

## ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ МОДЕЛІ 61-779 ТА ЇХ МОДИФІКАЦІЙ ВИРОБНИЦТВА ВАТ «КВБЗ»

Представлено результати досліджень гальмової системи пасажирського вагона моделі 61-779 виробництва ВАТ «КВБЗ» за період з 2001 по 2006 роки. Показано, що при існуючому передатному відношенні гальмової важільної передачі гальмова ефективність вагонів не відповідає швидкості руху 140 км/ч. Розглядаються причини появи ушкоджень колісних пар в експлуатації пасажирського поїзда «Київ – Москва», а також рекомендації з усунення ушкоджень і удосконалюванню гальмівної системи.

Представлены результаты исследований тормозной системы пассажирского вагона модели 61-779 производства ВАТ «КВБЗ» за период с 2001 по 2006 годы. Показано, что при существующем передаточном отношении тормозной рычажной передачи тормозная эффективность вагонов не соответствует скорости движения 140 км/ч. Рассмотрены причины появления поврежденных колесных пар в эксплуатации пассажирского поезда «Киев – Москва», а также рекомендации по устранению повреждений и совершенствованию тормозной системы.

The results of research of brake system for the model 61-779 of a passenger car manufactured by JSC «KVBZ» for the period from 2001 to 2006 are presented. It is shown that at the existing gear ratio of a brake lever transmission the passenger car brake efficiency does not correspond to running speed of 140 km/h. The causes of the wheel pairs damage occurrence in exploitation of a passenger train «Kiev – Moscow» as well as the recommendations on their elimination and brake system perfection are considered.

Ситуація, що склалася з гальмівною системою пасажирських вагонів моделі 61-779 виробництва ВАТ «КВБЗ», потребує прийняття рішення по вдосконаленню важільної передачі.

Однією з основних відмінностей пасажирських вагонів моделі 61-779 і їхніх модифікацій

виробництва ВАТ «КВБЗ» від вагонів, що серійно виготовляються Тверським вагонобудівним заводом (Росія), є збільшена база вагона і пасажиромісткість, що привело до збільшення маси тари в порівнянні з Тверськими вагонами на 3...8 т (табл. 1).

Таблиця 1

**Порівняльні вагові характеристики пасажирських вагонів вітчизняного виробництва з Тверськими вагонами**

Модель вагона	Конструкційна швидкість, км/год	Тара вагона, тс	Пасажиромісткість, чол.	Брутто, тс
Пасажирські вагони Тверського заводу (ВАТ «ТВЗ»)				
61-4179 (купейний з кондиціонером)	160	56,7	36	60,3
61-820 (купейний без кондиціонера)	160	54	36	57,6
61-4177 (плацкартний)	160	53,5	54	58,9
61-828 (відкритий для сидінь)	160	50,3	60	56,3
61-4178 (відкритий для сидінь)	160	50,7	60	56,7
Пасажирські вагони Крюківського заводу (ВАТ «КВБЗ»)				
61-779 (з 4-х місним купе)	160	59	40	63
61-779А (з 2-х місним купе)	160	59	20	61
61-779Б (купейний для сидінь)	160	59	45	63,5
61-779В (купейний для сидінь)	160	59	42	63,2
61-779М (купейний для сидінь)	160	59	42	63,2
61-779Д (для сидінь)	160	59	68	65,8
61-779Б (для сидінь)	160	59	60	65

Перший дослідний пасажирський вагон моделі 61-779 (Україна-1) мав тару 62 тс, при цьому передатне відношення гальмівної важільної передачі для композиційних колодок складало 6.016, для чавунних – 12. Поїзні гальмівні випробування при швидкостях 40...120 км/год включно показали, що при фактичній силі ваги 67.1 тс (658.03 кН) і тиску в гальмівному циліндрі 4.1 кгс/см<sup>2</sup> експериментальне значення розрахункового гальмівного коефіцієнта для швидкості 120 км/год склало 0.273, для чавунних – 0.475. При доробці вагона тара була знижена до 59 т.

Випробування гальмівної системи вагона моделі 61-779 (Україна-2) проводилися в період з 15.04.2002 по 03.05.2002 р. і склалися із стаціонарних і поїзних випробувань. У результаті проведених випробувань було встановлено, що середнє значення розрахункового гальмівного коефіцієнта в діапазоні швидкостей 40...160 км/год при силі ваги вагона 65 тс (637.43 кН) і передатному відношенні гальмівної важільної передачі 5.506 склало 0.2977, а для швидкості 160 км/год – 0.258.

У процесі стаціонарних випробувань було виявлено упирання балансира в нижній лист хребтової балки при гальмуванні, у процесі доробки конструкції в важільну передачу були внесені зміни. Зміни полягали в постановці двох подовжніх коротких тяг, що дозволило перемістити балансири в середину вагона.

Експлуатаційні випробування поїзда з 10 вагонів на маршруті «Харків – Київ – Харків» виявили масову появу на поверхні колісних пар повзунів і наварів.

Основними причинами ушкоджень поверхні колісних пар при гальмуванні є:

1. Пасажирські вагони були піддані експлуатаційним випробуванням без попереднього пробігу і притирання гальмівних колодок.

2. Неприпустимо висока інтенсивність екстерних гальмувань поїзда при швидкостях 100 км/год і більше.

3. Високий питомий тиск колодки на колесо через нещільне притиснення до поверхні кочення колеса при гальмуванні (площа контакту склала 20...30 % від номінальної) і, як наслідок, висока температура в місці контакту (ймовірність появи наварів і повзунів).

4. Регулювання важільної передачі не було проведено відповідно до «Инструктивных указаний по регулированию тормозной рычажной передачи новых пассажирских вагонов постройки ТВЗ» для візка ТВЗ-ЦНИИ-М (з базою 2400 мм).

5. Використання гальмівних колодок типу ТИИР-303 з підвищеним коефіцієнтом тертя і зносом (за результатами випробувань ВНИИЖТом коефіцієнт тертя при  $K = 13.6$  кН і  $V = 30$  км/год складає 0.24) вимагає попереднього їхнього притирання при низьких швидкостях.

6. Використання колодок із простроченим терміном зберігання.

7. Вихід штока гальмівного циліндра був відрегульований на мінімальну величину 130 мм, що для нових колодок, за даними експлуатації, є неприпустимим.

8. Використання на трьох вагонах горизонтальних важелів зі збільшеними плічми (280 мм замість 265 мм), що привело до збільшення передатного числа гальмівної важільної передачі і, як наслідок, до підвищених зусиль натиснення гальмівних колодок на колеса.

9. Виміри та аналіз зусиль, що діють на колесо з боку колодок, показав нерівномірний розподіл зусиль на візки котлової і некотлової частин вагона, так для вагона № 36004 сумарне зусилля, що приходить на внутрішню колісну пару візка некотлового кінця склало 5.5 тс, на внутрішню вісь котлового – 4.59 тс; для вагона № 17400 відповідно – 5.4 тс і 4.33 тс (зазначені вагони мали найбільші дефекти поверхні кочення коліс); для вагона № 14951 (ушкоджень коліс не виявлено – пройшов ходові гальмівні випробування) сумарне зусилля на внутрішню вісь некотлового кінця вагона склало 4.43 тс, котлового кінця – 4.71 тс; для вагона № 14969, який мав незначні ушкодження, ці зусилля склали, відповідно, для некотлового кінця – 4.78 тс і котлового – 4.46 тс.

Аналіз результатів проведених вимірювань показав нерівномірний розподіл зусиль на колеса з боку колодок у межах однієї колісної пари, так для вагона № 36004 зусилля склали 2.573 і 2.98 тс, для вагона № 17400 – 2.6 і 2.805 тс, для вагона № 14951 – 2.19 і 2.51 тс, № 14969 – 2.515 і 2.26 тс.

Згідно з розпорядженням Укрзалізниці, ДП «УкрНДІВ» та ВАТ «КВБЗ» 24.06.02 та 25.06.02 р. були проведені контрольні гальмівні випробування пасажирського поїзда у складі локомотива ТЭП-70, вагона лабораторії ДП «УкрНДІВ» та восьми пасажирських вагонів моделі 61-779 модифікацій Б, В, Г, Д та Е.

Випробування проводились згідно «Програми контрольних гальмівних випробувань пасажирського поїзда». Метою випробувань було встановлення гальмівної ефективності пасажирських вагонів дослідної партії у діапазоні

експлуатаційних швидкостей у складі поїзда, наявності юзових ситуацій та ушкоджень поверхонь кочення колісних пар.

Випробування проводились на ділянці ст. Крюків на Дніпрі – ст. Харків Південної залізниці – 24.06.02 р., ст. Харків – ст. Крюків на Дніпрі – 25.06.02 р., при температурі зовнішнього повітря +27...30 °С.

За результатами комплексних гальмівних випробувань було встановлено, що гальмівна ефективність пасажирських вагонів моделі 61-779 модифікацій Б, В, Г, Д, Е відповідає вимогам ТЗ, гальмівний шлях поїзда при керуванні електропневматичним гальмом та повним службовим гальмуванням з зупинкою з початкових швидкостей 120 км/год склав 1033 м. У додаток до проведених досліджень були проведені вимірювання температури бічної поверхні ободу колеса на відстані 10 мм від поверхні кочення при проходженні пасажирського поїзда на маршруті «Дніпропетровськ – Київ». Вимірювання температури проводилися за допомогою лазерного пірометра, який розміщався на рамі візка. Аналіз результатів показав, що максимальна температура в ободі колеса при регулювальних гальмуваннях не перевищила 155 °С.

Незважаючи на позитивні результати досліджень гальмівної системи пасажирського вагона моделі 61-779 і його модифікацій, міжвідомчою комісією було прийняте рішення про зменшення передатного відношення гальмівної важільної передачі з 5.506 до 5.3. Таке рішення обумовило зниження гальмівної ефективності пасажирських вагонів моделі 61-779 і відповідно розрахункового коефіцієнта гальмівного натиснення колодок на колеса з 0.262 до 0.25, а в перерахуванні на чавунні колодки з 0.714 до 0.693.

Для реалізації руху пасажирського поїзда сполученням «Київ – Москва» при швидкостях 140...160 км/год ВАТ «КВБЗ», за узгодженням з Укрзалізницею, було прийняте рішення про підвищення гальмівної ефективності пасажирського вагона моделі 61-779 шляхом збільшення зарядного тиску в гальмівній магістралі вагона і гальмівному циліндрі відповідно до 0.55...0.56 МПа (5.5...5.6 кгс/см<sup>2</sup>) і 0.44...0.46 МПа (4.4...4.6 кгс/см<sup>2</sup>) при повному службовому (екстремому) гальмуванні.

Проведені випробування показали:

- При тиску в гальмівній магістралі 5.5 кгс/см<sup>2</sup> і середній величині тиску в гальмівному циліндрі 4.44 кгс/см<sup>2</sup> (діапазон 4.4...4.5 кгс/см<sup>2</sup>) гальмівний шлях навантаженого вагона в перерахуванні на поїзд при швидкості на початку гальмування 160 км/год і

електропневматичному гальмуванні склав 1690 м, при пневматичному – 1779 м, що відповідає розрахунковому гальмівному коефіцієнту в перерахуванні на чавунні колодки 0.685 і максимально припустимій швидкості руху 135 км/год;

- При тиску в гальмівній магістралі 5.6 кгс/см<sup>2</sup> і середній величині тиску в гальмівному циліндрі – 4.59 кгс/см<sup>2</sup> (діапазон 4.5...4.6 кгс/см<sup>2</sup>) гальмівний шлях навантаженого вагона в перерахуванні на поїзд при швидкості на початку гальмування 160 км/год і електропневматичному екстремому гальмуванні склав 1523 м, при пневматичному – 1612 м, що відповідає розрахунковому гальмівному коефіцієнту в перерахуванні на чавунні колодки 0.77 і максимально припустимій швидкості руху 150 км/год.

За рішенням Укрзалізниці були проведені контрольні поїздки дослідного пасажирського поїзда сполученням «Київ – Москва» на маршруті «Київ – Хутір Михайлівський – Київ», метою якої була оцінка гальмівної ефективності пасажирського поїзда при екстремому електропневматичному гальмуванні.

Дослідний поїзд складався з локомотива, 18 порожніх пасажирських вагонів моделі 61-779 виробництва ВАТ «КВБЗ» і вагона-лабораторії ДП «УкрНДІВ». При контрольній поїздки було зроблено одне екстремне гальмування з записом гальмівних характеристик потяга на ЕОМ при проходженні по маршруту «Хутір Михайлівський – Київ» на ділянці Крути – Ніжин. Екстремне гальмування здійснювалося при тиску в гальмівній магістралі 5.0 кгс/см<sup>2</sup>, що обумовило тиск в гальмівному циліндрі 4.0 кгс/см<sup>2</sup>.

Розрахункові гальмівні коефіцієнти в перерахуванні на чавунні колодки при швидкості на початку гальмування 148 км/год склали: для дослідного поїзда у складі локомотива ЧС-8, 18 пасажирських вагонів моделі 61-779 і вагона-лабораторії – 0.659, в тому числі для локомотива з розрахунку гальмівного вісьового натиснення 12 тс/вісь – 0.548, для пасажирського вагона моделі 61-779 – 0.677, для вагона-лабораторії – 0.665.

Низька гальмівна ефективність обумовлена як зниженим передатним відношенням гальмівної передачі, так і наявністю чавунних колодок на колісній парі з приводом від підвагонного генератора, що підтверджується розрахунковими дослідженнями гальмівної ефективності пасажирських вагонів зі змішаними типами колодок.

Експлуатація поїзда № 1/2 сполученням

«Київ – Москва» виявила появи ушкоджень на поверхні колісних пар: вищербин (70.87 %), повзунів (8.74 %) і наварів (20.39 %). Аналіз розподілу ушкоджень по колісних парах свідчить, що найбільша кількість ушкоджень приходить на третю колісну пару некотлового кінця вагона (рис. 1). Слід відзначити, що указані ушкодження з'являються в основному в осінньо-зимовий період експлуатації (рис. 2).

Розподіл кількості ушкоджень поверхні колісних пар по окремих вагонах носить неоднозначний характер і вони найбільш часто зустрічаються

на вагонах №№ 17783, 06117 і 06109 (рис. 3).

З ініціативи ВАТ «КВБЗ» і відповідно до телеграми Головного пасажирського управління Укрзалізниці № 746/ЦЛ від 23.10.06 р., 4-8 грудня в пасажирському депо ВЧД-1 м. Київ були проведені контрольні вимірювання і регулювання сил натиснення гальмівних колодок на колеса, а також вимірювання вертикальних статичних зусиль від колісних пар на рейки двох пасажирських вагонів моделі 61-779 виробництва ВАТ «КВБЗ» поїзда № 1/2 сполученням «Київ – Москва».

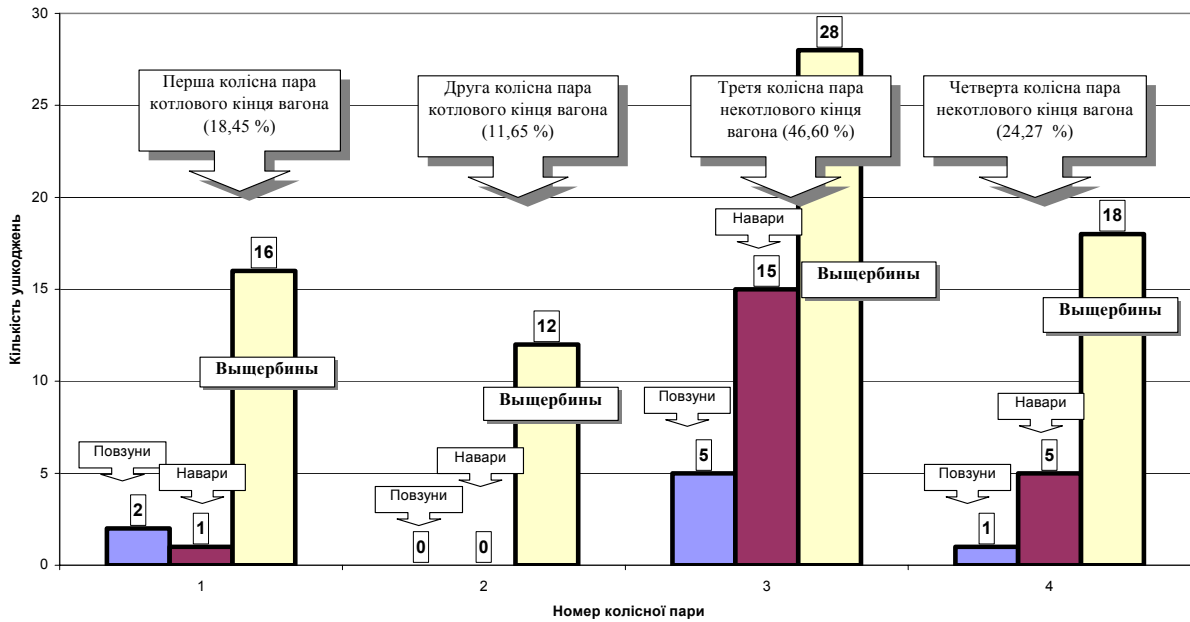


Рис. 1. Гістограма розподілення ушкоджень на колісних парах

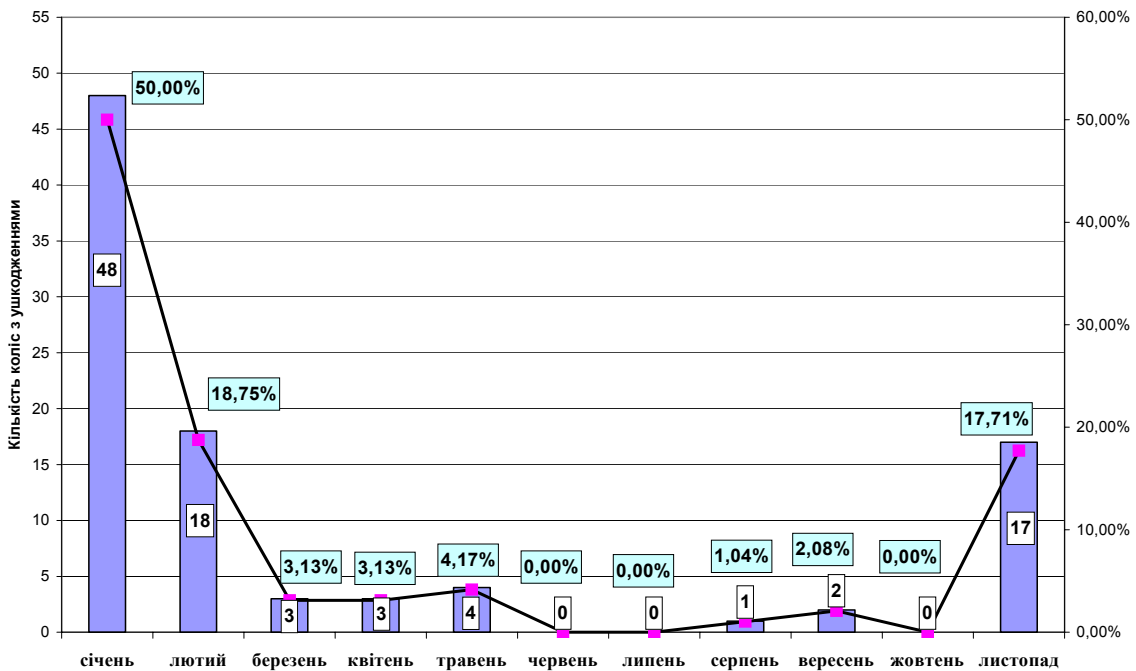


Рис. 2. Розподіл коліс з ушкодженнями по місяцях експлуатації

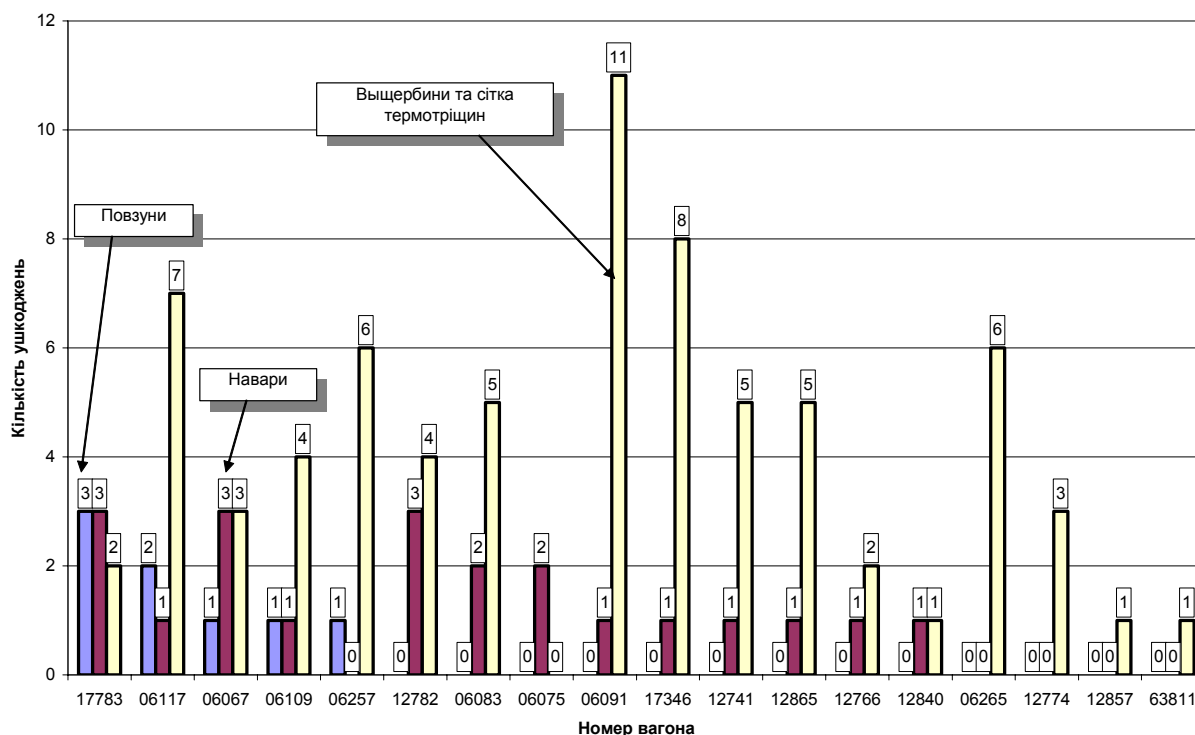


Рис. 3. Розподіл коліс з ушкодженнями по пасажирських вагонах

#### Аналіз результатів вимірювань для пасажирського вагона № 032-06109:

1. Різниця між мінімальною та максимальною сумарними силами натиснення колодок на колісну пару при виході штока 130 мм склала 18.91 %, при виході штока 150 мм – 20.02 %.

2. Найбільша нерівномірність сумарної сили натиснення колодок на одне колесо в межах колісної пари як при виході штока гальмівного циліндра 130 мм, так і 150 мм приходить на другу колісну пару котлового кінця вагона і складає відповідно 9.88 % і 10.68 %.

3. Розподіл сил натиснення колодки на колесо в межах колісної пари по вагону в цілому свідчить про значну відмінність їхніх значень, різниця між максимальною і мінімальною величиною сили натиснення може досягати більше 30 % (рис. 4).

4. Мінімальна сила вертикального статичного навантаження приходить на третю колісну пару некотлового кінця вагона (рис. 4).

За час експлуатації на вагоні № 032-06109 були зафіксовані наступні несправності поверхні колісних пар: повзунів – 1, наварів – 1, вищербин – 4.

#### Аналіз результатів вимірювань для пасажирського вагона № 032-06117:

1. Різниця між мінімальною та максимальною сумарними силами натиснення колодок на

колісну пару до регулювання склала 5.83 %, після регулювання – 6.8 %.

2. Найбільша нерівномірність сумарної сили натиснення колодок на одне колесо в межах колісної пари після регулювання зафіксована на третій та четвертій колісних парах некотлового кінця вагона і склала відповідно 11.8 % і 14.6 %.

3. Розподіл сил натиснення однієї колодки на колесо в межах колісної пари показала, що максимальна нерівномірність відповідає внутрішнім (другій і третій) колісним парам і склала відповідно 11.63 % та 9.3 %, до регулювання відхилення сил натиснення на першій і третій колісних парах склали 12.4 % і 16.06 %.

4. Мінімальна сила вертикального статичного навантаження приходить на четверту колісну пару некотлового кінця вагона (рис. 4).

За час експлуатації на вагоні № 032-06117 були зафіксовані наступні несправності поверхні колісних пар: повзунів – 2, наварів – 1, вищербин – 7.

#### Аналіз результатів вимірювань для пасажирського вагона № 033-12758:

1. Даний вагон не значиться в списках вагонів, призначених для використання в поїзді № 1/2 сполученням «Київ – Москва».

2. Виміри характеристик були виконані без додаткового регулювання гальмівної важільної передачі.

3. Найбільша нерівномірність сумарної сили натиснення колодок на одне колесо в межах колісної пари зафіксована на першій колісній парі котлового кінця вагона і склала 2.72 %, різниця сумарних сил натиснення колодок на першу (3723 кгс) і третю (3733 кгс) колісні пари склала 0.27 %.

4. Розподіл сил натиснення однієї колодки на колесо в межах колісної пари показала, що максимальна нерівномірність заміряна на першій колісній парі і складає 18.75 %.

5. Мінімальна сила вертикального статичного навантаження приходить на третю колісну пару некотлового кінця вагона (рис. 4).

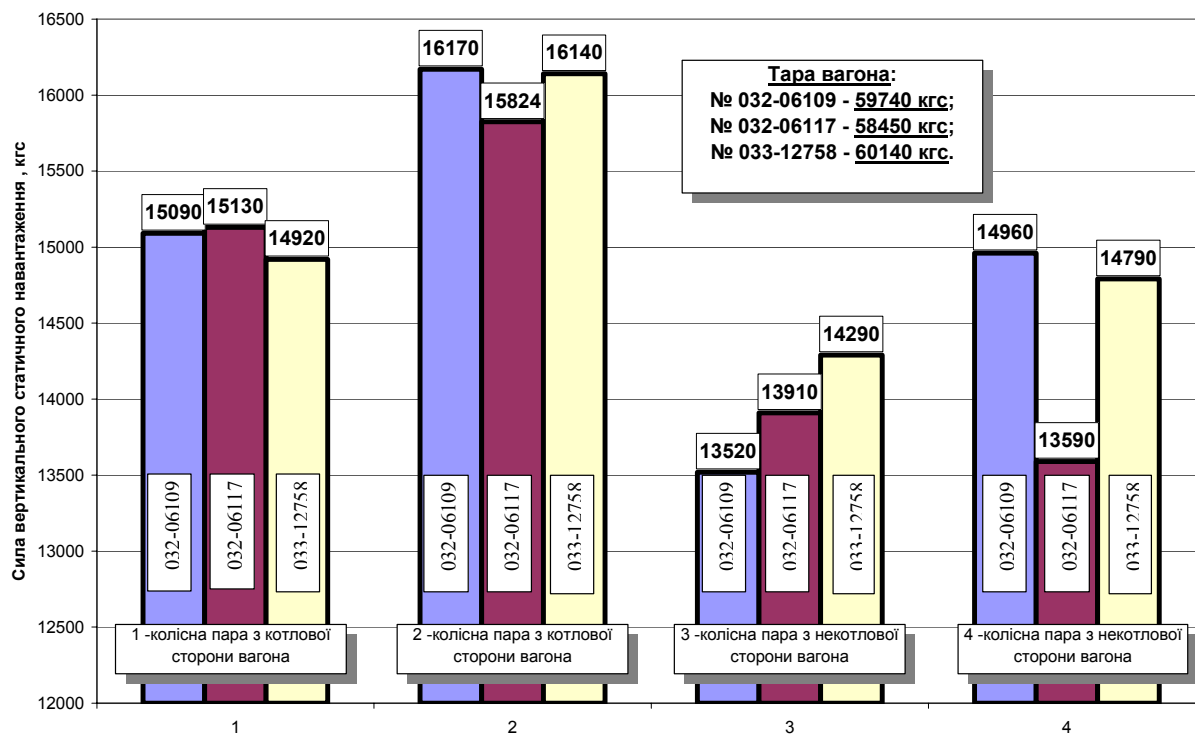


Рис. 4. Розподіл вертикального статичного навантаження на колісні пари

Дослідження по перевірці працездатності гальмівної системи та виходу штока гальмівного циліндра при ступінях і повному службовому гальмуванні пасажирського вагона моделі 61-779 показали, що найбільш оптимальним для композиційних колодок є величина виходу штока в межах 138-140 мм при першій ступіні гальмування.

#### У результаті аналізу проведених досліджень встановлено:

1. Пасажирські вагони моделі 61-779 і їхні модифікації мають збільшену масу тари і базу вагона в порівнянні з пасажирськими вагонами виробництва Тверського вагонобудівного заводу.

2. Зниження передатного відношення з 5.506 до 5.3 привело до зниження розрахункового гальмівного коефіцієнта при швидкості 140 км/год з 0.262 до 0.25 і, як наслідок, ефективності гальма.

3. У процесі експлуатації пасажирського поїзда № 1/2 сполученням «Київ – Москва» вияв-

лені дефекти поверхні колісних пар у вигляді повзунів (7.8 %), наварів (20.4 %) і вищербин (71.8 %), які обумовлені впливом гальмівної системи при гальмуванні, причому найбільша кількість дефектів приходить на навари і вищербини, повзуни виявлені на чотирьох вагонах з вісімнадцяти.

4. Зазначені дефекти виникають в основному в осінньо-зимовий період, 50 % ушкоджень приходить на січень 2006 року, який характеризувався найбільш низькими температурами (до  $-30^{\circ}\text{C}$ ).

5. Неможливість створення цілком симетричних елементів важільної передачі обумовлює нерівномірне натиснення колодок на колеса в межах колісної пари.

6. Застосована схема передачі сил від гальмівного циліндра через систему тяг і важелів реалізує найбільші сумарні сили натиснення гальмівних колодок на внутрішніх колісних парах (найбільша кількість дефектів поверхні колісних пар приходить на третю (46.6 %) від котлового кінця вагона колісну пару).

7. Регулювання важільної передачі в порівнянні з поточним станом не виявили істотного ефекту по рівномірному розподілу сумарних сил натиснення гальмівних колодок на колісні пари.

8. При зміні величини виходу штока гальмівного циліндра від 130 мм до 160 мм і тисків у гальмівному циліндрі від 0.42 МПа (4.2 кгс/см<sup>2</sup>) до 0.40 МПа (4.0 кгс/см<sup>2</sup>) розрахункова сила натиснення гальмівної колодки на колесо зменшується на 5.8 %.

9. При постійному тиску в гальмівному циліндрі величина виходу штока в межах 130...160 мм незначно впливає на величину розрахункової сили гальмівного натиснення колодки на колесо.

10. Найменше навантаженою вертикальною (вільною) статичною силою є третя від котлового кінця вагона колісна пара.

11. Найбільш оптимальною для композиційних колодок є величина виходу штока в межах 138...140 мм при першій ступені гальмування.

## ВИСНОВКИ

1. Важільна передача пасажирського вагона моделі 61-779 відповідає інструкції ЦВ-ЦЛ-0013 і при правильній установці важільної передачі візка дозволяє виключити ручне регулювання її в експлуатації до повного зносу колодок (ЦВ-ЦЛ-0013, п. 23.2.1) за умови регулювання важільної передачі пасажирського вагона після ремонту відповідно до розділу 23.2 ЦВ-ЦЛ-0013.

2. Регулювання виходу штока на величину в межах 150...160 мм повинні здійснюватися відповідно до інструкції ЦВ-ЦЛ-0013 (п. 5.1.11, табл. 1), а також при заміні колодок на повномірні, така необхідність обумовлена зменшенням імовірності появи повзунів при непритертих колодках.

3. При заміні колодок на повномірні і зносі коліс рекомендується перевірити регулювання важільної передачі на відповідність нормативним значенням розділу 23.2 ЦВ-ЦЛ-0013.

4. Недостатня гальмівна ефективність пасажирських вагонів моделі 61-779 обумовлює необхідність збільшення часу гальмування, а також проводити регулювальні гальмування при більш глибокій розрядці гальмівної магістралі, що збільшує імовірність підвищеного нагріву поверхні кочення колеса.

5. До найбільш істотних факторів, що впливають на пошкоджуваність поверхні колісних пар у виді наварів та вищербин, варто віднести недостатній відвід тепла від поверхні колеса композиційними колодками при гальмуванні.

6. Послідовна схема передачі зусиль на колісні пари візка від внутрішньої до зовнішньої

обумовлює більш високу гальмівну завантаженість внутрішньої колісної пари.

7. Третя колісна пара некотлового кінця вагона має найменше вертикальне статичне навантаження і, як наслідок, більшу імовірність появи повзунів.

8. Аналіз розподілу пошкоджуваності колісних пар на вагонах пасажирського поїзда сполученням «Київ – Москва» свідчить про нестабільне значення коефіцієнта тертя гальмівних композиційних колодок (відповідно до п. 1.2 ТУ 2571-028-00149386-2000, коефіцієнт тертя в парі зі сталлю марки 1 може складати 0.38...0.55).

9. Хімічний склад коліс типу 2 не відповідає умовам експлуатації, що обумовлює появу вищербин і сітки термотріщин на поверхні кочення колеса при високих температурах.

## Для усунення перерахованих недоліків гальмівної системи пасажирських вагонів моделі 61-779 рекомендується:

1. Провести обстеження пошкоджуваності колісних пар пасажирських вагонів моделі 61-779 в експлуатації, за результатами обстеження в експлуатації розглянути питання про можливість підвищення гальмівної ефективності шляхом збільшення передатного відношення важільної передачі до 5.506 (первісне передатне відношення).

2. Використовувати гальмові колодки з металевими вставками і тепловідвідні типу ТИИР-303 з червоною полоскою на торці.

3. Розробити схему рівномірної передачі гальмівних сил на колісні пари візків, прикладом такої схеми може з'явитися застосування повізкового гальмування.

4. Провести дослідження з впливу підвагонного генератора на величину еквівалентного коефіцієнта гальмівного натиснення колодок на колеса для колісної пари з приводом від підвагонного генератора в діапазоні швидкостей 40...160 км/год.

5. Провести дослідження з визначення розподілу температури на поверхні колеса під колодкою при регулювальних гальмуваннях при різних кліматичних умовах (зимовий – літній періоди).

6. Провести дослідження з визначення оптимального хімічного складу і термічної обробки поверхні колеса з метою усунення вищербин і сітки термотріщин.

7. Розробити заходи щодо рівномірного розподілу вертикального статичного навантаження на колісні пари візка з некотлової сторони вагона.

Надійшла до редакції 11.11.2007.