної стійкості залізничних транспортерів зчленованого типу. Запропонована методика теоретичної оцінки поперечної стійкості зчленованих транспортерів від перекидання досить добре описує процес проходження транспортером кривих різного радіуса.

Сучасний етап розвитку транспортного машинобудування відрізняється підвищеними вимогами до міцнісних якостей створених одиниць рухомого складу тому на стадії проектування нових конструкцій важлива роль приділяється теоретичним дослідженням їх міцнісних якостей.

Останнім часом, у зв'язку з бурхливим розвитком обчислювальної техніки зросла роль чисельних методів рішення задач будівельної механіки. Найбільш розповсюдженим з них є метод скінчених елементів (МСЕ), який і застосовано в даній роботі для виконання досліджень напружено-деформованого стану конструкції секційного вагону-платформи. Широкому застосуванню МСЕ сприяли роботи О.Зенкевіча, Л.Сегерлінда, Л.А. Розіна, В.А. Постнова, М. Секуловича та інших вчених.

Успішний розвиток МСЕ одержав також у роботах вчених Н.В. Колкунова, П.М. Варвака, В.І. Мяченкова, В.П. Мальцева, В.Н. Котуранова, В.П. Су-

слова, В.М. Бубнова, М.Б. Кельріха, Г.І. Богомаза, Є.П. Блохіна, Й.Г. Барбаса, В.Л. Горобця та інших. Рішення ряду найважливіших міцнісних та динамічних задач показали ефективність цього методу. Він знайшов відображення у «Нормах для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)» видання 1996р., де приведено, що оцінку напружено-деформованого стану вузлів та деталей вагонтяжних вагонів рекомендується проводити методом скінчених елементів. Для проведення аналізу використовується програмний комплекс ANSYS.

У *другому розділі* розглянуті конструктивні особливості секційного вагону-платформи. Проведено розрахунок проходження секцій вагону-платформи, зв'язаних вузлом зчленування, кривих малого радіуса та сортувальних гірок.

Приведено математичні моделі для дослідження динамічних та міцнісних характеристик секційного вагону-платформи, враховуючи особливості з'єднання секцій вагону-платформи та спирання на середній візок.

Вагон розглядається як система твердих тіл, з'єднаних жорсткими, шарнірними, пружними і дисипативними елементами. Розрахункова схема вагона, що рухається по пружній інерційній колії, представлена механічною системою 17-ти твердих тіл – дві напіврами, три надресорні балки, шість бічних рам та шість колісних пар. Колія розглядається інерційним пружним-грузлим. Він моделюється приведеною до кожного колеса масою (вісім приведених мас), що має тільки вертикальне та поперечне горизонтальне переміщення та спирається у цих напрямках на пружини та демпфери грузлого тертя, моделюючи пружні-дисипативні властивості рейок та підрейкової основи. Продольні та кутові переміщення колії такою моделлю не враховуються. Положення твердого тіла відносно природної системи координат описується величинами $x, y, z, \psi, \phi, \theta$ (рис.1).

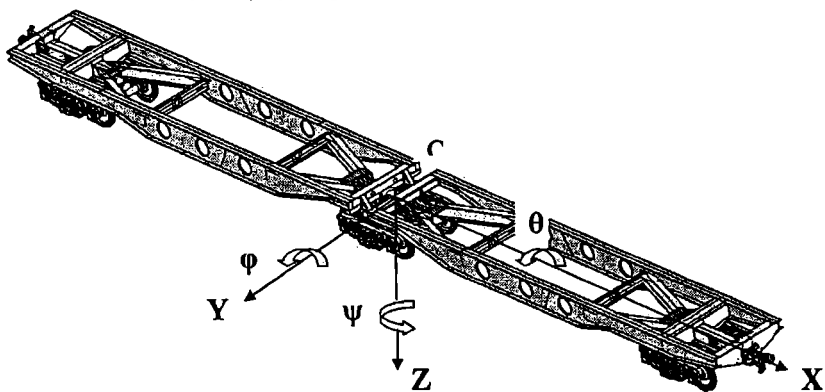


Рис.1. Розрахункова схема секційного вагону-платформи

Поступальні переміщення x, y, z та кути повороту ψ, ϕ, θ описують відповідно посмикування, бічний відніс, підскакування та вилання, галопування, бічну качку твердого тіла.

При позначенні координат твердих тіл системи наведені наступні індекси: напіврами – p_1, p_2 , надресорні балки – ni ($i=\overline{1,3}$), бічні рами – bi ($i=\overline{1,6}$), колісна пара – i ($i=\overline{1,6}$ – номер колісної пари по ходу руху екіпажа), колесо – ij ($j=1$ – лівий бік вагона, $j=2$ – правий), колія в містах контакту – r_{ij} .

При визначенні числа ступенів свободи розглянутої механічної системи прийняті до уваги обмеження, накладені на переміщення тіл у силу загально-прийнятих допущень та конструктивних особливостей ходових частин вагона. Враховуючи в'язі, маємо, що число ступенів свободи розглянутої системи дорівнює 87.

Диференціальні рівняння руху вагону-платформи по колії довільного обрису отримані у формі рівнянь Лагранжа другого роду:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} = Q_i, \quad (i = 1, \dots, 87), \quad (1)$$

де $q_i, \dot{q}_i$ – узагальнені координати та їх швидкості;

T – кінетична енергія;

Π – потенційна енергія;

Φ – функція розсіювання;

Q_i – узагальнені сили взаємодії коліс та колії.

Кінетична енергія системи отримана додаванням кінетичних енергій тіл, які входять у систему. Для кожного з тіл кінетична енергія визначається за теоремою Кенінга. У загальному випадку кінетична енергія для j -го твердого тіла записується в наступному виді:

$$T_j = \frac{1}{2} m_j [(\dot{s} + \dot{x}_j - y_j \dot{\chi}_j)^2 + (\dot{y}_j + x_j \dot{\chi}_j)^2 + (\dot{z}_j - \dot{h}_{nj})^2] + \\ + \frac{1}{2} I_{xj} (\dot{\theta}_j + \dot{\theta}_{nj})^2 + \frac{1}{2} I_{zj} (\dot{\psi}_j + \dot{\chi}_j)^2 + \frac{1}{2} I_{yj} (\dot{\phi}_j + \dot{\phi}_{nj})^2. \quad (2)$$

Потенційна енергія системи Π визначається як сума енергій пружних деформацій Π_1 та змін енергій Π_2 внаслідок підйому або опускання центрів мас тіл, що входять у систему.

Потенційна енергія Π_1 деформацій пружних елементів визначається за теоремою Клапейрона в такий спосіб:

$$\Pi_1 = \frac{1}{2} \left[k_{uz} \sum_{i=1}^6 \Delta_{uzi}^2 + k_{cy} \sum_{i=1}^6 \Delta_{cyi}^2 + k_{c\psi} \sum_{i=1}^6 \Delta_{c\psi i}^2 \right] + \\ + \frac{1}{2} \left[k_{6z} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^2 \Delta_{6zij}^2 + k_{6y} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^2 \Delta_{6yij}^2 + k_{6x} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^2 \Delta_{6xij}^2 \right] + \\ + \frac{1}{2} k_{\theta} \sum_{i=1}^3 \Delta_{\theta i}^2 + \frac{1}{2} \left[k_{rz} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^2 \Delta_{rzij}^2 + k_{ry} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^2 \Delta_{ryij}^2 \right]. \quad (3)$$

Дисипативна функція для розглянутої системи має вигляд:

НТБ
ДНУЗТ

$$\begin{aligned}
\Phi = & \frac{1}{2} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^2 (\beta_{6z} \dot{\Delta}_{6zij}^2 + \beta_{6y} \dot{\Delta}_{6yij}^2 + \beta_{6x} \dot{\Delta}_{6xij}^2) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^2 (\beta_{rz} \dot{\Delta}_{rzij}^2 + \beta_{ry} \dot{\Delta}_{ryij}^2) + \\
& + F_{uz} \sum_{i=1}^6 |\dot{\Delta}_{uzi}| + F_{uy} \sum_{i=1}^6 |\dot{\Delta}_{uyi}| + \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^2 (F_{6z} |\dot{\Delta}_{6zij}| + F_{6y} |\dot{\Delta}_{6yij}| + F_{6x} |\dot{\Delta}_{6xij}|) + \\
& + W_{\alpha\psi} \sum_{i=1}^6 |\dot{\Delta}_{\alpha\psi i}| + W_{\psi} \sum_{i=1}^3 |\dot{\Delta}_{\psi i}|.
\end{aligned} \quad (4)$$

Залежності сил взаємодії коліс і колії, від їх відносних переміщень в зоні контакту апроксимовані таким чином:

$$X_{ij} = -\frac{F_{ij} \varepsilon_{xij}}{\sqrt[4]{(F_{ij}^* \varepsilon_{ij})^4 + 1}}; \quad Y_{\alpha ij} = -\frac{F_{ij} \varepsilon_{\alpha ij}}{\sqrt[4]{(F_{ij}^* \varepsilon_{ij})^4 + 1}}. \quad (5)$$

Подовжня і поперечна складові відносної швидкості прослизання j -го колеса i -ої колесної пари по колії визначаються таким чином:

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{xij} &= (\dot{x}_i + (-1)^{j+1} d_{ij}^* \dot{\psi}_i) V^{-1} - \Delta r_{ij} r^{-1} + (-1)^{j+1} d_{ij}^* K_i; \\
\varepsilon_{yij} &= (\dot{y}_i - \dot{y}_{rij} - r_{ij} \dot{\theta}_i) V^{-1} - \psi_i + (-1)^{j+1} a K_i; \\
\varepsilon_{\alpha ij} &= \varepsilon_{yij} / \cos \alpha
\end{aligned} \quad (6)$$

Узагальнені сили Q_i отримані після підстановки (6) в (5) і складання можливих робіт сил взаємодії коліс і колії. Ненульові елементи вектора рівні:

$$\begin{aligned}
Q_{i+7} &= \sum_{j=1}^2 E_{ij} \quad (i = \overline{1,6}); \\
Q_{i+24} &= \sum_{j=1}^2 (-1)^{j+1} d_{ij}^* X_{ij} \quad (i = \overline{1,6}); \\
Q_{i+57} &= \sum_{j=1}^2 X_{ij} \quad (i = \overline{1,6}); \\
Q_i &= -E_{k1}, \quad (i = 64, 66, 68, 70, 72, 74 \quad k = \overline{1,6}); \\
Q_i &= -E_{k2}, \quad (i = 65, 67, 69, 71, 73, 75 \quad k = \overline{1,6}); \\
Q_i &= \frac{1}{2d_{i1}} \sum_{j=1}^2 r_{kj} E_{kj}, \quad (i = 76, 78, 80, 82, 84, 86 \quad k = \overline{1,6}); \\
Q_i &= -\frac{1}{2d_{i1}} \sum_{j=1}^2 r_{kj} E_{kj}, \quad (i = 77, 79, 81, 83, 85, 87 \quad k = \overline{1,6}),
\end{aligned} \quad (7)$$

де $E_{ij} = Y_{\alpha ij} / \cos \alpha_j - P_{ij} r' \cos \alpha_j$.

Після підстановки у (1) отриманих виражень кінетичної (2) та потенційної (3) енергій, функцій розсіювання (4) та узагальнених сил (7) отримана система нелінійних диференціальних рівнянь 174-го порядку, яка описує змушені коливання секційного вагону-платформи.

Розрахунок міцнісних характеристик секційного вагону-платформи проводився методом скінчених елементів (МСЕ) з використанням програмно-обчислювального комплексу *ANSYS/v.10.0*. Розрахункова схема являє собою просторову пластинчасту модель. У якості кінцевого елемента обраний плас-

тинчастий елемент типу *SHELL 43*. Використані кінцеві елементи мають лінійні функції форми та шість ступенів свободи у кожному вузлі, переміщення уздовж осей x , y , z та повороти навколо цих осей. При накладенні одного елемента конструкції на інший враховується один елемент із їх сумарною товщиною. Скінчено-елементна модель рами вагона наведена на рис. 2.

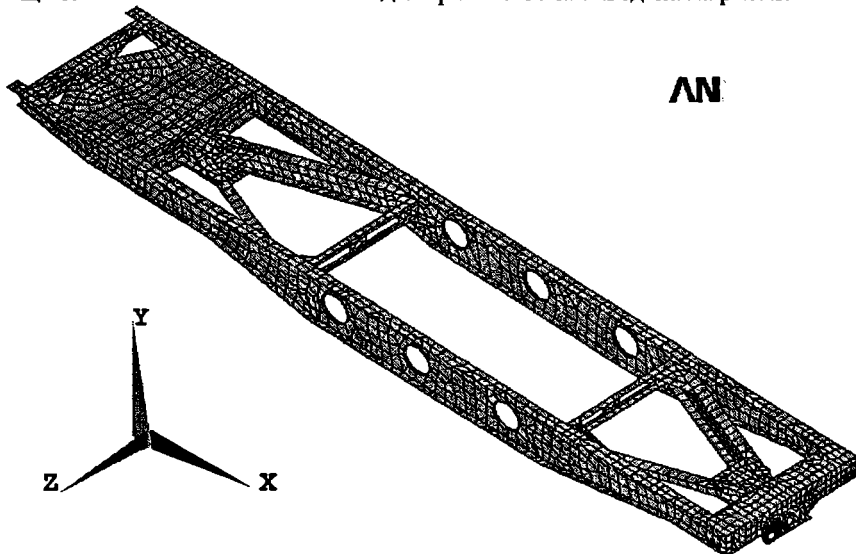


Рис.2. Скінчено-елементна модель секції вагону-платформи.

Як глобальна система координат при складанні розрахункової схеми була обрана права, декартова система з центром на подовжній осі вагона в площині нейтральної осі лобової балки. Вісь « X » системи координат спрямована уздовж подовжньої осі вагону, вісь « Y » - вертикально вгору. У конструкції вузла зчленування передбачено клин, який виключає зазори в подовжньому напрямі між деталями. Таким чином, при передачі подовжніх зусиль вузол зчленування працює як жорсткий стрижень.

З метою вибору схем завантаження для скінчено-елементного аналізу були визначені згинальні моменти для можливих 16 схем завантаження контейнерами. Визначено основні розрахункові режими та комбінації навантажень, що діють на платформу в експлуатації при русі по залізничній колії. Обрано максимально допустимі напруження для елементів конструкції напіврами при відповідних режимах навантаження.

У *третьому розділі* розглядається динамічна навантаженість вагону-платформи при русі по прямих та кривих ділянках колії на візках різних конструкцій. Для оцінних розрахунків обрані три схеми завантаження вагону-платформи контейнерами: при мінімальному навантаженні на візки (рис. 3), при максимальному несиметричному (рис. 4), та максимальному симетричному навантаженні на візки (рис. 5), крім того розглянуто рух порожнього вагону-платформи.

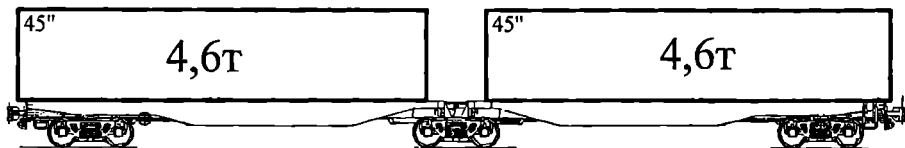


Рис. 3. Схема навантаження № 1

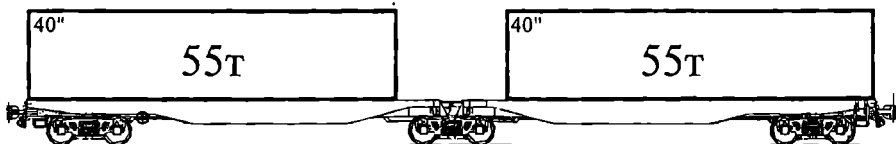


Рис. 4. Схема навантаження № 2

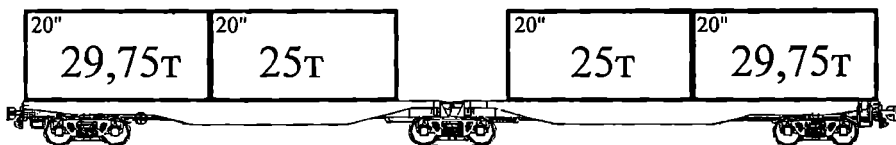


Рис. 5. Схема навантаження № 3

При розрахунках оцінюються коефіцієнти вертикальної ($K_{дв}$), горизонтальної ($K_{дг}$) динаміки та коефіцієнт запасу стійкості від вкочування колеса на рейку (K_y), що є основними динамічними показниками для вантажних вагонів.

Результати розрахунків для порожньої платформи при русі по прямій ділянці колії наведено на рис. 6. Позначення, що використовуються на графіках, наведені у табл.1.

Таблиця 1

Позначення варіантів виконання сковзунів

Тип сковзунів	Модель візка	Позначення
Жорсткі сковзуни	18-100	— 1
	18-1711	— 2
Пружні сковзуни	18-100	— 3
	18-1711	— 4

Жирними вертикальними лініями на усіх графіках показані допустимі швидкості руху платформи, а горизонтальними лініями – допустимі значення динамічних показників.

НТБ
ДНУЗТ

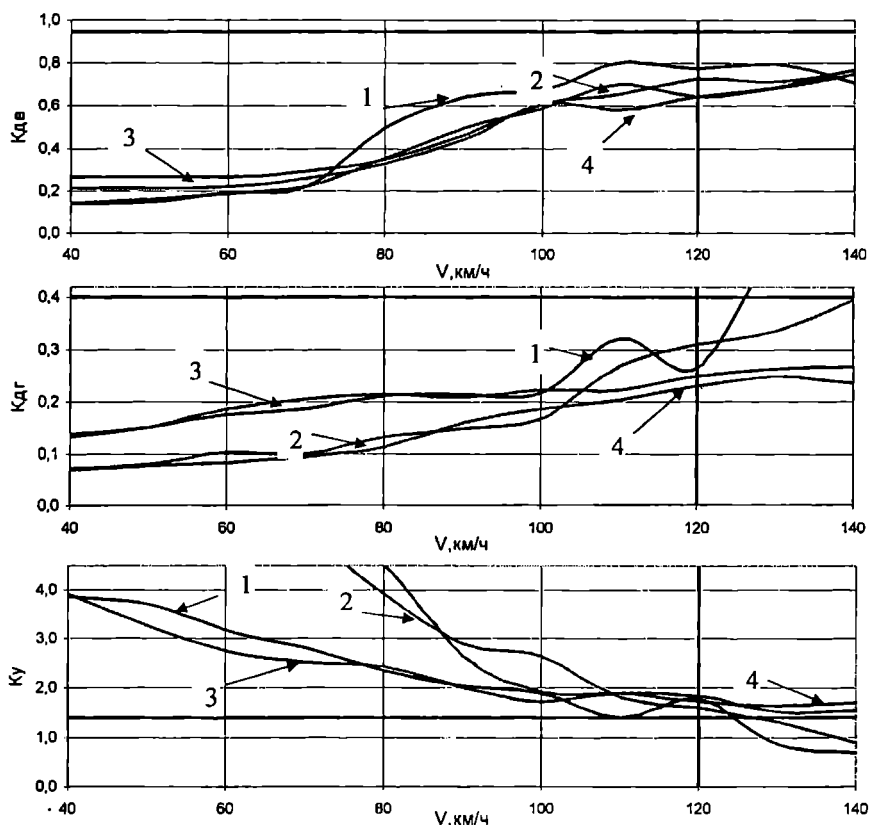


Рис. 6. Динамічні показники порожньої секційної платформи.

Пряма ділянка колії.

Подібні розрахунки проведені для кривих середнього та малого радіуса. Отримано наступні результати: величини динамічних показників для всіх варіантів візків і сковзунів, на всіх розглянутих ділянках колії залишаються в допустимих межах при розглянутих варіантах завантаження вагону-платформи. Найгірші результати отримані для платформи, завантаженої порожніми 45-футовими контейнерами (рис. 3), хоча динамічні показники і не виходять за допустимі межі при швидкостях нижче встановлених для вибраних ділянок.

Після проведення теоретичних досліджень динамічних характеристик секційного вагону-платформи виконано теоретичні дослідження з оцінки міцнісних характеристик вагону-платформи з урахуванням вимог нормативної документації.

Дослідження проведено для випадку завантаження секційного вагону-платформи 20, 30, 40 та 45-футовими контейнерами. Напружено-деформований стан секції вагону-платформи було оцінено при I, III і ремонтних режимах відповідно до «Норма для расчета и проектирования новых и

модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)». Для прикладу наведено напружено деформований стан секції вагону-платформи при I режимі (розтягуванні) при завантаженні 20-футовими контейнерами до повної вантажопідйомності (рис. 7).

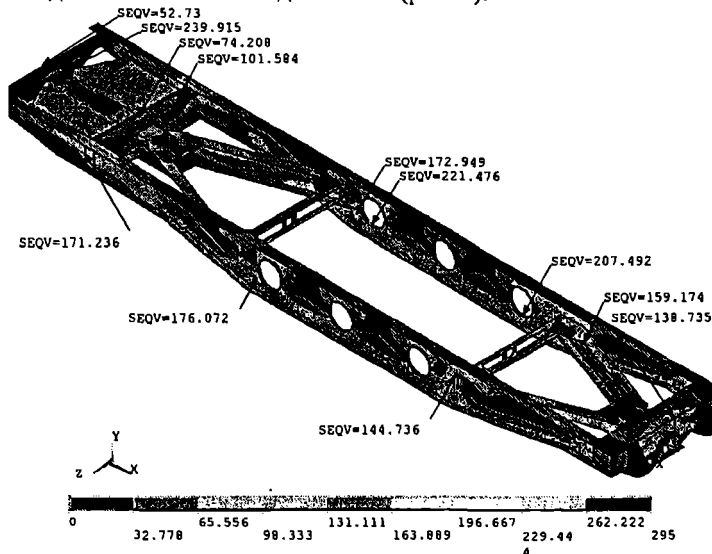


Рис. 7. Напружено-деформований стан секції при I режимі розтягуванні (два 20-футові контейнери), напруження наведені в МПа.

Еквівалентні напруження σ_Q визначаються відповідно до четвертій теорії міцності за формулою:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot ((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2)}. \quad (8)$$

Головні напруження (σ_1 , σ_2 , σ_3) отримані з компонентів тензора напруження розв'язком кубічного рівняння:

$$\begin{vmatrix} \sigma_x - \sigma_0 & \sigma_{yx} & \sigma_{zx} \\ \sigma_{xy} & \sigma_y - \sigma_0 & \sigma_{zy} \\ \sigma_{xz} & \sigma_{yz} & \sigma_z - \sigma_0 \end{vmatrix} = 0, \quad (9)$$

де σ_0 – головні напруження, величини головних напружень ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) приймаються так, щоб виконувалася умова ($\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$).

Оцінка утомної міцності секційного вагону-платформи проведено згідно «Нормам для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)» за коефіцієнтом запаса опору утомі n , за формулою:

$$n = \frac{\sigma_{a,N}}{\sigma_{a,3}} \geq [n]. \quad (10)$$

Для аналізу утомної міцності були розглянуті випадки завантаження вагону-платформи 20, 30, 40 та 45-футовими контейнерами. Використовуючи

програмно обчислювальний комплекс *ANSYS/v.10.0.*, визначено максимальні напруження, що виникають в конструкції при вертикальних статичних навантаженнях, максимальні прогини (рис. 8) і частоти власних коливань (рис.9). Для прикладу перераховані показники наведені для випадку завантаження вагону-платформи 20-футовими контейнерами.

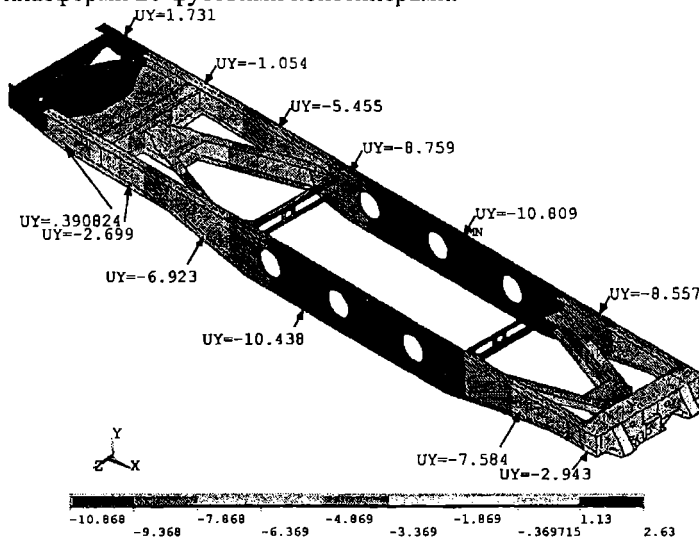


Рис. 8. Прогин секції вагону-платформи від дії сили тяжіння бруто двох 20-футових контейнерів, прогин наведений в мм
FREQ=1.959

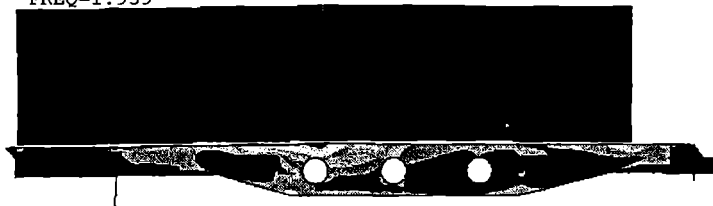


Рис. 9. Вертикальні коливання секції вагону-платформи під впливом ваги бруто 20-футових контейнерів.

Згідно «Норм...» мінімально допустимий коефіцієнт запасу опору втомі для випадку використання статистично надійних даних по $\sigma_{a,N}$ при $p=0,95$

і наближених по $\sigma_{a,z}$, визначених розрахунковим шляхом, приймається $[n] = 1,5$. Умова міцності $n \geq [n]$ виконується для всіх досліджуваних зон.

У четвертому розділі розглянуті експериментальні дослідження вагону-платформи. Випробування платформи проводилися у випробувальному центрі «Азовмаштест», відповідно до «Програми і методики попередніх випробувань 1839.00.000 ПМ1», по якій здобувач є співавтором. Для проведення попередніх випробувань був виготовлений дослідний зразок секційного вагону-платформи (рис.10). Напруження від вертикальної статки створюва-

лись шляхом вантаження на вагон-платформу 20 і 40-футових контейнерів, завантажених до повної вантажопідйомності.

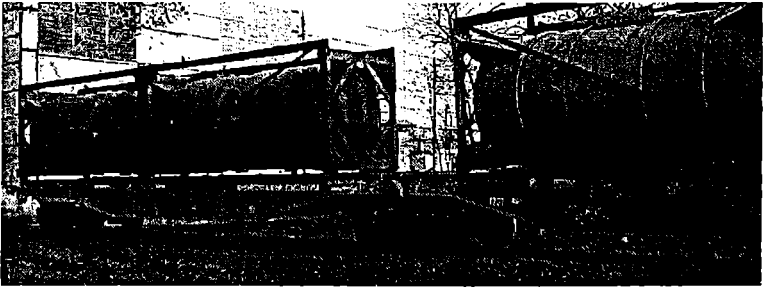


Рис. 10. Дослідний зразок секційного вагону-платформи, завантажений 20-футовими контейнерами

Напружений стан елементів конструкції платформи оцінюється при наступних режимах роботи в експлуатації: I, III і ремонтних режимах.

У досліджуваних зонах платформи для одиночних тензорезисторів напруга, МПа визначалася за формулою:

$$\sigma = E \cdot \epsilon, \quad (11)$$

де E - модуль пружності першого роду. Для сталі $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;
 ϵ - відносна деформація.

Для Т-подібної розетки вважаючи, що коефіцієнт Пуассона $m = 0,3$ і що напрями головних напружень σ_1 і σ_2 , МПа відомі (σ_1 і σ_2 мають напрями, відповідні ϵ_1 і ϵ_2):

$$\sigma_1 = 1,1\epsilon_1 \cdot E + 0,33\epsilon_2 \cdot E, \quad (12)$$

$$\sigma_2 = 1,1\epsilon_2 \cdot E + 0,33\epsilon_1 \cdot E, \quad (13)$$

де: ϵ_1 і ϵ_2 - відносні деформації.

Еквівалентні напруження σ_s , МПа визначаються за формулою:

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} \quad (14)$$

При проведенні випробувань на співударяння обробка осцилограм виконувалась методом максимальних значень амплітуд.

Після проведення випробувань на міцність було проведено порівняння результатів експерименту з результатами теоретичних досліджень. Різниця між значеннями еквівалентних напружень, отриманих під час іспитів та розрахунковим шляхом, складає 10÷15%. Достатньо висока збіжність результатів свідчить про достовірність попередніх розрахунків.

Випробування на проходження кривих малого радіусу проведено на атестованих ділянках колії ВАТ «Азовмаш», що мають кругові і S - образні криві розрахункових радіусів. Встановлено, що забезпечується автоматичне зчеплення секційного вагону-платформи з вагоном-еталоном в кривій, а також здійснюється вільний прохід платформою кривих малого радіусу, що відповідають I групі вагонів, як в зчепі, так і одиночного вагону. При цьому відсутнє торкання елементів рами з ходовими частинами і гальмівним обладнанням.

Для проведення досліджень утомної міцності розроблено оригінальну схему навантаження і вдосконалено режим навантаження, який точніше відображає навантаженість конструкції платформи в експлуатації.

У *п'ятому розділі* проведено техніко-економічне обґрунтування використання секційного вагону-платформи для перевезення великотоннажних контейнерів. Розраховані всі техніко-економічні параметри секційного вагону-платформи. Визначені осьові навантаження і навантаження на колію від вагону при всіх схемах завантаження вагону-платформи контейнерами. Виконано порівняльний аналіз економічної ефективності використання для перевезення контейнерів секційного вагону-платформи і 80-ти футового вагону-платформи. При освоєнні однакового об'єму перевезень, сумарні витрати компанії-оператора залізничних перевезень на життєвий цикл парку секційних вагонів-платформ значно нижчі (на 36,5%), ніж 80-ти футових вагонів-платформ. Такий економічний ефект досягається шляхом економії витрат залізниць при перевезенні, яке виходить за рахунок значного більшого використання вантажопідйомності контейнерів при впровадженні секційного вагону-платформи.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують науково-практичне завдання поліпшення техніко-економічних характеристик секційних вагонів-платформ.

Основні результати та висновки дисертаційної роботи полягають у наступному:

1. Проаналізовані тенденції розвитку контейнерних перевезень, а також потреба розширення парку спеціалізованих вагонів компаніями-операторами країн СНД. Отримано висновок про те, що необхідно мати вдосконалений рухомий склад для контейнерних перевезень, з покращеними технічними характеристиками.
2. Виконано огляд існуючих конструкцій вагонів-платформ для перевезення контейнерів, визначені шляхи для подальшого удосконалення конструкції вагонів-платформ, обрано оптимальний тип контейнерних платформ.
3. Проаналізовані результати теоретичних і експериментальних досліджень динамічних і міцнісних якостей вантажних вагонів, у тому числі і вагонів-платформ. Визначені напрями подальших досліджень по удосконаленню конструкції вагонів-платформ.
4. У роботі запропоновано нове рішення науково-прикладної задачі, направленої на підвищення вантажопідйомності вагонів-платформ і поліпшення їх технічних характеристик шляхом вдосконалення конструкції. Це досягається за рахунок застосування в конструкції вагону-платформи вузла зчленування, який сполучає напівтрами між собою, та спирається на проміжний візок. Таке технічне рішення дозволяє при незначному збільшенні маси тари істотно підвищити вантажопідйомність вагону.
5. Вперше розроблена математична модель для визначення і оцінки напружено-деформованого стану шестивісного секційного вагону-платформи, яка

дозволяє оцінити його міцнісні характеристики при усіх режимах експлуатації, враховуючи особливості з'єднання напіврам. Використання даної математичної моделі на додаток до нормативних вантажень дозволяє розглядати напружено-деформований стан елементів конструкції при різних схемах навантаження контейнерів. Виконана оцінка міцнісних якостей секцій вагону-платформи, яка показала, що сумарні напруження не перевищують нормативних значень на усіх основних розрахункових режимах.

6. Вперше розроблена математична модель просторових коливань секційного вагону-платформи, яка дозволяють розглядати просторові коливання рами секцій як окремо, так і в з'єднанні з урахуванням конструктивних особливостей та характеристик вузла зчленування, а також з урахуванням параметрів центрального підвішування, буксового підвішування у вигляді пружного адаптера і пружно-дисипативних властивостей скочзунів.

7. Виконані теоретичні дослідження з використанням моделювання просторових коливань вагону-платформи на програмному комплексі DYNRAIL, до якого внесені відповідні доповнення, що враховують конструктивні особливості даного типу вагону. При цьому досліджується рух вагону-платформи по прямолінійному і криволінійним ділянкам колії різного радіусу (200 м, 300 м і 600 м) як з різними схемами завантаження, так і в порожньому стані. Моделювання виконане для вагонів-платформ з використанням різних конструкцій візків.

8. В результаті розрахунків отримані основні динамічні характеристики, які свідчать про те, що запропоновані технічні рішення по удосконаленню конструкції вагону-платформи сприяють також поліпшенню динамічних характеристик.

9. Виконані експериментальні дослідження дослідного зразка вагону-платформи і визначені основні міцнісні характеристики і показники безпеки руху.

10. Результати проведених випробувань дослідного зразка секційного вагону-платформи для перевезення великотоннажних контейнерів показали, що у всіх досліджених зонах конструкції вагону-платформи еквівалентні напруження задовольняють вимогам, при цьому залишкові деформації відсутні.

11. Виконано порівняння результатів теоретичних і експериментальних досліджень по еквівалентним напруженням по першому і третьому режимам навантаження. Отримані розбіжності в межах допустимого діапазону, який не перевищує 15%, що дозволяє зробити висновок про високу збіжність результатів.

12. Вирішено завдання по збільшенню завантаженості 20-футових контейнерів, що є дуже важливим при перевезенні наливних вантажів.

13. Вирішено завдання, направлене на зменшення прогину вагону-платформи при максимальній вантажопідйомності, що призводить до зниження амплітуди утомних навантажень.

14. Вдосконалено метод експериментальних досліджень вагонів-платформ в частині визначення утомної міцності. Це дозволило спрогнозува-

ти поведінку вагону-платформи в реальних умовах експлуатації і оцінити його показники надійності.

15. Визначені основні техніко-економічні характеристики секційного вагону-платформи і виконана оцінка напружено-деформованого стану конструкції цього вагону під час завантаження різних типів контейнерів, а також оцінені можливі навантаження на колію.

16. Виконано порівняльний аналіз економічної ефективності використання секційного вагону-платформи і 80-футового вагону-платформи для перевезення контейнерів. При освоєнні однакового об'єму перевезень сумарні витрати залізничної компанії-оператора на життєвий цикл парку вагонів секційного типу значно нижчі (на 36,5%), ніж витрати при використанні 80-футових вагонів-платформ. Економічний ефект від використання секційної платформи замість 80-футовою за весь життєвий цикл складає 306074,3 тис. грн. Такий ефект досягається, насамперед, у наслідок економії витрат на оплату послуг залізниць за перевезення, яку отримано за рахунок повнішого використання вантажопідйомності контейнерів при впровадженні секційного вагону-платформи.

17. Результати роботи впроваджені при проектуванні вагонів-платформ секційного типу на ВАТ «Азовмаш» в ТОВ «ГСКБВ ім. В.М. Бубнова» (акт впровадження від 10.05.10 р.), а також при виконанні теоретичних і експериментальних дослідженнях на кафедрі «Вагони і вагонне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (акт впровадження від 21.06.10 р.).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні наукові результати дисертації опубліковані у наступних фахових виданнях України, які затверджені ВАК:

1. Гуржи Н. Л. Разработка конструкции шарнирно-соединенного вагона-платформы для крупнотоннажных контейнеров / Н. Л. Гуржи. // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту – 2009. – Вип. 17. – С. 136-145.
2. Бубнов В. М. Тенденции развития контейнерных перевозок / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Андрущенко. // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту – 2008. – Вип. 14. – С. 34-40.
3. Бубнов В. М. Повышение грузоподъемности вагонов-платформ / [В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Андрущенко, И. В. Юрцевич.] // Вагоны и вагонное хозяйство.- 2008.- № 2 (14). – С. 43.
4. Бубнов В. М. Совершенствование конструкции подвижного состава для перевозки контейнеров / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Андрущенко. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. Вип. №11 – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 138-140.
5. Бубнов В. М. Экспериментальные исследования шарнирно-соединенного вагона-платформы для крупнотоннажных контейнеров модели 13-1839 / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Гуржи. // Вісник Дніпропетр.

нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2009. Вип. №28 – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2009. – С. 12-16.

6. Бубнов В. М. Определение экономической эффективности использования вагонов-платформ секционного типа / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Гуржи. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2010. Вип. №32 – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2010. – С. 246-250.

7. Мямлин С. В. Математическое моделирование пространственных колебаний сочлененных вагонов-платформ / С. В. Мямлин, В. М. Бубнов, Н. Л. Гуржи. // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства транспорту та зв'язку України: Серія «Транспортні системи і технології». – Вип. 16.– К.:ДЕТУТ. – 2010. – С.157-171.

8. Пат. 34600 Україна, МПК В61D 3/00 В61F 1/00. Вагон-платформа / Бубнов В. М., Тусіков Є. К., Маринюк В. С., Тисенко О. І., Анісімов В. І., Бурков О. В., Нікітченко А. А., Андрущенко Н. Л.; заявник та власник Товариство з обмеженою відповідальністю «Головне спеціалізоване конструкторське бюро вагонобудування» - № u200805299; заявл.23.04.08; опубл. 11.08.08, Бюл. №15.

9. Пат. 73324 Российская федерация, МПКПО⁹ 12-03. Вагон-платформа / Бубнов В. М., Тусіков Є. К., Маринюк В. С., Тисенко А. И., Анисимов В. И., Бурков А. В., Нікітченко А. А., Андрущенко Н. Л.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Главное специализированное конструкторское бюро вагоностроения» - № 2008502010; заявл.09.06.08; опубл. 16.12.09.

10. Пат. 19446 Україна, МПКПО 12-03. Вагон зчленований для перевезення великотоннажних контейнерів / Тусіков Є. К., Маринюк В. С., Супрун А. Р., Лапандина В. И., Мосьпан В. М., Гуржи Н. Л., Батманова Т. А., Авакумова А. Л.; заявник та власник Товариство з обмеженою відповідальністю «Головне спеціалізоване конструкторське бюро вагонобудування» - № s200900687; заявл.16.06.09; опубл. 10.09.09, Бюл. №17.

11. Пат. 43163 Україна, МПК . Вагон зчленований для перевезення великотоннажних контейнерів / Тусіков Є. К., Маринюк В. С., Супрун А. Р., Лапандина В. И., Мосьпан В. М., Гуржи Н. Л., Батманова Т. А., Авакумова А. Л.; заявник та власник Товариство з обмеженою відповідальністю «Головне спеціалізоване конструкторське бюро вагонобудування» № u200900709; заявл.30.01.09; опубл. 10.08.09, Бюл. №15.

Окремі матеріали дисертації викладено у додаткових працях:

12. Bubnov V. M. Improvement of rolling-stock structure for transportation of containers / V. M. Bubnov, S. V. Myamlin, N. L. Gurzhi. // Transbaltica 2009: proc. of the 6th intern. Scientific conf., Vilnius, 22-23 april 2009. – Vilnius, 2009. – P. 15-18.

13. Jalovoy A. I. Investigation into dynamic properties of the platform / A. I. Jalovoy, I. V. Jurceviich, N. L. Gurzhi. // Transbaltica 2009: proc. of the 6th intern. Scientific conf., Vilnius, 22-23 april 2009. – Vilnius, 2009. – P. 162-166.

Дніпропетровське національне
університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

14. Гуржи Н. Л. Сравнение экономических показателей вагонов-платформ для крупнотоннажных контейнеров различных типов / Н. Л. Гуржи. // Тезисы докладов IX Международной научной конференции «Проблемы экономики транспорта» – Дніпропетровськ. – 2010. – С. 42.

15. Бубнов В. М. Оценка прочности вагона-платформы под действием эксплуатационных нагрузок / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Андрущенко. // Проблемы и перспективы развития вагоностроения: IV Всерос. научно-практич. конф., 9-10 окт.– тезисы докл. – Брянск, 2008. – С. 26.

16. Бубнов В. М. Математическое моделирование динамики вагона сочлененного типа / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Гуржи. // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: V междунар. науч.-технич. конф., 8-12 июля 2009 г.: тезисы докл. – СПб., 2009. – С.22-24.

17. Бубнов В. М. Повышение грузоподъемности вагонов-платформ для перевозки контейнеров / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Андрущенко. // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: V междунар. науч.-технич. конф., 4 - 6 июля 2007 г.: тезисы докл. – СПб., 2007. – С. 42-44.

18. Бубнов В. М. Особенности конструкции сочлененного вагона-платформы / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Андрущенко. // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта. 67 междунар. науч-практич конф., – Днепропетровск -2007. – С.50-51.

19. Бубнов В. М. Сочлененные платформы как одно из перспективных направлений вагоностроения / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Андрущенко. // Сборник тезисов II международной научно-технической конференции молодых специалистов «Азовмаш-2008» при участии ЮНЕСКО. – Мариуполь-2008. – С.40

20. Бубнов В. М. Повышение эффективности контейнерных перевозок за счет применения сочлененных вагонов-платформ / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Андрущенко. // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: Управління, економіка і технології: IV міжнародна науково-практична конференція, тези доповідей – Київ, 2008. –С. 14

21. Бубнов В. М. Оценка прочности сочлененного вагона-платформы с использованием метода конечных элементов / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Андрущенко. // Проблемы механики железнодорожного транспорта: Безопасность движения, динамика, прочность подвижного состава и энергосбережение: XII международная конференция, 28 - 30 мая 2008 г.: тезисы докл. – Днепропетровск, 2008. – С.45.

22. Бубнов В. М. Экспериментальные исследования вагона-платформы сочлененного типа / В. М. Бубнов, С. В. Мямлин, Н. Л. Гуржи. // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта. 70 междунар. науч-практич конф., – Днепропетровск-2010. – С.65.

АНОТАЦІЯ

Гуржи Н. Л. Поліпшення технічних характеристик секційного вагону-платформи шляхом вдосконалення конструкції – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.22.07 – рухомий склад залізниць і тяга потягів. Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпропетровськ, 2010.

Дисертація присвячена розробці нового типу рухомого складу для перевезення контейнерів – секційного вагону-платформи. Вперше розроблені математичні моделі для розрахунку динамічних і міцнісних характеристик вагону-платформи секційного типу. Досліджені показники втомної міцності і вдосконалені методи експериментальних досліджень. Проведено порівняльний аналіз економічної ефективності використання вагону-платформи секційного типу і вагону-платформи с подовженою базою.

Ключові слова: контейнерні перевезення, вагон-платформа, вантажопідйомність, вузол зчленування, експериментальні дослідження, динамічна навантаженість, міцнісні характеристики, втомна міцність.

АННОТАЦІЯ

Гуржи Н. Л. Улучшение технических характеристик секционного вагона-платформы путем совершенствования конструкции – 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, 2010.

В диссертации выполнен анализ конструкций существующих вагонов-платформ для перевозки контейнеров. Установлено, что увеличить грузоподъемность вагона-платформы, оставляя неизменной нагрузку на ось можно за счет увеличения числа тележек. Тем самым укоротить неподкрепленную базу вагона-платформы и соответственно уменьшить прогиб от статической нагрузки. Разработаны предложения по созданию перспективной конструкции секционного вагона-платформы. Сформулирована цель, поставлены задачи исследования.

Разработана методика расчета прочностных и динамических характеристик секционного вагона-платформы, учитывающая особенности соединения секций вагона-платформы узлом сочленения. В ходе проведения прочностных испытаний получено удовлетворительное согласование результатов теоретических и экспериментальных исследований.

На основании проведенных исследований создан секционный вагон-платформа для крупнотоннажных контейнеров модель 13-1839, который в настоящее время прошел полный комплекс предварительных испытаний, защищен патентами.

Методом математического моделирования проведены исследования динамических характеристик секционного вагона-платформы при движении по неровностям пути на прямых и кривых участках пути в различных интервалах скоростей вплоть до конструкционной.

Анализ проведенных расчетов показал, что применение тележек с буксовым подвешиванием улучшает показатели продольной и вертикальной динамики вагона-платформы, самой неблагоприятной схемой загрузки платформы является погрузка на вагон-платформу двух 45-футовых контейнеров.

Методом конечных элементов проанализированы прочностные характеристики секционного вагона-платформы при различных режимах эксплуатации. Показано, что при максимальных сжимающих и растягивающих усилиях напряжения, возникающие в конструкции секционного вагона-платформы, находятся в пределах допускаемых значений. Определена частота собственных колебаний секционного вагона-платформы в вертикальной плоскости под воздействием статической нагрузки. Основываясь на значениях собственной частоты для различных схем загрузки, проведен анализ усталостной прочности секционного вагона-платформы.

Дана сравнительная оценка эффективности работы секционного вагона-платформы и длиннобазного вагона-платформы. При освоении одинакового объема перевозок суммарные затраты на использование парка секционных вагонов-платформ за весь жизненный цикл на 36,6 % ниже чем при использовании длиннобазных вагонов-платформ. Что показывает бесспорную выгоду пополнения вагонного парка, используемого для перевозки крупнотоннажных контейнеров, специализированными вагонами-платформами секционного типа.

Ключевые слова: контейнерные перевозки, вагон-платформа, грузоподъемность, узел сочленения, экспериментальные исследования, динамическая нагруженность, прочностные характеристики, усталостная прочность.

THE SUMMARY

Improvement of technical descriptions of sectional carriage-platform by perfection of construction is Manuscript.

Dissertation on the competition of graduate degree of candidate of engineering sciences on speciality 05.22.07 is a rolling stock of railways and traction of trains. Dnepropetrovsk national university of railway transport of the name of academician In. Lazaryana, Dnepropetrovsk, 2010.

Dissertation is devoted development of new type of mobile composition for transportation of containers – sectional carriage-platform. Mathematical models are first developed for the calculation of dynamic and strength descriptions of carriage-platform of sectional type. The indexes of tireless durability are probed and the methods of experimental researches are improved. The comparative analysis of economic efficiency of the use of carriage-platform of sectional type and longbase carriage-platform is conducted.

Keywords: container transportations, flat-car, carrying capacity, knot of joining, experimental researches, dynamic loading, strength descriptions, tireless durability.

ГУРЖИ НАТАЛІЯ ЛЕОНІДІВНА

**ПОЛІПШЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
СЕКЦІЙНОГО ВАГОНУ-ПЛАТФОРМИ ШЛЯХОМ
ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ**

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Підписано до друку 27.09.2010р.

Надруковано згідно з оригіналом автора

Формат паперу 60×48 1/16. Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,0.

Замовлення № 17/8 . Тираж 100

Видавництво Дніпропетровського національного університету залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна

Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК №3115 від 31.03.2003

Адреса видавництва та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Академіка Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, 49010.
www.dnietvv.dp.ua

Сканувала Кам'янська Н.О.

НТБ
ДНУЗТ