

УДК 625.143.5

*М. П. Настечик, к.т.н., доцент*

*(доцент кафедри «Колія та колійне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. ак. В. Лазаряна)*

*Р. В. Маркуль*

*(асистент кафедри «Колія та колійне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. ак. В. Лазаряна)*

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ ТА ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ІЗ ПРОМІЖНИМ РЕЙКОВИМ СКРІПЛЕННЯМ ТИПУ КПП-5**

*При впровадженні швидкісного та високошвидкісного руху поїздів на залізницях України підвищились пред'явлені до проміжних рейкових скріплень вимоги. В основі експериментального дослідження роботи залізничної колії із проміжним рейковим скріпленням типу КПП-5 виникає необхідність у виборі дослідної ділянки колії, замірюванні параметрів утримання колії, обґрунтування місць установки вимірювальних приладів. З допомогою проведених експериментальних досліджень взаємодії залізничної колії із скріпленням типу КПП-5 були визначені та обґрунтовані такі значення: бокових сил, вертикальних сил, напружень в рейках вертикальні прогини та горизонтальні віджимання рейкових ниток. На сьогоднішній день в даній роботі вперше були отримані положення та експериментальні результати роботи залізничної колії із скріпленням типу КПП-5. О триманні в даній роботі експериментальні результати дозволили практично в повній мірі дослідити роботу залізничної колії із проміжним рейковим скріпленням типу КПП-5, особливо дослідити роботу пружних клем типу КП-5, як основних елементів у вузлі скріплення.*

*Ключові слова:* проміжне скріплення типу КПП-5, пружна клема, експериментальні дослідження, напружений стан.

*При внедрении скоростного и высокоскоростного движения поездов на железных дорогах Украины повысились предъявлены к промежуточным рельсовым скреплениям требования. В основе экспериментального исследования работы железнодорожного пути с промежуточным рельсовым скреплением типа КПП-5 возникает необходимость в выборе опытного участка пути, замеры параметров содержания пути, обоснование мест установки измерительных приборов. С помощью проведенных экспериментальных исследований взаимодействия железнодорожного пути со связыванием типа КПП-5 были определены и обоснованы следующие значения: боковых сил, вертикальных сил, напряжений в рельсах вертикальные прогибы и горизонтальные отжима рельсовых нитей. На сегодняшний день в данной работе впервые были получены положения и экспериментальные результаты работы железнодорожного пути со скреплением типа КПП-5.*

© Настечик М. П., Маркуль Р. В., 2014

---

*Полученные в данной работе экспериментальные результаты позволили практически в полной мере исследовать работу железнодорожного пути с промежуточным рельсовым скреплением типа КПП-5, особенно исследовать работу упругих клемм типа КП-5, в качестве основных элементов в узле крепления.*

*Ключевые слова: промежуточное скрепление типа КПП-5, упругая клемма, экспериментальные исследования, напряженное состояние.*

**Вступ.** Відповідно до наказу начальника Придніпровської залізниці від 19.02.2013 р. за № 87/Н [8], та наказу служби колії Придніпровської залізниці [16] були проведені експериментальні дослідження взаємодії залізничної колії із проміжним рейковим скріпленням типу КПП-5 і рухомого складу. Підставою для проведення експериментальних досліджень є відсутність чітких науково-обґрунтованих результатів роботи проміжних елементів вузла скріплення типу КПП-5 підчас експлуатації [6, 9, 11].

**Характеристика дослідної ділянки, методика проведення випробувань та обробки даних.** Експериментальні дослідження проводились галузевою Колієвипробувальною науково-дослідною лабораторією Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, (КГНДЛ ДНУЗТу) при участі авторів з кафедри – «Колія та колійне господарство».

Дослідження проводились на ділянці Нижньодніпровськ вузол – Самарівка в кривій, радіусом 400 м, Придніпровської залізниці. Дослідна ділянка розміщувалась в зоні кругової кривої.

Ділянка: план лінії: крива, радіусом 400 м; конструкція колії – ланкова колія із рейками типу Р65, шпали залізобетонні, баласт двошаровий, товщиною 35/20 см; епюра шпал 2000 шт/км; скріплення типу КБ-65.

На ділянці виконується оборот в основному вантажних поїздів. Вантажонапруженість на ділянці становить 50 млн. т. км. брутто / км. за рік.

По показникам стрічки вагона колієвимірювача, колія на даній ділянці утримується згідно з [15] в стані – «відмінно».

Для проведення експериментальних досліджень, відповідно до наказу [16], було укладено в колію партію із 10 залізобетонних шпал типу СБ-3 під проміжне рейкове скріплення типу КПП-5 в межах кругової кривої, з'єднувальної гілки Нижньодніпровськ вузол – Самарівка (195 км. ПК8) Придніпровської залізниці.

Для проведення експерименту був попередньо сформований дослідний рухомий склад із двох електровозів типу ЧС7, двох піввагонів та двох вагонів для зерна.

Поїздки виконувались із швидкістю руху 5, 40, 90 км/год.

В процесі виконання експерименту на дослідній ділянці колії замірялись такі параметри як:

- напруження в рейках;
- вертикальні та горизонтальні сили, що діють на рейки;
- горизонтальні віджимання головки рейки;
- вертикальні осьові прогини рейок;
- напруження у верхній та нижній частинах прутка клеми першої гілки;
- напруження у верхній та нижній частинах прутка клеми другої гілки;

Допустимі величини сил, деформацій та напружень в колії згідно [14] становлять:

1. Напруження в кромках, МПа:

- підшви рейки..... 240

2. Горизонтальні сили взаємодії колеса та рейки з умов міцності роздільних рейкових скріплень на перегонах та стрілочних переводах, кН:

для локомотива.....150

для вагона.....

вертикальні.....10

горизонтальні (рекомендований показник, який визначається з випробувань) 6

Місця встановлення приладів на дослідній ділянці визначались на підставі натурних обмірів колії та математичного моделювання взаємодії рухомого складу із колією.

Вибір місць наклейки тензодатчиків на клеми типу КП-5 за умови появи по всій довжині її прутка максимальних напружень, здійснювалось за допомогою математичного моделювання в основі якого лежить теорія метода кінцевих елементів (МКЕ) [12, 13, 17].

Схема розташування тензометричних датчиків на клеми проміжного рейкового скріплення типу КПП-5 зображена на рис. 1.

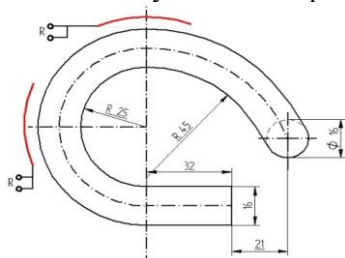


Рис. 1. Схема встановлення датчиків на клеми типу КП-5 проміжного рейкового скріплення типу КПП-5

Схема дослідної ділянки із пристроями приведена на рис. 2.

Для реєстрації напружень в рейках, в елементах скріплень, вертикальних сил та бічних сил використовувалися тензорезистори КФ5П1 прямокутні з базою 20 мм опором  $200,0 \pm 0,5 \text{ Ом}$ .

Для вимірювання просторових деформацій рейкових ниток використовувалися прогиноміри конструкції ЦНИ МПС.

Експериментальні дані оброблялися по показниках кожного датчика, при заданій швидкості руху дослідного рухомого складу. Створювалась первинна вибірка, на основі якої виконувалась статистична обробка експериментальних даних.

Бокові динамічні сили, що діють від коліс на рейки в залежності від значень напружень, отриманих експериментально в кромках підшви рейки та головки рейок, розраховувались за методикою О. П. Єршкова [4]. Кінцевим виразом для визначення бокових сил по даній методиці є:

$$H = B \cdot \sigma_n^n \quad (1)$$

де  $H$  – бокові сили, що виникають в колії, в кН ;

$B$  – коефіцієнт для визначення сил, в  $\text{см}^2$  ;

$\sigma_n^n$  – напруження в зовнішній кромці підшви рейки в МПа.

Виникаючі в колії бічні та вертикальні сили від дослідного рухомого складу зображені на рис. 3 – 4.

## ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ

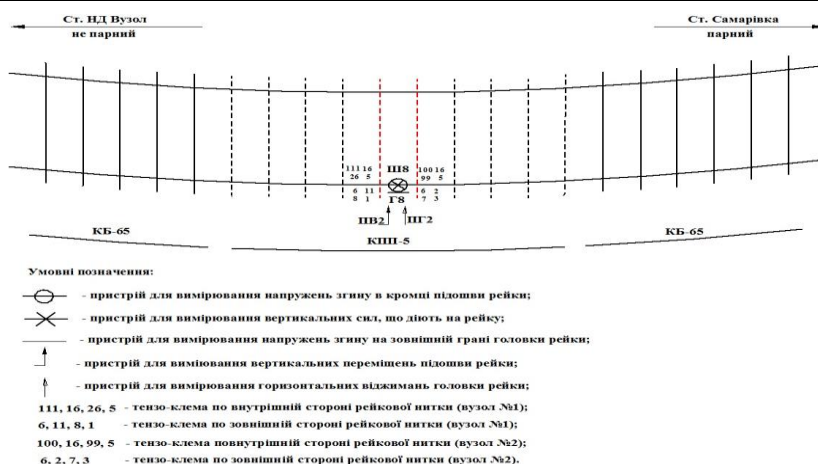


Рис. 2. Схема встановлення вимірювальних пристроїв на дослідній ділянці

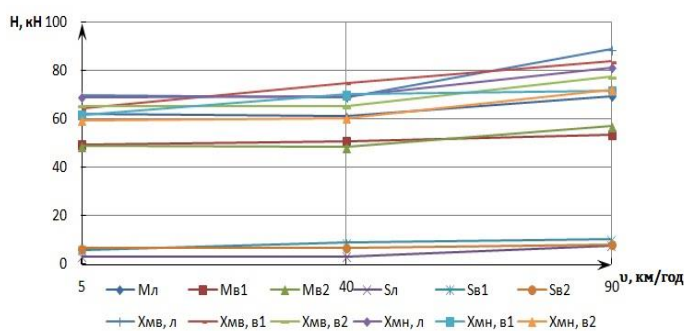


Рис. 3. Залежність горизонтальних сил від швидкості руху

Для кожної вибірки експериментальних даних визначались по стандартній методиці основна статистика: середнє ( $M$ ), середньоквадратичне відхилення ( $S$ ), максимально імовірні ( $X_{MB}$ ), максимально спостережувальні ( $X_{MN}$ ) значення, до прийнятого для розрахунків елементів верхньої будови колії рівня надійності 0,994 [1, 3, 10].

Максимальні значення бічних сил не перевищують 81,27 кН, максимальні імовірні – 84,06 кН, що не перевищують максимально-допустимих згідно [14].

Максимальні значення вертикальних сил (рис. 4) досягають 170,7 кН, максимальні імовірні значення – 222,4 кН, середнє значення – 106,4 кН.

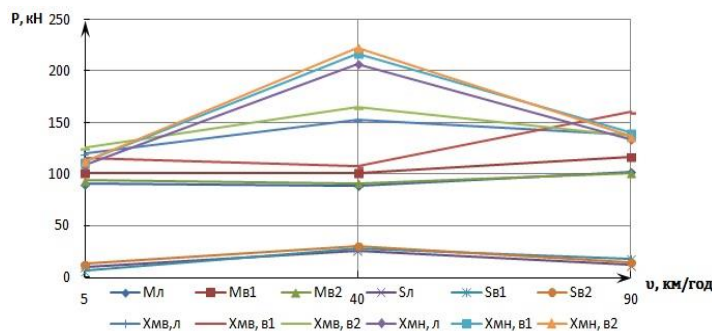


Рис. 4. Залежність вертикальних сил від швидкості руху

## ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ

Середні значення напружень в залежності від швидкості руху розподілялись в діапазоні від 130 МПа до 172 МПа під локомотивами та від 95,9 МПа до 162 МПа під вагонами. Максимальні спостережувальні 96,6-172 МПа під локомотивами та 76-142,8 МПа під вагонами (рис. 5).

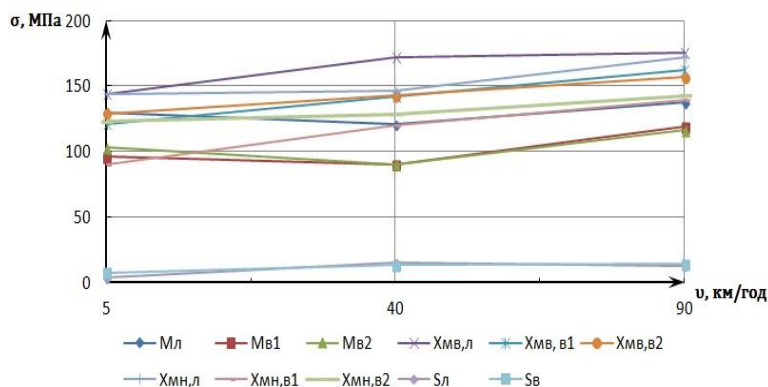


Рис. 5. Напруження в кромках підшви рейки, що спостерігались, залежно від швидкості руху

Результати вибірки вертикальних осьових прогинів рейки (мм) зображені на рис. 6.

Діапазон середніх значень вертикальних осьових прогинів рейкової нитки розподілявся в діапазоні від 1,2 мм до 1,7 мм а по максимально спостережувальних значеннях від 1,4 мм до 1,8 мм.

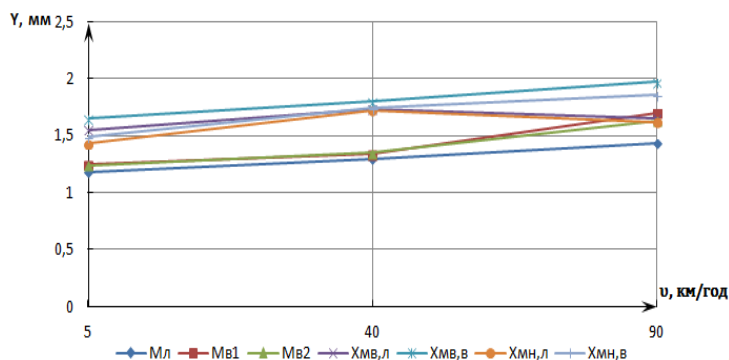


Рис. 6. Вертикальні прогини рейок, що спостерігались

Результати вибірки горизонтальних віджимань головки рейки, зображені на рис. 7. Згідно з рис. 7, діапазон середніх значень бокових горизонтальних віджимань головки рейки коливається від 1,2 мм до 1,8 мм – під локомотивами, від 0,7 мм до 1,2 мм – під вагонами. Максимальні спостережувальні значення від 1,6 мм до 2,2 мм – під локомотивами, від 1,3 мм до 1,9 мм – під вагонами.

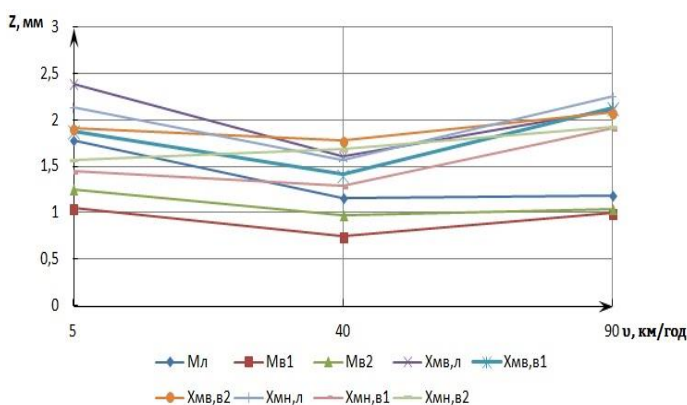


Рис. 7. Горизонтальні віджимання головки рейки, що спостерігались

**Круті напруження в прутках клем типу КПП-5 у вузлі рейкового скріплення типу КПП-5.** З метою визначення максимально-імовірних місць появи напруженого стану в прутках клем, як одного із основних елементів проміжного рейкового скріплення типу КПП-5, – визначались напруження.

Були вибрані 4-кlemi проміжного рейкового скріплення типу КПП-5. Отримані в певних фіксованих експериментальних перерізах дані були об'єднані у вибірці по кожній рухомій одиниці дослідного рухомого складу для певної швидкості руху залежно від нумерації осей.

Аналізуючи експериментально-отримані дані, встановлено, що значення напружень у верхній та нижній частині прутка двох клем по внутрішній стороні рейкової нитки відрізняються на 5 % – під локомотивами, 8 % – під вагонами, на 7 % – під локомотивами та 6,5 % – під вагонами.

Значення напружень у верхній та нижній частині прутка двох клем по зовнішній стороні рейкової нитки відрізняються на 20,6 % – під локомотивами, 11,4 % – під вагонами, та 12 % – під локомотивами, 4,3 % – під вагонами.

Спостерігаються практично не змінні значення напружень, які виникають в двох клемах по зовнішній та в двох клемах по внутрішній стороні рейкової нитки у вузлі проміжного рейкового скріплення типу КПП-5. Згідно з цим експериментально-отримані значення напружень, що виникають в прутках клем об'єднані в чотири вибірки, які характеризують напруження в верхній та нижній частині прутка клем по внутрішній стороні та у верхній та нижній частині прутка клеми по зовнішній стороні рейкової нитки. Величини зміни напружень в прутках клеми по зовнішній стороні рейкової нитки в залежності від швидкості руху, представлені графічно на рис. 8.

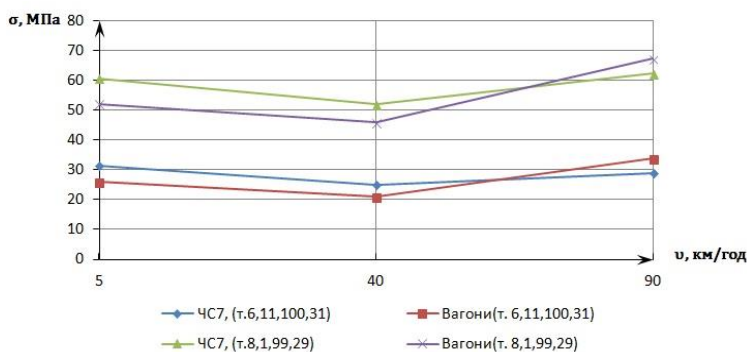


Рис. 8. Залежність напружень в прутках клеми від швидкості руху (зн. сторона рейкової нитки)

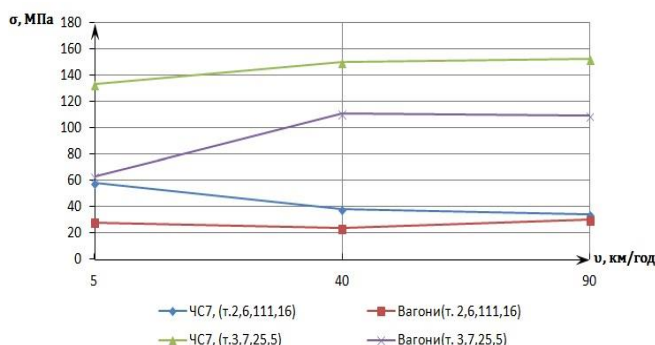
## ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ

Значення напружень в верхній частині прутка клеми по зовнішній стороні рейкової нитки (група точок 6, 11, 100, 31) розподіляються в діапазоні від 18 МПа до 32 МПа – під локомотивами, від 17 МПа до 39 МПа – під вагонами. Максимальні спостережувальні значення напружень 45-104 МПа – під локомотивами, та 41-121 МПа – під вагонами.

Значення напружень в нижній частині прутка клеми по зовнішній стороні рейкової нитки (група точок 8, 1, 99, 29) розподіляються в діапазоні від 38 МПа до 64 МПа – під локомотивами, від 41 МПа до 75 МПа – під вагонами. Максимальні спостережувальні значення 50-96 МПа – під локомотивами, та 49-108 МПа – під вагонами.

Досліджено, що експериментально-отримані напруження в прутках клеми по зовнішній стороні рейкової нитки у верхній частині прутка клеми на 50 % менші ніж величина напружень у нижній частині прутка клеми – під локомотивами, та на 48 % – під вагонами.

Величини зміни напружень в прутках клеми по зовнішній стороні рейкової нитки в залежності від швидкості руху, представлені графічно на рис. 8.



**Рис. 9. Залежність напружень в прутках клеми від швидкості руху (вн. сторона рейкової нитки)**

Середнє значення напружень у верхній частині прутка клеми по внутрішній стороні рейкової нитки залежно від швидкості руху (група точок 2, 6, 111, 16) розподіляються в діапазоні від 28,02 МПа до 57,8 МПа – під локомотивами, від 21,36 МПа до 40,51 МПа – під вагонами. Максимальні спостережувальні значення 58 – 100 МПа – під локомотивами, 53 – 75 МПа – під вагонами.

Значення напружень в нижній частині прутка клеми по внутрішній стороні рейкової нитки (група точок 3, 7, 25, 5) розподіляються від 64,2 МПа до 152,4 МПа – під локомотивами та від 114 МПа до 144 МПа – під вагонами. Максимальні спостережувальні 135 – 426 МПа – під локомотивами, та 187 – 416 МПа – під вагонами.

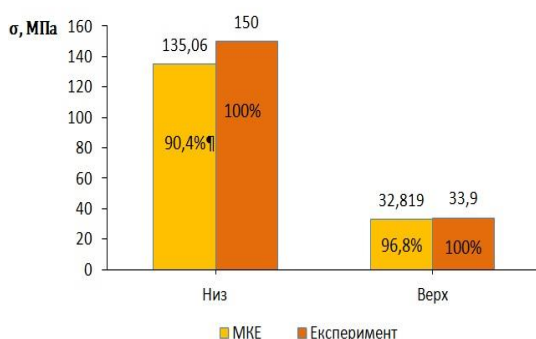
Встановлено, отримані значення напружень в прутках клеми по внутрішній стороні рейкової нитки у верхній частині прутка клеми на 62 % менші ніж напруження у нижній частині прутка клеми – під локомотивами, та на 72 % – під вагонами.

Загалом, аналізуючи опрацьовані дані, встановлено, що середні значення напружень у верхній частині прутка клеми по внутрішній стороні рейкової нитки на 45 % більше ніж по зовнішній частині рейкової нитки – під локомотивами, та на 4 % більше – під вагонами. Середні значення напружень у нижній частині прутка клеми по внутрішній стороні рейкової нитки на 58 % більше ніж по зовнішній стороні – під локомотивами, та на 50 % більше – під вагонами.

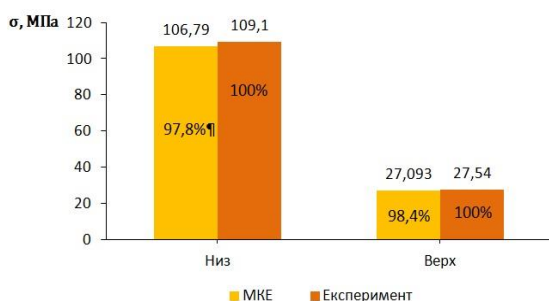
**Порівняння результатів розрахунку напруженого стану в клеях у вузлі скріплення типу КПП-5 по розробленій моделі та експерименту.** Для перевірки достовірності математичної моделі, розробленої на основі теорії моделювання методом кінцевих елементів (далі МКЕ) були виконані розрахунки відповідно з конструкцією дослідної ділянки.

У зв'язку з цим була створена математична модель залізничної колії із проміжним рейковим скріпленням типу КПП-5, яка враховувала особливості її роботи при використанні теорії МКЕ [12, 13, 17]. Геометричні розміри проміжних елементів ділянки залізничної колії, що закладались в модель як вихідні дані, для розрахунку приймалися згідно з нормативними кресленнями, які подані відповідно у [6, 7].

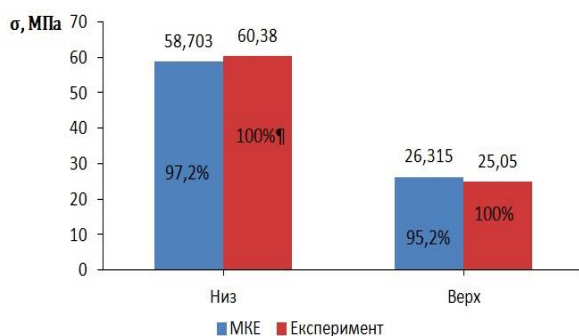
На рисунках 10 – 13 наочно зображені результати розрахунків відповідно до МКЕ та експерименту та їх порівняння.



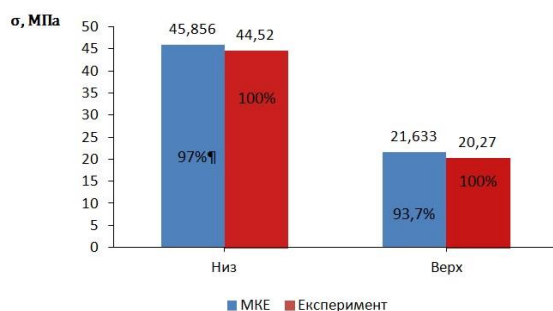
*Рис. 10. Напруження в клемі 1 (вн. стор. р. н) при різних методиках для локомотивів*



*Рис. 11. Напруження в клемі 1 (вн. стор. р. н) при різних методиках для вагонів*



*Рис. 12. Напруження в клемі 2 (зн. стор. р. н) при різних методиках для локомотивів*



*Рис. 13. Напруження в клемі 2 (зн. стор. р. н) при різних методиках для вагонів*

Відповідно до вище отриманих значень можна зробити висновок, що в місцях технологічних згинів прутка клеми, де виникають максимальні напруження від кручення, під час експлуатації будуть виникати концентратори напружень в металі клеми, що в подальшому до втрат клемою своїх пружних властивостей з одночасною появою релаксації [5, 9].

**Результати.** Згідно з проведеними експериментальними дослідженнями залізничної колії із скріпленням типу КПП-5 встановлено: максимальні значення бічних сил не перевищують 81,3 кН, вертикальні – 170,7 кН. Середні значення напружень в рейках розподіляються в діапазоні 130 – 172 МПа – під локомотивами, та 95,8 – 162 МПа – під вагонами. Діапазон середніх значень вертикальних осевих прогинів рейки коливається в межах 1,2 – 1,7 мм, горизонтальних віджимань в діапазоні 0,7 – 1,9 мм. Середні значення напружень в прутках клем по зовнішній стороні рейкової нитки на 48 – 50 % менше ніж напруження, які виникають в прутках клеми по внутрішній стороні рейкової нитки.

**Наукова новизна та практична значимість.** У даній роботі вперше були отримані положення та експериментальні результати роботи залізничної колії із скріпленням типу КПП-5. Це дозволило більш чітко дослідити та проаналізувати роботу проміжних елементів вузла скріплення, а саме: найімовірніші місця появи напруженого стану в прутках клеми. Це пояснюється тим, що клеми є одним із основних елементів у вузлі скріплення, стабільність роботи яких суттєво впливає на силовий ланцюжок – «рейка-клема-прокладка», і на надійність роботи залізничної колії в цілому. Від цього буде забезпечуватись безпека руху на залізничному транспорті.

**Висновки.** У цілому по експериментальних дослідженнях встановлено, динамічні бокові, вертикальні сили, вертикальні і горизонтальні прогини рейки, зафіксовані під час досліджень не перевищують гранично-допустимих згідно з [14]. Напруження, що виникають в прутках клем типу КП-5 у вузлі рейкового скріплення типу КПП-5 в основному не перевищують максимальних допустимих згідно з [2].

Згідно з експериментальними та теоретичними дослідженнями підтверджується стабільність роботи залізничної колії із скріпленням типу КПП-5 в ділянках колії радіусом  $R = 400\text{ м}$ . Одночасно з цим буде і забезпечуватись безпека руху на залізничному транспорті з точки зору взаємодії колії та рухомого складу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Балух Х. Диагностика верхнего строения пути / Пер. с польск. И. В. Шварца; под ред. М. Ф. Вериги. – М.: Транспорт., 1981. – 415 с.
2. Говоруха В. В. Создание и внедрение упругих элементов промежуточного скрепления рельсового пути. / В. В. Говоруха // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2003. – Вип. 2. – С. 162–171.

3. *Гурман В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – М.: Высш. шк., 2005. – 479 с.
4. *Ершков О. П.* Исследование жесткости железнодорожного пути и ее влияние на работу рельсов в кривых участках / О. П. Ершков. // Труды ВНИИЖТа. – М.: Издательский отдел ЦНИИ МПС., 1963. – Вып. № 264. – 152 с.
5. Оцінка параметрів пружної клеми марки КП-5.2 / М. Д. Костюк., В. В. Рибкін., І. О. Бондаренко., Н. М. Івченко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2003. – Вип. 2. – С. 11–17.
6. Посібник з устрою, монтажу та утриманню проміжних пружних скріплень типу КПП. ЦП-0104 [Текст]: Затв.: Наказ Укрзалізниці 14.09.2005 № 34Ц / Мін-во трансп. та зв'язку України. – К., 2005. – 72 с.
7. Практичні рекомендації щодо проведення вхідного контролю якості матеріалів верхньої будови колії [Текст]: Затв.: Наказ Укрзалізниці 30.01.2003 № ЦП-7/72 / Мін-во трансп. України. – Д.: Арт-прес, 2003. – 196 с.
8. Проведення випробувань піввагона моделі 12-7039-01 та вагона для зерна моделі 19-7053, виготовлених ПАТ «КВБЗ». Наказ від 19.02.2013 за № 87/Н.
9. *Рибкін В. В.* Оцінка втомлено-міцнісних характеристик елементів вузла проміжного рейкового скріплення типу КБ-65 та КПП-5 при повторно-змінних циклах навантаження конструкції / В. В. Рибкін, І. О. Бондаренко, Р. В. Маркуль / Пробл. взаємодії колії та рухомого складу, присвяченій 100-річчю проф. М. А. Фрішмана. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2013. – С. 39–40.
10. *Рибкін В. В.* Надійність залізничної колії : навч. посіб. / В. В. Рибкін, І. О. Бондаренко, Д. М. Курган. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2013. – 154 с.
11. *Рибкін В. В.* Оцінка впливу величини бічної-горизонтальної сили, що передається на вузол проміжного рейкового скріплення типу КБ та КПП-5 / В. В. Рибкін, І. О. Бондаренко, Р. В. Маркуль // Пробл. взаємодії колії та рухомого складу, присвяченій 100-річчю проф. М. А. Фрішмана : пр. міжнарод. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2013. – С. 38–39.
12. *Розин Л. А.* Метод конечных элементов. [Текст] / Л. А. Розин // Сорсовский образовательный журнал. – 2000 – №4. – С. 120 – 127.
13. *Стренг Г.* Теория метода конечных элементов [Текст] / Г. Стренг, Дж. Фикс. – М.: Мир., 1977. – 349 с.
14. Технічні вказівки з проведення натурних випробувань рухомого складу на колію та стрілочні переводи [Текст]: Затв.: Наказ Укрзалізниці 04.03.2010 №028 ЦЗ / Мін-во трансп. та зв'язку України. – К., 2010. – 17 с.
15. Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірвальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при відступах від норм утримання рейкової колії. ЦП0020 [Текст]: Затв.: Наказ Укрзалізниці 17.01.2005 № 9-Ц / Мін-во трансп. та зв'язку України. – К., 2005. – 48 с.
16. Укладання в колію 10 шпал типу СБ-3 під скріплення типу КПП-5 в межах кругової кривої з'єднувальної гілки Нижньодніпровськ вузол – Самарівка (195 км ПК 8) Придніпровської залізниці для поведення випробувань взаємодії рухомого складу та колії із скріпленням типу КПП-5. Наказ від 22.04.2013 за № ПС04/1069.
17. Численные методы в механике / за ред. Н. Г. Сурьянникова. – М.: Мир., 2004. – 564 с.

***N. P. Nastechik, PhD (Technical Sciences), Associate Professor***  
*(Associate Professor of Road and Track Facilities Chair, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan)*

***R. V. Marcul***  
*(Assistant of Road and Track Facilities Chair, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan)*

### EXPERIMENTAL STUDIES OF THE INTERACTION OF ROLLING STOCK AND RAILWAY TRACK WITH INTERMEDIATE RAIL FASTENINGS TYPE КПП-5

*With the implementation of high-speed trains on the railways of Ukraine increased presented to the intermediate rail fastening requirements. It is on track work on the mainte-*

---

nance and repair of unit bonds account for 10 to 18% of labor costs. One of the main types of bonds, which went into operation is an intermediate rail fastening type KIII-5. Data from previous experimental studies reliably prevented clear science-based performance bonding site. Therefore, the aim is to develop a methodology and rationale of the pilot study work node bonding type KIII-5 with a detailed assessment of the appearance of places stress state in his cell during operation. In the pilot study of railway track with intermediate rail fastening type KIII-5 there is a need in the selection of the pilot area the way, measurements of parameters of track, study places measurement devices. With the help of experimental studies of the interaction of railway track with the binding type KIII-5 were identified and justified following values: lateral forces, vertical forces, stresses in the rail vertical and horizontal deflections extraction of rails. All listed previously obtained experimental method values do not exceed the limit values with respect to [14]. The state of stress in bars type terminals KII-5 binding site is – heterogeneous, especially in the curved sections of track. The average values of stresses in the bars on the outside of the terminal rail thread for 48-50% less than the stresses in the bars on the inside of the terminal rail thread. To date, in this paper were first obtained by the position and the experimental results of the railway track staple type KIII-5. This allowed more clearly examine and analyze the work of the intermediate elements binding site, namely the most likely place the appearance of the stress state in the terminal bars. In keeping in this paper experimental results have allowed almost fully investigate the work of railway track with intermediate rail fastening type KIII-5, especially to explore the work of elastic-type terminals KII-5, as essential elements in the node mounting. Stable operation which significantly affects the power chain – «terminal-rail pad», and the reliability of the whole railway. At the same time from that provided traffic safety on the railways.

**Keywords:** with intermediate rail fastening type KIII-5, the elastic terminal, experimental research, the state of stress.

## REFERENCES

1. Balukh Kh. Dyahnostyka verkhneho stroenyia puty / Per. s polsk. Y. V. Shvartsa. Pod red. M. F. Veryho. – M.: Transport., 1981. – 415 s.
2. Hovorukha V. V. Sozdanye y vnedrenye upruykh elementov promezhutochnoho skreplenyia relsovoho puty. / V. V. Hovorukha // Visn. Dnipropetr. nats. un-tu zalizn. transp. im. akad. V. Lazariana. – Dnipropetrovsk, 2003. – Vyp. 2. – S. 162–171.
3. Hurman V. E. Teoryia veroiatnostei y matematycheskaia statystyka [Tekst]: ucheb. posobyie dlia vuzov / V. E. Hmurman. – M.: Vyssh. shk., 2005. – 479 s.
4. Ershkov O. P. Yssledovanye zhestkosti zheleznodorozhnoho puty y ee vlyianye na rabotu relsov v kruznykh uchastkakh / O. P. Ershkov. Trudy VNYZZhTa. – M.: Yzdatelskyi otdel TsNYY MPS., 1963. – Vip. № 264. – 152 s.
5. Otsinka parametriv pruzhnoi klemy marky KP.-5.2 / M. D. Kostyuk., V. V. Rybkin., I. O. Bondarenko., N. M. Ivchenko // Visn. Dnipropetr. nats. un-tu zalizn. transp. im. akad. V. Lazariana. – Dnipropetrovsk, 2003. – Vyp. 2. – S. 11–17.
6. Posibnyk z ustroiu, montazhu ta utrymanniu promizhnykh pruzhnykh skriplen typu KPP. TsP-0104 [Tekst]: Zatv.: Nakaz Ukrzaliznytsi 14.09.2005 № 34Ts / Min-vo transp. ta zv'iazku Ukrainy. – K., 2005. – 72 s.
7. Praktychni rekomendatsii shchodo provedennia vkhidnoho kontroliu yakosti materialiv verkhnoi budovy kolii [Tekst]: Zatv.: Nakaz Ukrzaliznytsi 30.01.2003 № TsP-7/72 / Min-vo transp. Ukrainy. – D.: Art-pres., 2003. – 196 s.
8. Provedennia vyprobuvan pivvahona modeli 12-7039-01 ta vahona dlia zerna modeli 19-7053, vyhotovlenykh PAT «KVBZ». Nakaz vid 19.02.2013 za № 87/N.
9. Rybkin V. V. Otsinka vtomleno-mitsnistnykh kharakterystyk elementiv vuzla promizhnoho reikovooho skriplennia typu KB-65 ta KPP-5 pry povtorno-zminnykh tsyklakh navantazhennia konstrukttsii / V. V. Rybkin, I. O. Bondarenko, R. V. Markul / Probl. vzaiemodii kolii ta rukhomoho skladu, prysviachenii 100-richchiu prof. M. A. Frishmana. – Dnipropetrovsk : DNUZT, 2013. – S. 39–40.
10. Rybkin V. V. Nadiinist zaliznychnoi kolii : navch. posib. / V. V. Rybkin, I. O. Bondarenko, D. M. Kurhan. – Dnipropetrovsk : DNUZT, 2013. – 154 s.

## ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ

---

11. Rybkin V. V. Otsinka vplyvu velychyny bichnoi-horyzontalnoi syly, shcho peredaetsia na vuzol promizhnoho reikovooho skriplennia typu KB ta KPP-5 / V. V. Rybkin, I. O. Bondarenko, R. V. Markul / Probl. vzaiemodii kolii ta rukhomoho skladu, prysviachenii 100-richchii prof. M. A. Frishmana : pr. mizhnarod. nauk.-prakt. konf. – Dnipropetrovsk : DNUZT, 2013. – S. 38–39.

12. Rozyn L. A. Metod konechnykh elementov. [Tekst] / L. A. Rozyn // Sorsovskiy obrazovatelnyi zhurnal. – 2000 – №4. – S. 120 – 127.

13. Strenh H. Teoriya metoda konechnykh elementov [Tekst]/H. Strenh, Dzh. Fyks. – M.: Myr., 1977.–349 s.

14. Tekhnichni vkazivky z provedennia naturnykh vyprobuvan rukhomoho skladu na koliiu ta strilochni perevody [Tekst]: Zatv.: Nakaz Ukrzaliznytsi 04.03.2010 №028 TsZ / Min-vo transp. ta zv'iazku Ukrainy. – K., 2010. – 17 s.

15. Tekhnichni vkazivky shchodo otsinky stanu reikovoii kolii za pokaznykamy kolievymiriuvalnykh vahoniv ta zabezpechennia bezpeky rukhu poizdiv pry vidstupakh vid norm utrymannia reikovoii kolii. TsP0020 [Tekst]: Zatv: Nakaz Ukrzaliznytsi 17.01.2005 № 9-Ts / Min-vo transp. ta zv'iazku Ukrainy. – K., 2005. – 48 s.

16. Ukladannia v koliiu 10 shpal typu SB-3 pid skriplennia typu KPP-5 v mezhakh kruhovoii kryvoi ziedniuvanoi hilky Nyzhnodniprovsk vuzol – Samarivka (195 km PK 8) Prydniprovskoi zaliznytsi dlia povedennia vyprobuvan vzaiemodii rukhomoho skladu ta kolii iz skriplenniam typu KPP-5. Nakaz vid 22.04.2013 za № PS04/1069.

17. Chyslennye metody v mekhanyke / za red. N. H. Suriannykova. M.: Myr., 2004. – 564 s.