

УДК 625.172:625.143.5

Р. В. Маркуль

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

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРОЛЮ ТА УТРИМАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ЗІ СКРІПЛЕННЯМ ТИПУ КПП-5

Стратегічним напрямом розвитку залізничного транспорту України є підвищення швидкості руху поїздів, що суттєво залежить від покращення якості ведення колійного господарства. Одночасно з цим, стратегічним напрямком є впровадження ресурсозберігаючих технологій утримання залізничної колії, з метою досягнення найбільшого економічного ефекту від їх впровадження, з дотриманням безпеки руху поїздів при підвищенні швидкості руху. Реалізація цієї мети можлива за рахунок розробки рекомендацій та технологій утримання залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5. В роботі приведені дослідження, метою яких є підсилення надійності роботи вузла скріплення типу КПП-5 протягом всього терміну експлуатації. Розроблена та обґрунтована технологія контролю і утримання залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5.

Ключові слова: скріплення типу КПП-5, сила притискання рейки, технологія контролю та утримання залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5.

Стратегическим направлением развития железнодорожного транспорта Украины является повышение скорости движения поездов, что существенно зависит от улучшения качества ведения путевого хозяйства. Одновременно с этим, стратегическим направлением является внедрение ресурсосберегающих технологий содержания железнодорожного пути, с целью достижения наибольшего экономического эффекта от их внедрения, с соблюдением безопасности движения поездов при повышении скорости движения. Реализация этой цели возможна за счет разработки рекомендаций и технологии содержания железнодорожного пути со скреплением типа КПП-5. В работе приведены исследования, целью которых является усиление надежности работы узла скрепления типа КПП-5 в течение всего срока эксплуатации. Разработана и обоснована технология контроля и содержания железнодорожного пути со скреплением типа КПП-5.

Ключевые слова: скрепление типа КПП-5, сила прижатия рельса, технология контроля и содержания железнодорожного пути со скреплением типа КПП-5.

© Маркуль Р. В., 2015

Вступ. Однією із стратегічних робіт, пов'язаних із впровадженням швидкісного руху поїздів в Україні, є забезпечення надійної роботи вузла проміжного рейкового кріплення під час експлуатації. Проміжним рейковим скріпленням, яке впровадилось у широке використання на залізницях України (5-6 тис. км), є скріплення типу КПП-5.

З урахуванням експлуатаційних особливостей вітчизняних залізниць, що в порівнянні із залізницями країн Європи мають більш високі вантажонапруженості, осеві навантаження, та більшу масу поїздів у скріпленні типу КПП-5, під час тривалої експлуатації виявлено низку недоліків, пов'язаних із передчасною відмовою його елементів. Існує проблема, що пов'язана з відсутністю методики та технології контролю за роботою вузла проміжного рейкового скріплення типу КПП-5, а саме, контроль за роботою окремих його елементів, оскільки вони визначають надійність роботи вузла скріплення в цілому. Приведені вище твердження вказують на актуальність даної тематики роботи, яка може вирішити та покращити основні принципи ведення колійного господарства, за рахунок обґрунтування і розробки технології, контролю та утримання залізничної колії із використанням скріплення типу КПП-5. Це дозволяє підсилити роботу вузла скріплення з одночасним збереженням необхідної надійності роботи вузла скріплення типу КПП-5 протягом усього міжремонтного терміну експлуатації залізничної колії, з одночасним збереженням безпеки руху поїздів.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проміжним рейковим скріпленням, яке впровадилось у постійну експлуатацію на залізницях України після довготривалих експлуатаційних спостережень є нероздільне скріплення типу КПП-1, а згодом і скріплення типу КПП-5. Даний вид скріплення є прототипом польського проміжного рейкового скріплення типу SB-3 [1, 2]. Передумовою впровадження такого виду скріплення є забезпечення нормативного рівня притискання підшви рейки до підрейкової опори. Було встановлено, що на початкових стадіях експлуатації на відміну від скріплення типу КБ скріплення типу КПП-5 мають низку переваг таких, як: простота монтажу-демонтажу утримання колії, відсутність болтово-гайкових з'єднань, малодетальність, низька металоємність.

Але під час тривалої експлуатації у скріплення типу КПП-5 виявлено низку недоліків, пов'язаних із передчасною відмовою його елементів. Причиною цього є недостатньо вивчена силова робота вузла скріплення під час експлуатації. На сьогоднішній день чисельну оцінку зниження сили притискання рейки до підрейкової основи при скріпленні типу КПП-5 залежно від пропущеного тоннажу досліджено не до кінця. Під час експлуатаційних спостережень за роботою проміжних скріплень типу КПП-5 в діапазонах радіусів менше 600 м часто трапляються випадки розширення рейкової колії. Порушення нормативної ширини рейкової колії одночасно загрожує безпеці руху поїздів. Одночасно з цим підрейкова прокладка недостатньо чинить опір поперечному і поздовжньому зміщенню рейки, що призводить до появи угону колії [3, 4, 5]. Збільшується бокова жорсткість вузла скріплення, що призводить до пошкодження полімерної вкладки типу ВІП, пошкоджується тіло залізобетонної шпали в місці примикання з шапкою монолітного анкера.

На сьогодні, згідно [6], елементи скріплення типу КПП-5 ремонту не підлягають і замінюються на нові. Отже, існує проблема, що пов'язана з відсутністю

технології утримання, і засобів контролю за станом роботи, залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5. Це дозволило б підсилити роботу вузла скріплення типу КПП-5 протягом всього міжремонтного терміну експлуатації залізничної колії.

Мета та задачі дослідження. Метою даної роботи є вирішення науково-практичної задачі, пов'язаної із розробкою технології контролю та утримання залізничної колії із скріпленням типу КПП-5, а саме:

- дослідити основні положення та методику оцінки стану пружних і залишкових деформацій у елементах рейкового скріплення типу КПП-5, та їх вплив на силову роботу вузла скріплення під час експлуатації;
- з допомогою розробленої методики та практичних засобів, розробити та обґрунтувати технологію контролю та утримання залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5.

Основна частина дослідження. У 2014 році автором спільно з кафедрою «Колія та колійне господарство» ДНУЗТу було встановлено, загальне передбачуване зменшення сили притискання рейки до підрейкової основи протягом $T = 0-800$ млн. т. бр., (рис. 1).

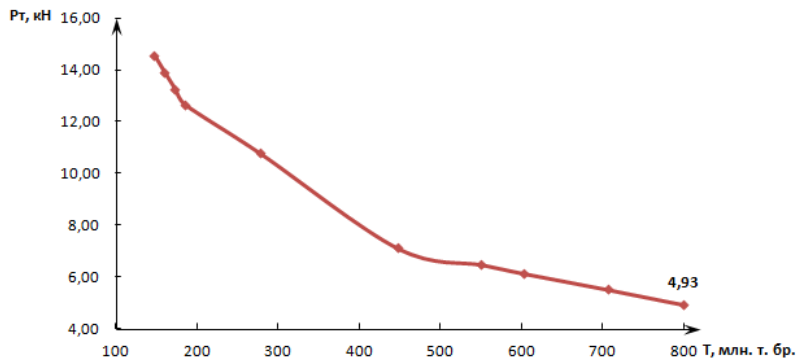


Рис. 1. Графік загального зменшення сили притискання із врахуванням усіх факторів

Із рис. 1 встановлено, залежно від пропущеного тоннажу величина зміни сили притискання рейки до підрейкової основи в основному змінюється за лінійним законом. Стрибкоподібне загальне значення зменшення сили притискання починаючи з $T = 147$ млн. т. бр. До $T = 400$ млн. т. бр., спричинене нерівномірним зношенням (стиранням) підрейкової прокладки.

Дослідження зміни сили притискання рейки до підрейкової основи при скріпленні типу КПП-5 виконувались з урахуванням впливу різних факторів (рис. 2).

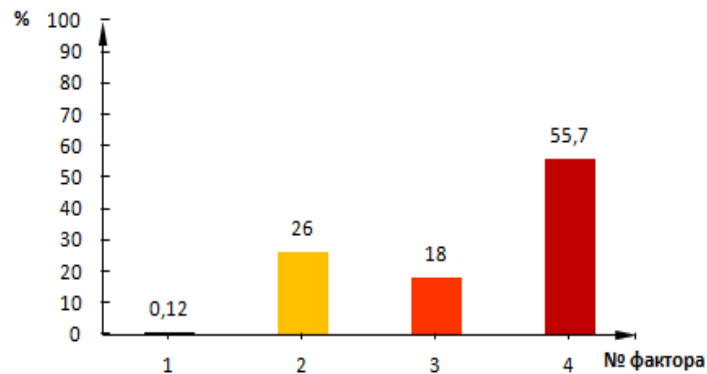


Рис. 2. Вплив факторів на силу притискання рейки до підрейкової основи в рейковому скріпленні типу КПП-5
 1 – «монтаж-демонтаж клеми»; 2 – релаксація клеми;
 3 – розташування осей анкера; 4 – знос прокладки.

Опір поздовжньому переміщенню рейкової нитки в основному залежить від стабільного притискання рейки до підрейкової основи пружною клемою протягом усього міжремонтного терміну експлуатації, а також від матеріалу і якості підрейкових амортизуючих прокладок [7, 8].

Згідно з нормативною документацією [9], у безстиківій колії рейкові пліти та рейки зрівнювальних прольотів до залізобетонних шпал дозволяється прикріплювати проміжними скріпленнями, що забезпечують достатній опір поздовжньому переміщенню рейкових плітей (25-30 кН/м). Тому, емпірично було визначено можливе зменшення величини погонного опору переміщенню рейкової нитки залежно від зміни сили притискання при проміжному рейковому скріпленні типу КПП-5 (рис. 3).

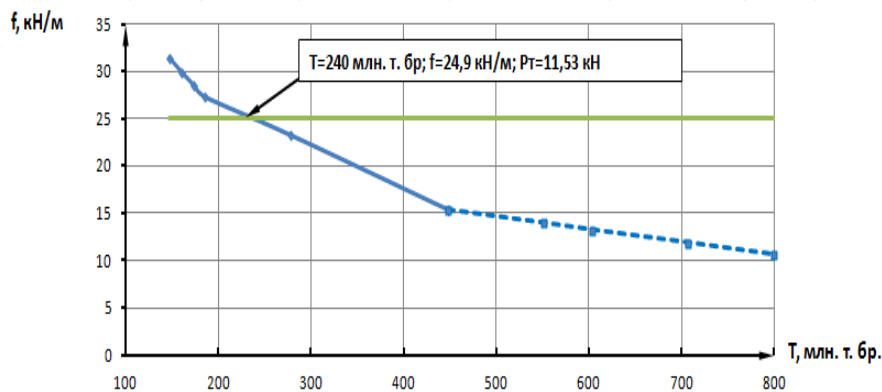


Рис. 3. Залежність зміни величини опору поздовжньому зміщенню рейкової нитки від пропущеного тоннажу

Встановлено, мінімальне значення сили, при якій стабільно буде рейка до підрейкової основи із одночасним збереженням оптимальної величини опору поздовжньому переміщенню рейкової нитки – має бути $P_{\min} = 11,5 \text{ кН}$ при пропущеному тоннажі $T=240 \text{ млн. т. бр.}$

Для попередження можливого виникнення уgonу плітей безстикової колії при скріпленні типу КПП-5, а також прискореного подальшого руйнування окремих елементів вузла, було розроблено конструкцію регулювальної пластини. Конструкція регулюючої пластини, під час монтажу її в робоче положення у вузлі скріплення типу КПП-5 встановлювалась між ізолюючим вкладишем та клемою.

Товщина регулюючої пластини згідно досліджень, з метою підвищення надійної силової роботи вузла скріплення типу КПП-5 протягом усього міжремонтного періоду проектувалась товщиною 4 мм.

З використанням регулюючої пластини, було визначено підвищення сили притискання рейки до підрейкової основи (рис. 4).

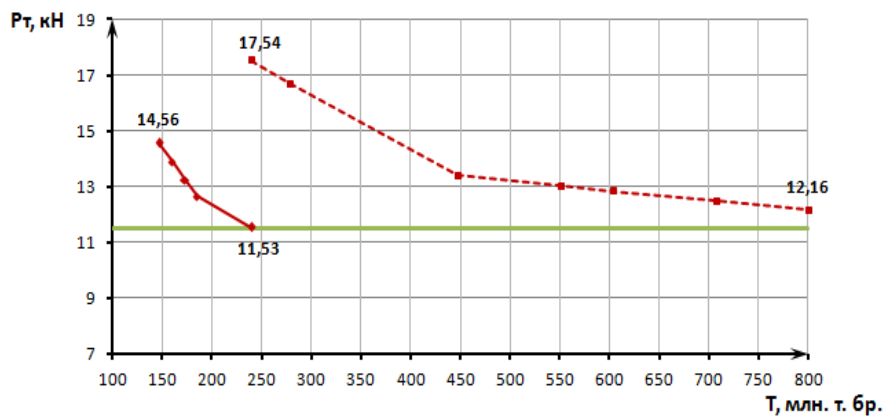


Рис. 4. Підвищення сили притискання клеми до підшви рейки з використанням регулюючих пластин

Згідно із рис. 4 можна побачити, що при застосуванні регулюючих пластин сила притискання рейки до підрейкової основи з $T=240 \text{ млн. т. бр.}$ підвищується на $P_t = 34,26 \%$.

Величина опору поздовжньому переміщенню рейкової нитки з використанням регулюючих пластин при проміжному рейковому скріпленні типу КПП-5 зображена на рис. 5.

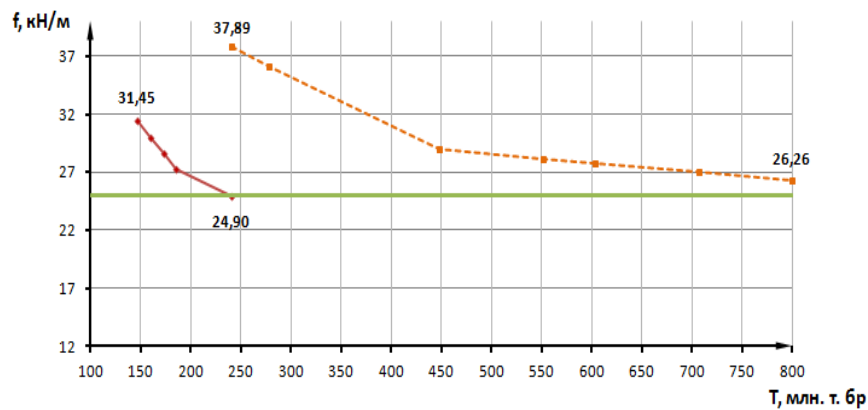


Рис. 5. Підвищення поздовжнього опору переміщенню рейкової нитки з використанням регулюючих пластин

Із рис. 5 встановлено, величина поздовжнього опору переміщенню рейкової нитки збільшується на $f = 34,28 \%$.

Згідно [10], проміжне рейкове скріплення типу КПП-5 можна укласти на ділянках колії з вантажонапруженістю до 30 млн. т. км. бруто на км. за рік. В залежності від швидкості руху вантажних та пасажирських поїздів буде виконуватись модернізація колії з міжремонтними періодами пропущеного тоннажу – 650 та 800 млн. т. бр.

На основі вище представлених досліджень було запропоновано рекомендації щодо технології контролю та утримання залізничної колії із проміжним рейковим скріпленням типу КПП-5 протягом усього міжремонтного терміну експлуатації. з міжремонтними періодами пропущеного тоннажу 650 та 800 млн. т. бр. (рис. 6-7).

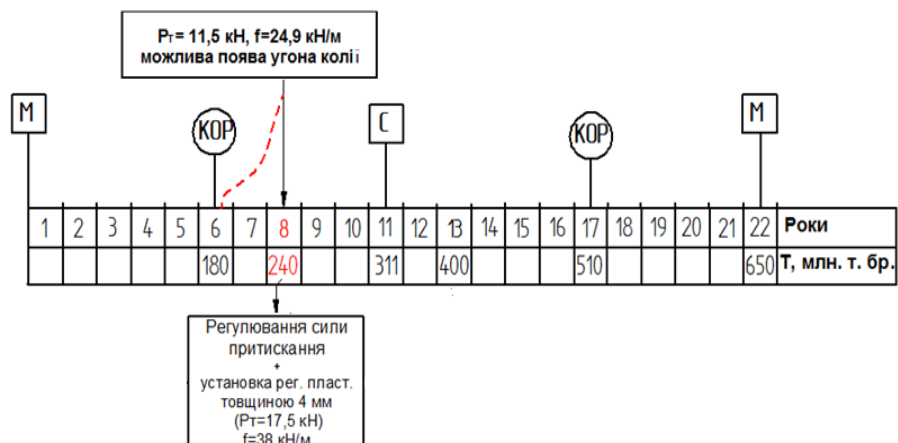


Рис. 6. Технологія контролю та утримання залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5 при міжремонтному терміні 650 млн. т. бр.

Відповідно з [11], дане регулювання та підсилення конструкції вузла проміжного рейкового скріплення типу КПП-5 можна перенести на виконання комплексно-оздоровчого ремонту колії (див. рис. 6-7).

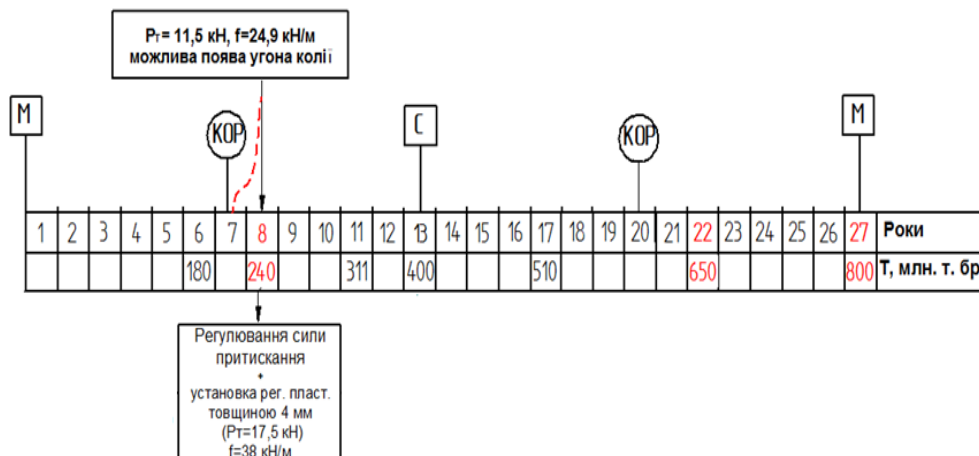


Рис. 7. Технологія контролю та утримання залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5 при міжремонтному терміні 800 млн. т. бр.

Згідно із схемами (рис. 6-7), необхідно виконувати регулювання сили притискання та підсилювати силову роботу вузла скріплення типу КПП-5 регульовальними пластинами, уже після пропуску 240 млн. т. бр. вантажу.

За результатами опитування працівників колійного господарства, було виявлено, що можливі випадки виникнення угону плітей безстикової колії найчастіше виникають у зоні зрівнювальних прольотів. Рекомендується установлювати дану конструкцію пластин через кожну третю шпалу в зоні зрівнювальних прольотів плюс у середній частині пліті (2-3 ланки рейко-шпальної решітки). Згідно з розрахунків це складає близько 140 одиниць на 1 км. колії.

Окремою задачею даних досліджень було визначення техніко-економічної ефективності від впровадження запропонованих рекомендацій по утриманню залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5. Під час досліджень використовувалась методика, що дозволяє проаналізувати економічну ефективність роботи варіанта ВБК протягом усього міжремонтного терміну експлуатації [12]. Дана методика базується на аналізі сумарних приведених витрат.

$$P_i = K_i + \sum_{t=1}^{t_{кр}} E_{ti} \eta_i + \sum_{t=0}^{t_{кр}} C_{ti} \eta_t \quad (1)$$

де K_i – капітальні вкладення на укладку i -го варіанта конструкції колії, грн/км (витрати на капітальні ремонти колії);

E_{ti} – річні експлуатаційні витрати по i -му варіанту, грн/км за рік;

C_i – одночасні витрати (на комплексно-оздоровчі, середні та інші ремонти) по i -му в кожному конкретному році t_i , грн/км;

t_i – рік, в котрому визначають витрати;

$t_{кр}$ – строк служби найбільш довгострокового варіанта конструкції колії років;

η_t – коефіцієнт віддалення витрат (коефіцієнт дисконтування).

Коефіцієнт віддалення витрат визначається за формулою:

$$\eta_t = \frac{1}{(1 + E_{mn})^t} \quad (2)$$

Графік сумарних приведених витрат, що дозволяє визначити термін окупності від впровадження запропонованих автором рекомендацій, зображено на рис. 8.

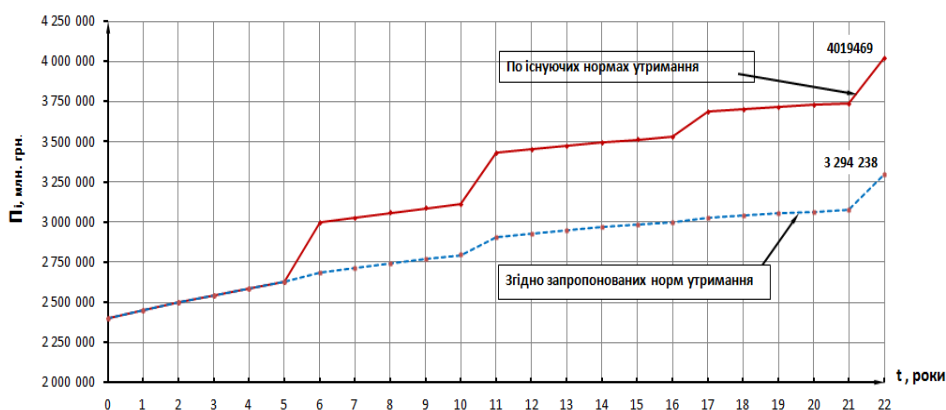


Рис. 8. Графік сумарних приведених витрат утримання залізничної колії із скріпленням типу КПП-5 по існуючих нормативах та запропонованій технології

На підставі економічних розрахунків, згідно із запропонованою технологією контролю та утримання залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5, з використанням регулювальних пластин встановлено, економія спостерігається практично по всіх видах проміжних ремонтів та поточного утримання (рис. 9).

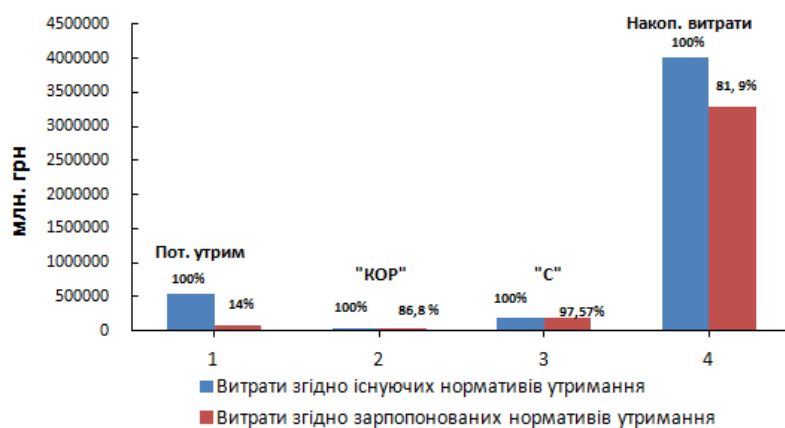


Рис. 9. Економічний ефект від впровадження запропонованої технології контролю та утримання залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5

Результати розрахунків економічного ефекту на 1 км залізничної колії із проміжним рейковим скріпленням типу КПП-5 за весь міжремонтний строк дозволить

зменшити витрати на 18,04 % в основному за рахунок зменшення витрат часу на заміну елементів вузла скріплення, та економії матеріалів ВБК.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. За результатами досліджень було встановлено, що зменшення сили притискання рейки до підрейкової основи за рахунок релаксації клеми на кінець міжремонтного періоду складає 26 %, за рахунок зношення підрейкової прокладки 55,7 %, за рахунок центрування отворів анкерів 18 %, виконання технологічного процесу – «монтаж-демонтаж» 0,12 %. Під час досліджень по впливу різних факторів на процес зменшення сили притискання рейки до підрейкової основи у випадку використання скріплення типу КПП-5, ізолюючий вкладиш типу ВІП не приймали до уваги, так як зношення опорної його поверхні, що примикає до підшви рейки під час полігонних досліджень не спостерігалось.

Загальне передбачуване значення зменшення сили притискання рейки до підрейкової основи протягом $T = 0 - 800$ млн. т. бр. з врахуванням впливу вище приведених факторів може досягати 4,93 кН. Мінімальне значення сили, при якій стабільно буде рейка притискатись до підрейкової основи із одночасним збереженням поздовжнього опору переміщенню рейкової нитки має бути $P_{\min} = 11,5$ кН при пропущеному тоннажі $T = 240$ млн. т. бр.

З метою підсилення силової роботи вузла проміжного рейкового скріплення типу КПП-5 під час експлуатації була розроблена та запропонована конструкція регулювальної пластини. У випадку її використання сила притискання клеми до підшви рейки починаючи з $T = 240$ млн. т. бр. підвищується на 34,26 %, а величина погонного опору зміщенню рейкової нитки на 34,28 %. Одночасно забезпечується оптимальна робота силового ланцюжка – «рейка-клема-прокладка» протягом усього міжремонтного періоду. Регулююча пластина проста за конструктивними параметрами, оскільки не потребує багато витрат матеріалу на виготовлення.

Вперше появляється можливість використовувати проміжні елементи рейкового скріплення типу КПП-5 навіть тоді, коли вони уже втратили свої пружні властивості та силові характеристики під час експлуатації. Зменшуються витрати на закупку нових елементів вузла рейкового скріплення, з одночасним збереженням безпеки руху поїздів.

Економічний ефект від впровадження розробленої технології контролю та утримання 1 км залізничної колії зі скріпленням типу КПП-5 становить: при поточному утриманні 86 %, при комплексно-оздоровчому ремонті (КОРi) – 13 %, при середньому ремонті колії – 2,5 %. За весь міжремонтний строк економія складає 18,04 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. Говоруха, В. В. Механика деформирования и разрушения упругих элементов промежуточных рельсовых скреплений: Монография. – Д.: Изд-во «Лира ЛТД», 2005. – 388 с.
2. Нехорошев, Ю. П. Результаты испытаний скрепления СБ-3 [Текст] / Ю. П. Нехорошев, В. И. Матвеев // Путь и путевое хозяйство – М.: 2005, № 6. – С. 26 – 27.
3. АКТ обстеження ділянки колії зі скріпленням типу КПП-5 на Львівській залізниці по Мукачівській дистанції колії. Ст. Воловець. Комісія у складі: Ю. О. Макаров., В. П. Третьяков., Д. О. Дроздов., В. В. Грубов., Д.: – 2011. – 5 с.
4. Rezaie, F. Experimental and numerical studies of longitudinal crack control for pre-stressed concrete sleepers [Text] / F. Rezaie, M. R. Shiri, S. M. Farnam // «Engineering Failure Analysis» № 26 (2012) 21-30.

5. Даренский, А. Н. О некоторых закономерностях выхода элементов креплений [Текст] / Даренский А. Н. // Труды Межвузовский тематический сборник, вып 164. Ростов-на-Дону, РИИЖТ, 1981, с. 81-84.
6. Інструкція з укладання та утримання рейкової колії з рейками типу Р65, УІС60 і пружним проміжним скріпленням типу КПП-5 та високоомісними ізолюючими стиками (ЦП-0104) / С. М. Демченко, В. Л. Піскунов, О. В. Саєнко, В. О. Сестринський – Київ: Транспорт України, 2003. – 46 с.
7. Рибкін В. В. Пристрій для розрядки температурних напружень в плітях безстикової колії [Текст] / В. В. Рибкін, М. П. Настечик, Р. В. Маркуль // Праці Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми взаємодії колії та рухомого складу» ДНУЗТ 2013. – Д.: 2013.
8. Рибкін, В. В. Конструкція пристрою для контролю сили притискання клеми до рейки в проміжному рейковому скріпленні типу КПП-5 [Текст] / В. В. Рибкін, М. П. Настечик, Р. В. Маркуль, Савицький В. В. // Тези доповіді на 74 Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» ДНУЗТ 2014. – Д.: 2014.
9. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню та утриманню безстикової колії на залізницях України [Текст] / Рибкін В. В., Патласов О. М., Белорусов О. І., Карпов М. І., Курган Д. М., Шраменко В. П., Бабенко А. І., Штойко В. А., Олійник І. О., Лисак В. А., Каленик К. Л. // Транспорт України, К.: 2013. – 158 с.
10. Інструкція з улаштування та утримання колій залізниць України.(ЦП0269) [Текст] / Е. І. Даниленко, А. М. Орловський, М. І. Карпов, В. О. Яковлев, В. В. Рибкін, О. М. Патласов та ін. // – К.: Транспорт України, 2012. – 358 с.
11. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України, затверджено наказом Укрзалізниці від 10.08.2004 р. №630-ЦЗ. К.: 2004. – С 32.
12. Е. І. Даниленко Залізнична колія. / Улаштування , проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом / Підручник для вищих навчальних закладів (у 2-ох томах). К.: Інпрес, 2010. – Том. 1 – 528 с.

R. V. Marcul

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

THE DEVELOPMENT CONTROL TECHNOLOGY AND MAINTENANCE THE RAILWAY TRACK FASTENING WITH КПП-5 TYPE

Train speed increasing is a strategic direction of the railway transport development in Ukraine. First of all, the movement speed significantly depends on improving the quality of maintaining railroad facilities. At the same time, it is necessary to introduce the resource-saving technologies of railway track maintenance with a view to achieve the greatest economic impact. In the process of the increasing speeds, it is necessary to adhere the traffic safety rules. The implementation of this idea is possible due to the development of recommendations and control technology of the railway track fastening with type КПП-5. The research for increase the reliability of the fastening node with type КПП-5 throughout the maintenance period are given in this article. The main provisions, elastic and residual deformation assessment methodology in the rail fastening elements such as КПП-5 and their impact on the work node during the maintenance period were investigated. The control technology and maintenance of railway track fastening with type КПП-5 was developed and substantiated in this article.

Keywords: fastening type КПП-5, force of pressing of a rail, technology of control and the maintenance of a way with a fastening type КПП-5.

REFERENCES

1. Govorukha V.V. Sozdaniye i vnedreniye uprugikh elementov promezhutochnogo skrepleniya relsovogo puti [Creation and implementation of the elastic elements of the intermediate rail track fastening]. Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2003, issue 2, pp. 162-171.
2. Nekhoroshev Yu.P., Matvetsov V.I. Rezultaty ispytaniy skrepleniya SB-3 [The test results of the bonding SB-3]. Put i putevoye khozyaystvo – Track and Track Facilities, 2005, issue 6, pp. 26-27.
3. Makarov Yu.O., Tretiakov V.P., Drozdov D.O., Hrubov V.V. Akt obstezhennia dilianky kolii zi skriplenniam typu KPP-5 na Lvivskii zaliznytsi po Mukachivskii dystantsii kolii. St. Volovets [Certificate of inspection of the road sections with pinning type KPII-5 on the Lvov railroad in Mukachevo track. Volovets Station]. Dnipropetrovsk, 2011. 5 p.
4. Rezaie, F. Experimental and numerical studies of longitudinal crack control for pre-stressed concrete sleepers [Text] / F. Rezaie, M. R. Shiri, S. M. Farnam // «Engineering Failure Analysis» № 26 (2012) 21-30.
5. Darenskyi A.N. O nekotorykh zakonomernostyakh vyhoda jelementov skreplenij [About some conformities to law of output of elements of cleatings]. Trudy Mezhvuzovskij tematiceskij sbornik – Proceedings Interuniversity thematic collection, issue 164. Rostov-on-Don, RIIZHT, 1981, pp. 81-84.
6. Instrukcija z ulashtuvannja ta utrymannja kolij zaliznyc' Ukrainy. (TsP-0269) [Instructions for ordering and keeping track of railways of Ukraine. (IPI0269)] / E. I. Danilenko, A. N. Orlovsky, M. I. Karpov, V. A. Yakovlev, V. V. Rybkin, O. M. Patlasov and others. // – K.: Transport Ukraine, 2012. – 358 p.
7. Rybkin V. V. Prystrij dlja rozrjadky temperaturnyh napruzhen' v plitjah bezstykovoi' kolii' [Shoe discharge temperature stress in raft jointless track]. Proceedings of the International scientific conference «Problems of track and rolling stock» DNURT 2013. – D.: 2013.
8. Rybkin V. V. Konstrukcija prystroju dlja kontrolju syly prytyskannja klemy do rejky v promizhnomu rejkovomu skriplenni typu KPP-5 [The design of the device to control the pressing force to the rail terminal in the intermediate rail fastening type KPII-5]. 74 Abstracts International scientific conference «Problems and prospects of railway transport» DNURT 2014 – D.: 2014.
9. Tehnichni vказivky po ulashtuvannju, ukladannju ta utrymannju bezstykovoi' kolii' na zaliznycjah Ukrainy [Technical guidelines on the device, laying and maintenance of jointless track on the railways Ukraine] / V. V. Rybkin, O. M. Patlasov, A. I. Byelorusov, M. I. Karpov, D. N. Kurgan, V. P. Shramenko, A. I. Babenko, V. A. Shtoyko, I. A. Oleinik, V. A. Lysak, K. L. Kalenyk // Transport Ukrainy, K.: 2013. – 158 p.
10. Instruktsiya z ukladannya ta utrymannja rejkovoyi kolii z reykamy typu R65, UIC60 i pruzhnyym promizhnym skriplennjam typu KPP-5 ta vysokomitsnymy izolyuyuchymy stykamy (TsP-0104) [Instructions for laying and maintenance of rail track with rails type P65, UIC60 and elastic intermediate fastening of type KPII-5 high-strength and insulating joints] (IPI-0104) / S. M. Demchenko, V. L. Piskunov, O. Saenko, V. A. Nursing / – K.: Transport of Ukraine, 2003. – 46 p.
11. Polozhennja pro provedennja planovo-zapobizhnyh remontno-kolijnyh robit na zaliznycjah Ukrainy, zatverdzheno nakazom Ukrzaliznyci vid 10.08.2004 r. №630-CZ. [Terms and conditions of planned preventive repair and track works on the railways of Ukraine, approved by Ukrzaliznytsia from 10.08.2004 p. №630-IQ3]. K.: 2004. – 32 p.
12. Danilenko E. I. Danylenko Zaliznychna kolija. / Ulashtuvannja, proektuvannja i rozrahunky, vzajemodija z ruhomym skladom / Pidruchnyk dlja vyshhyh navchal'nyh zakladiv (u 2-oh tomah). [Railway line. / Arrangement, design and calculations, interaction with rolling stock / Textbook for higher educational institutions (in 2-volumes)] K.: Inpres, 2010. – Vol. 1 – 528 p.