

УДК 629. (431+432). 004.163

Е.В. Третьяк, С.О. Столетов, А.О. Сулим

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКОЛІСНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА НА ЗАЛІЗНИЧНУ КОЛІЮ

В статті описано результати експериментальних досліджень від поколiсного навантаження пасажирського вагона на залiзничну колiю. Наведено отриманi максимально iмовiрнi значення напружень в кромках подошов рейок при проїзді пасажирського вагона в кривих рiзного радiусу в обидва напрямки. За результатами аналізу встановлено, що найбільшi значення напружень виникають під час проїзду набiгаючих осей вагона.

Постановка проблеми. Одним з важливих завдань під час удосконалення конструкції рухомого складу є покращення його динамічних якостей та зниження силового впливу на елементи верхньої будови залізничної колії [1, 2]. Особливо це стосується швидкісного пасажирського рухомого складу (пасажирських вагонів, швидкісних електропоїздів та локомотивів) [3–7]. При підвищенні швидкостей руху поїздів зростає динамічний вплив на колію рухомого складу, в зв'язку з чим збільшуються вертикальні і горизонтальні сили і, як наслідок, напруження в кромках подошов рейок. Тому в якості основного показника впливу рухомого складу на колію приймають напруження в кромках подошов рейок, який є інтегральним показником сукупності сил, що діють від його коліс [3, 8]. Нормоване значення даного показника використовується в якості одного з основних критеріїв для встановлення допустимих швидкостей руху.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Із робіт [1–11] відомо, що на величину напружень в кромках подошов рейок в основному впливають такі фактори як тип рухомого складу (осьове навантаження), швидкість руху та величина радіусу кривої на ділянках залізничної колії. Над дослідженнями в цьому напрямку працювало багато вітчизняних та іноземних вчених [1–11]. Значний внесок у розвиток досліджень в цій області внесли наступні вчені: Веріго М.Ф., Коган А.Я., Єршков О.П., Рибкін В.В., Даніленко Е.І., Ромен Ю.С., Курган М.Б., Курган Д.М. та інші. Дослідження зі встановлення залежності величин напружень в кромках подошов рейок під час різних швидкостей руху пасажирського вагона в кривих ділянках залізничної колії детально описані в роботах [3-5, 7].

© Третьяк Е.В., Столетов С.О., Сулим А.О., 2017

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

При цьому важливим та маловивченим питанням залишається вплив поколiсного навантаження вiд рухомого складу на залiзничну колiю. Роботи в цьому напрямку проводились фахiвцями ДНУЗТ iменi академiка Лазаряна та ВНДiЗТ [3, 8, 12, 13]. Однак цi роботи в переважнiй бiльшостi стосувались вантажних вагонiв, маневрових та магiстральних електровозiв. Наприклад, робота [12] присвячена дослiдженню поколiсного навантаження вiд маневрового локомотива та напiвваго

нiв на залiзничну колiю в межах стрiлочного з'їзду. В роботах [8, 12] дослiдження виконувались в напрямку визначення поколiсного впливу вiд вантажних вагонiв з осьовим навантаженням 25 тс. При цьому аналiз робiт [1–13] показав, що питання впливу поколiсного навантаження вiд пасажирського вагона в кривих дiлянках залiзничної колiї, залишається маловивченим i актуальним.

Мета роботи – дослiдження значень напружень в кромках пiдошов рейок пiд час впливу поколiсного навантаження вiд пасажирського вагона на кривих дiлянках залiзничної колiї.

Матерiал i результати дослiджень. В якостi об'єкту випробувань обрано пасажирський вагон локомотивної тяги з осьовим навантаженням 15,8 тс (155 кН). Випробування проводились на колiях типових конструкцiй залiзниць ПАТ «Укрзалiзниця». Випробування виконувались на трьох дослiдних дiлянках колiї з кривими рiзного радiусу.

Дослiдна дiлянка № 1: крива радiусом 906 м, безстикова колiя, рейки Р65, залiзобетоннi шпали (1840 шт/км) на щебеневому баластi при товщинi баласту пiд шпалою 26...30 см.

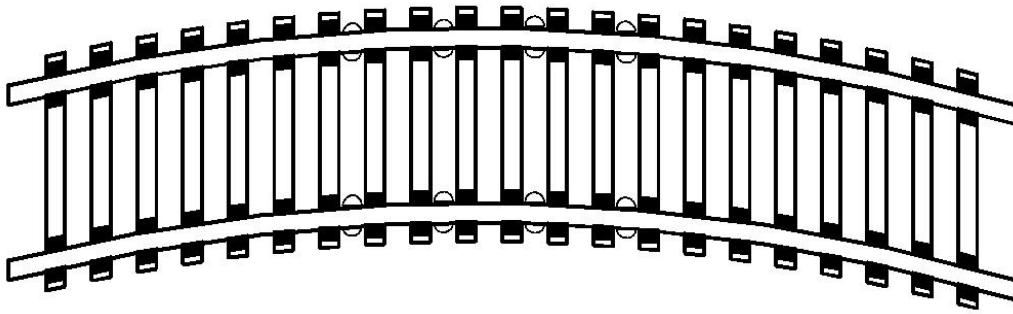
Дослiдна дiлянка № 2: крива радiусом 419 м з такою ж конструкцiєю колiї, як i на першiй дiлянцi, але епюра шпал 2000 шт/км i товщина баласту пiд шпалою 30...35 см.

Дослiдна дiлянка № 3: крива радiусом 1530 м з такою ж конструкцiєю колiї, як i на першiй дiлянцi.

Стан колiї на зазначених дiлянках оцiнювався на «вiдмiнно». Дослiдний зчеп формувався з двох електровозiв ЧС-7, вагона-лабораторiї та дослiдного пасажирського вагона. Поїздки на дослiднiй дiлянцi з кривою радiусом 419 м здiйснювались зi швидкостями руху (25–84) км/год; з кривою радiусом 906 м – з швидкостями (100–114) км/год; з кривою радiусом 1530 м – з швидкостями (25–39) та (100–114) км/год.

Схему та загальний вигляд розташування тензорезисторiв на дослiдних дiлянках залiзничної колiї зображено на рис. 1, 2.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



⤿ – місця розташування тензорезисторів у кромці підшви рейки

Рис. 1 - Схема розташування тензорезисторів на дослідних ділянках залізничної колії



Рис. 2 - Загальний вигляд розташування тензорезисторів на дослідних ділянках залізничної колії

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Для реєстрації показників взаємодії колії та рухомого складу використовувались тензометричні датчики з базою 20 мм. На кожній ділянці було встановлено по 16 вимірювальних датчиків (рис. 1, 2). Всього під час проведення випробувань на кожній дослідній ділянці було зроблено більше ніж 60 дослідних проїздів. Реєстрацію та запис процесів під час проїздів виконано за допомогою вимірювальної системи, до складу якої входять: персональний комп'ютер, аналого-цифровий перетворювач, підсилювач сигналів та вимірювальні тензометричні датчики. Обробка даних на персональному комп'ютері здійснювалась за допомогою атестованої комп'ютерної програми «Impact Raw Data».

Графік характеру зміни кромочних напружень в одній з точок вимірювань під час одиночного проїзду дослідного зчепу, зображено на рис. 3.

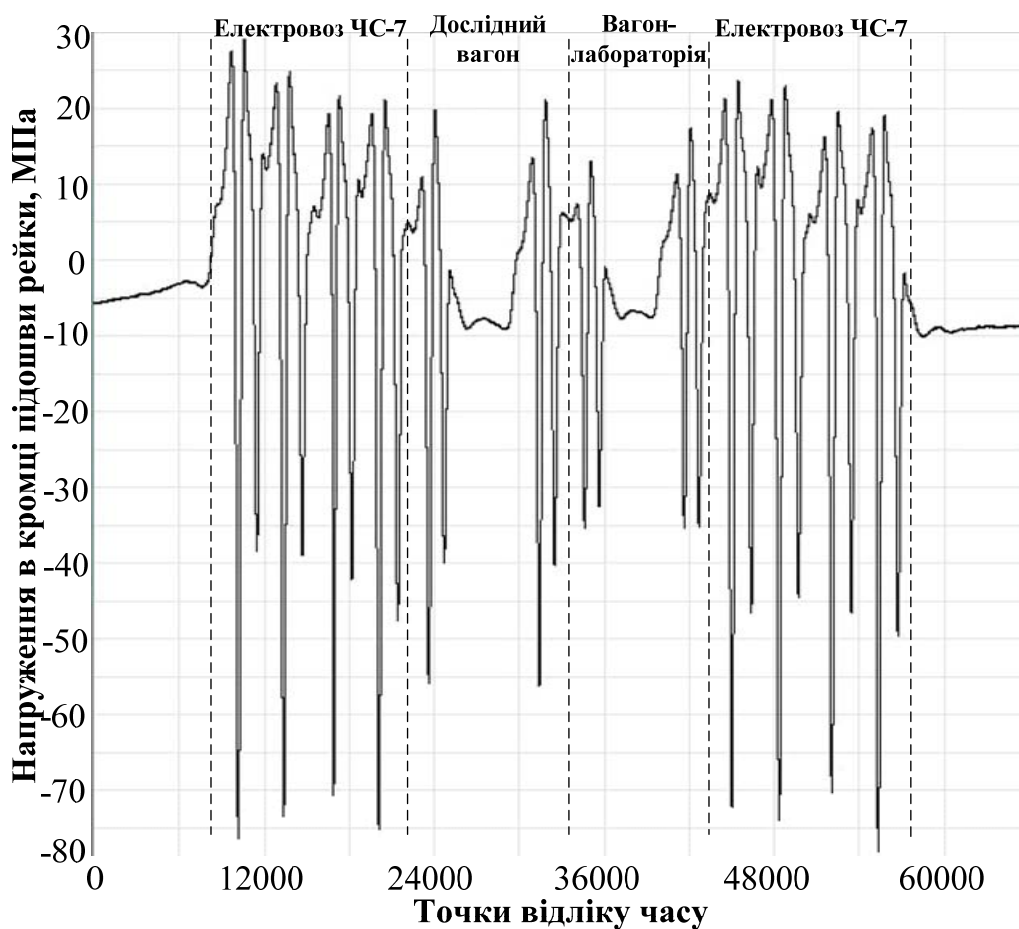


Рис. 3 - Графік характеру зміни напружень в кромці підшви рейки під час проїзду дослідного зчепу

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

За результатами обробки для кожного проїзду дослідного зчепу, фіксувались максимальні значення напружень, що виникають в кромках підошов рейок при

поколісному навантаженні дослідного пасажирського вагона. В процесі обробки даних для кожного діапазону швидкості і радіусу кривої визначалось: середнє значення, середньоквадратичне відхилення, максимально зафіксоване та максимально імовірне значення напружень в кромках підошов рейок з довірчою ймовірністю 0,994 [15].

Результати отриманих максимально імовірних значень напружень в кромках підошов рейок від поколісного навантаження дослідного пасажирського вагона під час його руху в прямому та зустрічному напрямках, зображено у вигляді таблиць на рис. 4, 5.

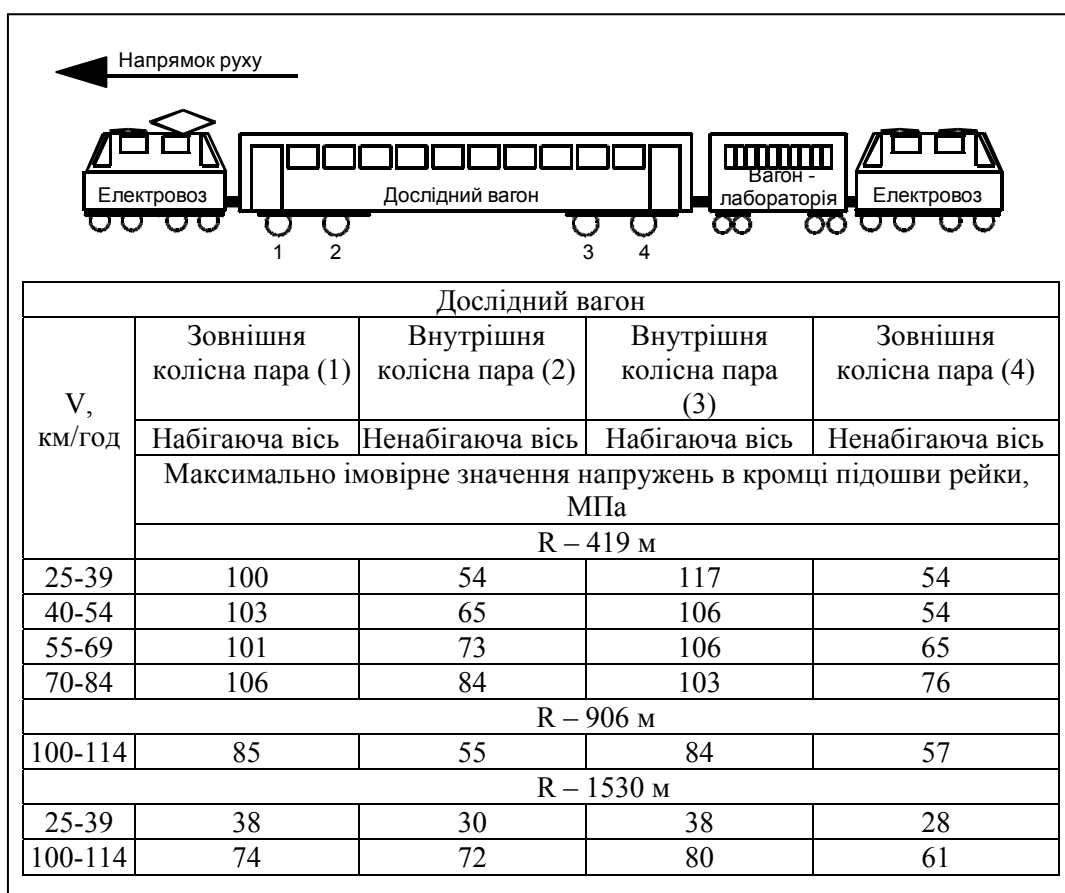


Рис. 4 - Результати досліджень від поколісного навантаження під час руху пасажирського вагона в прямому напрямку

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

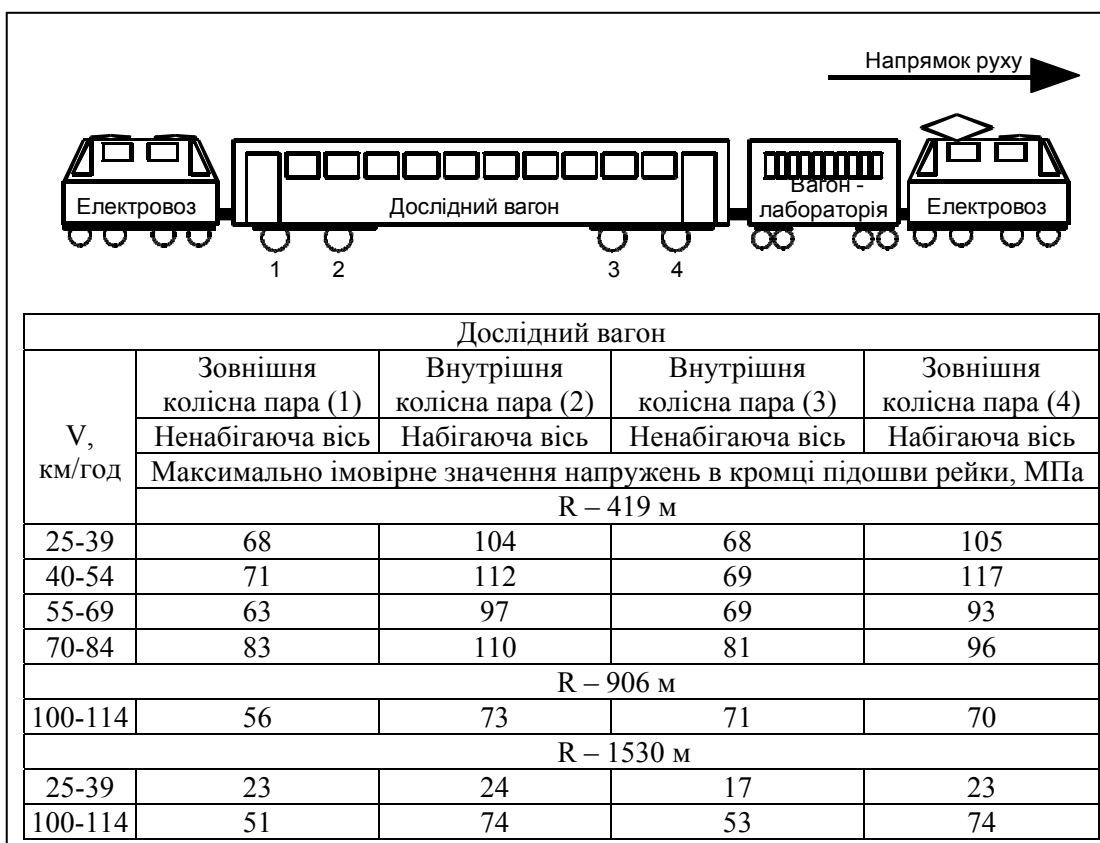


Рис. 5 - Результати досліджень від поколісного навантаження під час руху пасажирського вагона у зворотньому напрямку

За результатами аналізу отриманих даних (рис. 4, 5) встановлено наступне:

- величини напружень в кромках підшвів рейок під час руху пасажирського вагона на дослідних кривих ділянках залізничної колії різного радіусу (419 м; 906 м; 1530 м) не перевищують допустимого нормативного значення, яке дорівнює 240 МПа;

- за умови однакової швидкості руху величини напружень в кромках підшвів рейок головним чином залежать від радіусу кривої та поколісного навантаження і не залежать від напрямку руху пасажирського вагона;

- зі зменшенням радіусу кривої значення напружень в кромках підшвів рейок збільшуються за умови однакової швидкості руху пасажирського вагона;

- максимально імовірні значення напружень в кромках підшвів рейок від впливу набігаючої та ненабігаючої осей за умов однакової швидкості та радіусу кривої відрізняються суттєво (максимальна різниця складає 63 МПа для діапазону швидкості 25-39 км/год та радіусу кривої 419 м);

- величини напружень від впливу зовнішньої та внутрішньої колісних пар набігаючих, а також ненабігаючих осей суттєво не відрізняється (в багатьох випадках зафіксо-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

вано однакові значення, а максимальна різниця складає 17 МПа для діапазону швидкості 25–39 км/год та радіусу кривої 419 м);

– зі зменшенням радіусу кривої різниця між величинами напружень в кромках підшов рейок зростає (для кривої 1530 м максимальна різниця складає 19 МПа; для кривої 906 м – 30 МПа; для кривої 419 м – 63 МПа).

Висновки. За результатами аналізу даних, отриманих розрахунково-експериментальним шляхом, встановлено наступне:

– максимально імовірне значення напруження в кромках підшов рейок зафіксовано під час проходження пасажирського вагона кривої радіусу 419 м в діапазоні швидкості 70–84 км/год і дорівнює 124 МПа, що суттєво менше ніж нормоване значення 240 МПа (отримане значення складає 52 % від допустимої величини);

– найбільші максимально імовірні значення напружень в кромках підшов рейок виникають під час проїзду набігаючих осей пасажирського вагона. Різниця між значеннями напружень під час проїзду кривої радіусу набігаючих та ненабігаючих осей за умови однакової швидкості руху складає на рівні 1–63 МПа.

Встановлено, що значення напружень від впливу набігаючих осей більші на 1–54 % у порівнянні з впливом ненабігаючих осей за умови однакової швидкості руху пасажирського вагона в кривих радіусу 419 м, 906 м, 1530 м.

ЛІТЕРАТУРА

1 Манкевич, Н.Б. Усовершенствование конструкции литых деталей двухосных тележек грузовых вагонов: дис. канд. техн. наук: 05.22.07 / Манкевич Николай Борисович : Дніпр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Д., 2015. – 263 с. – Библиогр.: с. 184–214.

2 Даніленко Е.І. Правила розрахунків залізничної колії на міцність та стійкість : ЦП-0117 / Е.І. Даніленко, В.В. Рибкін. – К.: Транспорт України, 2005. – 119 с.

3 Рибкін, В.В. Обґрунтування параметрів плану лінії для ліквідації бар'єрних місць при реконструкції залізниці / В.В. Рибкін, М.Б. Курган, Н.В. Халіпова, В.І. Харлан // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. – Д., 2003. – Вип. 1. – С. 74–83.

4 Курган, М.Б. Перебудова кривих для впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів / М.Б. Курган, М.А. Гусак, Н.П. Хмелевська / Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2012. – Вип. 40. – С. 90–97.

5 Курган, Д.М. Особливості сприйняття навантаження елементами залізничної колії при високих швидкостях руху / Д.М. Курган // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту – Д., 2015. – № 2 (56). – С. 136–145.

6 Рыбкин, В.В. Результаты исследований по установлению условий обращения электровагона ДС3-001 на сети железных дорог / В.В. Рыбкин, А.П. Татуревич, С.М. Сова // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. – Д., 2005. – Вип. 5. – С. 166–169.

7 Даніленко, Е.І. Про необхідність внесення змін в існуючі нормативні допуски по ширині рейкової колії у прямих та кривих при впровадженні швидкісного руху на залізницях України / Е.І. Даніленко, М.І. Карпов, В.М. Молчанов, Р.М. Йосифович // Залізничний транспорт України. – 2014. – № 2. – С. 9–17.

8 Ромен, Ю.С. Установление условий обращения вагонов с увеличенной осевой нагрузкой /

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Ю.С. Ромен, А.М. Орлова, М.С. Тихов, А.В. Заверталоук // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – № 3 (46). – С. 25–35.

9 Вериги, М.Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава / М.Ф. Вериги, А.Я. Коган. – М.: Транспорт, 1986. – 559 с.

10. Коган, А.Я. Динамика пути и его взаимодействия с подвижным составом / А.Я. Коган. – М.: Транспорт, 1997. – 326 с.

11. Ершков, О.П. Расчеты железнодорожного пути в кривых и нормы его устройства / О.П. Ершков, Л.П. Мелентьев, М.С. Яхов // Труды ВНИИЖТ. – М.: Трансжелдориздат, 1960. – Вып. 192. – 206 с.

12. Арбузов, М.А. Експериментальне дослідження взаємодії колії та рухомого складу в межах з'їзду / М.А. Арбузов, О.М. Патласов, С.О. Токарев // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту – Д., 2016. – № 5 (65). – С. 64–78.

13 Рибкін, В.В. Проведення випробувань з впливу на колію та стрілочні переводи рухомого складу нового покоління з осьовим навантаженням 25 т на вісь / В.В. Рибкін, Савлук В.Є // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Х., 2012. – Вип. 130. – С. 127–131.