

ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

УДК 625.141.54:625.172

М. П. НАСТЕЧИК<sup>1</sup>, Р. В. МАРКУЛЬ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Каф. «Колія та колійне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 31, ел. пошта nastechik\_mp@mail.ru, ORCID 0000-0002-4178-6092

<sup>2\*</sup>Каф. «Колія та колійне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 31, ел. пошта guaranga\_mr@mail.ru, ORCID 0000-0002-7630-8963

## ПЕРСПЕКТИВИ УКЛАДАННЯ СКРІПЛЕННЯ ТИПУ СКД65-Б В КРИВИХ ДІЛЯНКАХ КОЛІЇ МАЛОГО РАДІУСА

**Мета.** На сьогоднішній день існує тенденція щодо повного переходу головних колій на залізобетонні шпали. Причиною цього є дефіцит дерев'яних шпал, їх висока вартість та низький термін служби, що в кривих ділянках колії радіусом  $R \leq 300$  м складає всього 5–7 років (це у 5 разів менше строку служби залізобетонних шпал). Із впровадженням скріплення типу СКД65-Б з'явилась можливість плавного розширювати колію від 0 мм до 14 мм та звузити – від 0 мм до 28 мм із кроком 1 мм. При збільшеному поїзному навантаженні на колію 75...130 кН в горизонтальній площині, що характерно для кривих ділянок колії  $R \leq 300$  м, часто відбуваються порушення геометрії колії у плані. Це призводить до частих виправок, періодичність проведення яких при скріпленні типу СКД65-Б на сьогоднішній день відсутня. Тому метою статті є розробка рекомендацій щодо утримання рейкової колії у плані зі скріпленням типу СКД65-Б. **Методика.** В основі методики проведення досліджень лежить порівняльна оцінка впливу динаміки зміни ширини рейкової колії на періодичність виконання виправки її в плані у випадку використання скріплення типу ДО та СКД65-Б. **Результати.** За допомогою розробленої методики досліджень було встановлено, що перше регулювання ширини рейкової колії при скріпленні типу ДО необхідно виконувати вже на 14-ий місяць, а при скріпленні типу СКД65-Б – на 28-ий місяць експлуатації. **Наукова новизна.** Вперше було описано та виражено емпіричною залежністю процес зміни ширини рейкової колії та періодичність виконання її регулювання у випадку використання скріплення типу СКД65-Б. **Практична значимість.** Розроблені авторами рекомендації дозволять вчасно виконувати регулювання ширини рейкової колії при скріпленні типу СКД65-Б і одночасно забезпечують безпеку руху поїздів.

*Ключові слова:* скріплення типу СКД65-Б; ширина колії; регулювання ширини колії, утримання колії у плані

### Вступ

Збільшення швидкостей руху поїздів, осьового навантаження на залізницях України потребує підвищення міцності та стійкості залізничної колії. На сьогодні в більшості випадків у кривих малого радіуса, особливо на перевальних ділянках Львівської залізниці, експлуатується залізнична колія на дерев'яних шпалах зі скріпленням типу ДО. На початкових етапах експлуатації колія на дерев'яних шпалах має невелику жорсткість, що забезпечує просторову пружність елементів верхньої будови колії (далі ВБК) при одночасному сприйнятті як вертикальних, так і горизонтальних динамічних сил від дії рухомого складу. При поточному утриманні, на відміну від залізобетонних шпал, дерев'яна

шпала піддається швидкій заміні на нову без потреби в значних трудовитратах.

Незважаючи на переваги, залізнична колія з дерев'яними шпалами має низку недоліків, які роблять економічно не вигідним її використання. Причиною цього є дефіцит дерев'яних шпал, їх висока вартість та низький термін служби, що в кривих ділянках колії радіусом  $R \leq 300$  м складає всього 5–7 років, а це у 5 раз менше, ніж строк служби залізобетонних шпал [10].

Під час експлуатації залізничної колії в кривих ділянках малого радіуса, на дерев'яних шпалах при скріпленні типу ДО виникає розпір рейкових ниток, який призводить до відхилень від допусків ширини рейкової колії [6, 12]. Коли ширина колії перевищує допуски необхідно проводити перешивку, яка значною мірою впливає на термін служби дерев'яних

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

шпал.

Виготовлення шпал з м'яких порід деревини також призводить до того, що за короткий термін металева підкладка, яка є елементом скріплення типу ДО, вривається у волокна деревини [3-6, 10, 12-15]. При виготовленні дерев'яних шпал порушується технологія її виготовлення, що ґрунтується недостатнім просочуванням. Це призводить до гниття шпали, і до зниження терміну її експлуатації в колії [12].

На сьогодні згідно з наказом Укрзалізниці спостерігається тенденція переходу на залізобетонні шпали в кривих малих радіусів, у зв'язку зі збільшенням швидкості руху поїздів, осьових навантажень і вантажопотоку на залізниці. Одночасно це потребує збільшення міцності і стійкості залізничної колії.

З появою скріплення типу СКД65-Б (рис. 1) [1, 7] з'являється можливість використання залізобетонних шпал і в кривих ділянках колії малого радіуса без зміни конструкції шпали типу Ш1-1. Використання залізобетонних шпал і скріплення типу СКД65-Б дозволяє уникнути багатьох проблем, які виникають в залізничній колії на дерев'яних шпалах при скріпленні типу ДО.

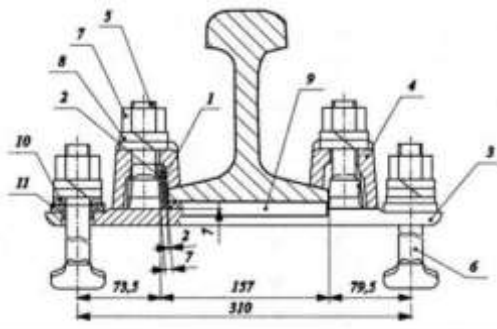


Рис. 1. Скріплення СКД65-Б

- 1 – регулююча картка, товщиною 2 мм (2 шт.);
- 2 – регулююча картка товщиною 3 мм (1 шт.);
- 3 – підкладка 2КБЛ65; 4 – клема ПКЛ-10;
- 5 – клемний болт; 6 – закладний болт; 7 – гайка;
- 8 – шайба двониткова; 9 – прокладка ПРБ-4;
- 10 – шайба плоска ШП-1.1;
- 11 – втулка ізолююча

При скріпленні типу СКД65-Б дозволяється влаштовувати в криві радіусом від 450 до 200 м залізобетонні шпали з епурою укладки 1840 шт/км. При цьому скріплення СКД65-Б

забезпечує плавний відвід ширини в перехідних кривих на розширення від 0 до 14 мм і на звуження від 0 до 28 мм. В круговій кривій за допомогою скріплення СКД65-Б можна встановити шаблон 1534 мм із використанням залізобетонних шпал типу Ш1-1 згідно з [1, 7, 16].

При збільшеному поїзному навантаженні на колію 75...130 кН в горизонтальній площині, що характерно для кривих ділянок колії  $R \leq 300$  м, часто відбуваються порушення геометрії колії в плані [9]. Це призводить до частих виправок, періодичність виконання яких при скріпленні типу СКД65-Б на сьогодні відсутня. Тому метою є розробка рекомендацій щодо утримання рейкової колії в плані зі скріпленням типу СКД65-Б.

### Мета

Метою роботи є розробка методики та рекомендацій щодо утримання рейкової колії в плані зі скріпленням типу СКД65-Б.

### Методика

Виконання досліджень, в основі яких лежить порівняльна оцінка впливу динаміки зміни ширини рейкової колії на періодичність виконання виправки та регулювання її ширини при скріпленні типу ДО та СКД65-Б.

У 2015 р. на одній із залізниць України було підбрано дві криві ділянки колії з радіусом кривих 350 м. На одній ділянці була укладена рейкошпальна решітка (далі РШР) на дерев'яних шпалах зі скріпленням типу ДО, а на другій – РШР на залізобетонних шпалах зі скріпленням типу СКД65-Б. Заміри ширини колії виконувались з моменту укладки двох РШР протягом п'яти місяців, через кожні 10 м по всій довжині кривої.

Під час виконання замірів на кожній із ділянок досліджувались різні додаткові фактори, ймовірність появи яких може вплинути на процес зміни ширини рейкової колії.

При РШР з дерев'яними шпалами спостерігався вплив таких факторів, як: бічне зношення зовнішньої рейкової нитки, розуклонка, спричинена вдавлюванням металевої підкладки в тіло дерев'яної шпали. При

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

РШР із залізобетонними шпалами спостерігалась, в основному, зміна ширини колії за рахунок бічного зношення зовнішньої рейкової нитки.

З отриманої статистики було визначено

середні значення зміни ширини колії при скріпленні типу ДО та СКД65-Б у кривій радіусом 350 м за п'ять місяців, які наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Середні значення ширини колії для кожного місяця

Тип скріплення в кривій	Середні значення ширини колії, мм				
	листопад	грудень	січень	лютий	березень
1	2	3	4	5	6
ДО	1529,35	1529,76	1530,35	1531,06	1531,71
СКД65-Б	1531	1531,24	1531,47	1531,71	1531,94

Середні значення зміни ширини колії на двох ділянках колії при скріпленні типу ДО та СКД65-Б протягом п'яти місяців експлуатації зображено на рис. 2–3.

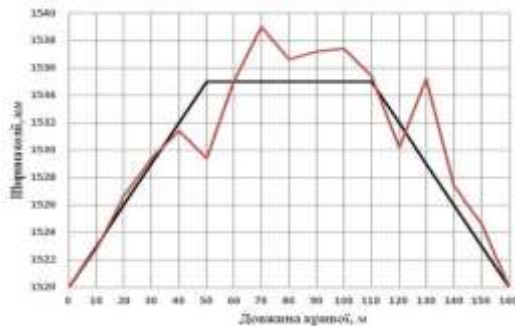


Рис. 2. Зміна ширини колії при скріпленні типу ДО за п'ять місяців

Згідно з виконаним двофакторним дисперсійним аналізом [8], з врахуванням вище згаданих факторів впливу, було встановлено, критерій впливу «F» на зміну ширини колії:

- для рейкошпальної решітки із дерев'яними шпалами та скріпленням типу ДО –  $F=0,6824$ ;

- для рейкошпальної решітки із залізобетонними шпалами та скріпленням типу СКД65-Б –  $F=0,3311$ .

Результати спостережень зміни ширини рейкової колії на ділянках колії із скріпленням типу ДО та СКД65-Б залежно від часового параметра подані як пара координат "x" та "y", було апроксимовано [8] (рис. 4–5).

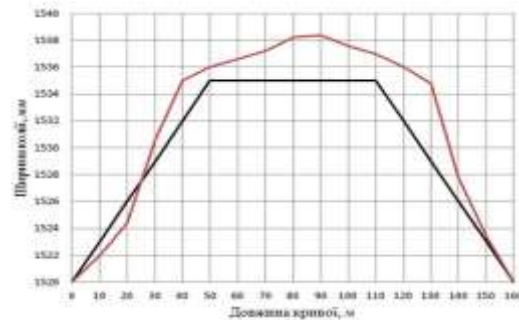


Рис. 3. Зміна ширини колії при скріпленні типу СКД65-Б за п'ять місяців

За результатами апроксимування, на рис. 4–5 можна чітко побачити, що зміна величини ширини колії при скріпленні типу ДО та СКД65-Б носить лінійний характер, який можна описати функцією:

$$y = ax + b \quad (1)$$

де  $a$ ,  $b$  – постійні параметри.

Параметри функції (1) по методу найменших квадратів [8] можна описати наступною системою рівнянь:

$$\begin{aligned} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i &= \sum_{i=1}^n x_i y_i, \\ a \sum_{i=1}^n x_i + nb &= \sum_{i=1}^n y_i \end{aligned} \quad (2)$$

де  $x_i$ ,  $y_i$  – вимірні координати  $i$ -ї точки;

$n$  – кількість точок з вимірними координатами.

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

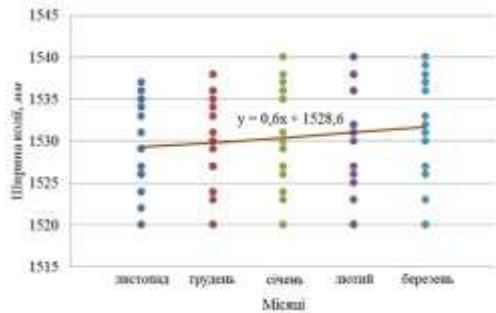


Рис. 4. Зміна ширини рейкової колії при скріпленні типу ДО

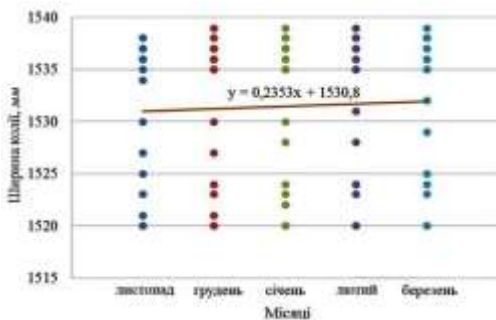
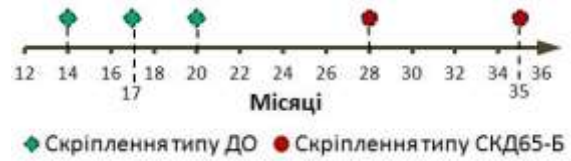


Рис. 5. Зміна ширини рейкової колії при скріпленні типу СКД65-Б

Рекомендації щодо періодичності регулювання ширини колії. Згідно [11], стан колії за умови її розширення по показникам стрічки колієвимірювального вагона оцінюється в балах. Відповідно до нашого випадку для дослідних ділянок колії радіусом  $R = 350$  м, стан колії за шириною на основі оцінки в балах буде штрафуватись:

- при РШР на дерев'яних шпалах із скріпленням типу ДО на V-му ступені;
- при РШР на залізобетонних шпалах зі скріпленням типу СКД65-Б на V-му ступені (відповідно до [11]).

Згідно з отриманою функцією (1) було визначено час, коли необхідно буде виконувати перешивку колії (при скріпленні типу ДО) та регулювання ширини колії (при скріпленні типу СКД65-Б). Для наочного вигляду побудовано діаграму періодичності регулювання ширини колії в кривій радіусом 350 м при двох типах скріплення (рис. 6).

Рис. 6. Періодичність регулювання ширини колії в кривій  $R=350$  м при скріпленнях типу ДО та СКД65-Б

З цієї діаграми видно, що після першого регулювання ширини колії на ділянці зі скріпленням типу ДО наступне регулювання виконується через кожні три місяці, а в кривій зі скріпленням типу СКД65-Б – через кожні 7 місяців.

Згідно з [3, 14] після третьої перешивки при РШР з дерев'яними шпалами отвори під костильне кріплення уже розбиті, що практично унеможливує щільне притискання рейки до підрейкової основи з допомогою костилів.

Запропонована методика періодичності виконання регулювання ширини колії за умови її розширення при скріпленнях типу ДО та СКД65-Б ґрунтувалась не на повній ліквідації розширення а тільки приведення з існуючого стану відступу колії у відповідний стан відступу, де оцінка в балах, за яких і буде штрафуватись ділянка, що входила в діапазон – «добре».

На основі вище отриманих даних, та методики утримання колії за умови її розширення, пропонується регулювати ширину колії під час використання проміжного рейкового скріплення типу ДО та СКД65-Б за схемами наведеними на рис. 7–8.

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

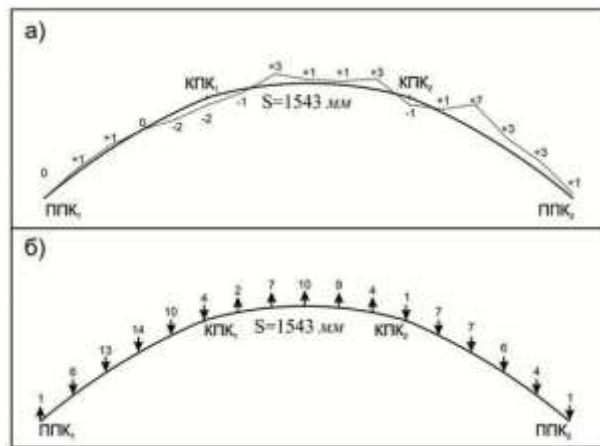


Рис. 7. Регулювання ширини колії в досліджуваній кривій зі скріпленням типу ДО

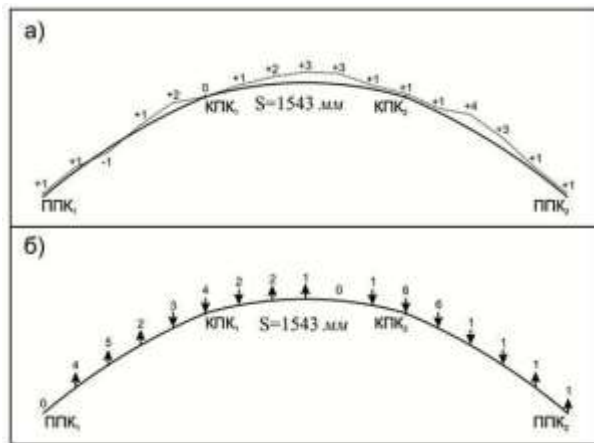


Рис. 8. Регулювання ширини колії в досліджуваній кривій зі скріпленням типу СКД65-Б

На рис. 7,а та 8,а штриховою лінією зображено існуючий стан ширини колії в кривих, а суцільною – проектний. Цифри показують, на скільки міліметрів існуюча ширина колії більша (+) чи менша (–) від проектної. На рис. 7,б та 8,б стрілки вниз чи вгору показують, наскільки необхідно звужувати чи розширювати колію (в мм) під час експлуатації залізничної колії зі скріпленням типу ДО та скріпленням типу СКД65-Б.

#### Техніко-економічна ефективність від запропонованих рекомендацій

Окремою задачею досліджень було визначення техніко-економічної ефективності

від укладання конструкції залізничної колії із залізобетонними шпалами в кривих малого радіуса зі скріпленням типу СКД65-Б в порівнянні із залізничною колією з дерев'яними шпалами та скріпленням типу ДО.

Під час досліджень використовувалась методика, що дозволяє проаналізувати економічну ефективність роботи варіанта ВБК протягом всього міжремонтного терміну експлуатації [2]. Ця методика базується на аналізі сумарних приведених витрат:

$$P_i = K_i + \sum_{t=1}^{t_{kr}} E_{ii} \eta_i + \sum_{t=0}^{t_{kr}} C_t \eta_t \quad (3)$$

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

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

$C_t$  – 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;

$t_{kr}$  – строк служби найбільш довгострокового варіанту конструкції колії років;

$\eta_t$  – коефіцієнт віддалення витрат (коефіцієнт дисконтування).

Коефіцієнт віддалення витрат визначається за формулою:

$$\eta_t = \frac{1}{(1 + E_{ин})^t} \quad (4)$$

Методика розрахунку ґрунтувалась на розрахунку одного кілометра колії, який складається з кривих та прямих ділянок. Під час розрахунків приймалися наступні найбільш оптимальні варіанти конструкції колії (рис. 9):

- пряма (скріплення типу КБ) та крива ділянка (скріплення типу СКД65-Б) – ланкова колія (рис. 9,а);

- пряма (скріплення типу КБ) та крива ділянка (скріплення типу ДО) – ланкова колія (рис. 9,б).

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ



Рис. 9. Можливі варіанти заміни конструкції колії

а – варіант №1; б – варіант №2

Витрати на оплату праці визначаються з виразу:

$$\Delta C_{on_i} = P_{IV} \cdot \left( \sum N_i \cdot t_{n_i} \right) \quad (5)$$

де  $P_{IV}$  – годинна тарифна ставка що відповідає четвертому розряду;

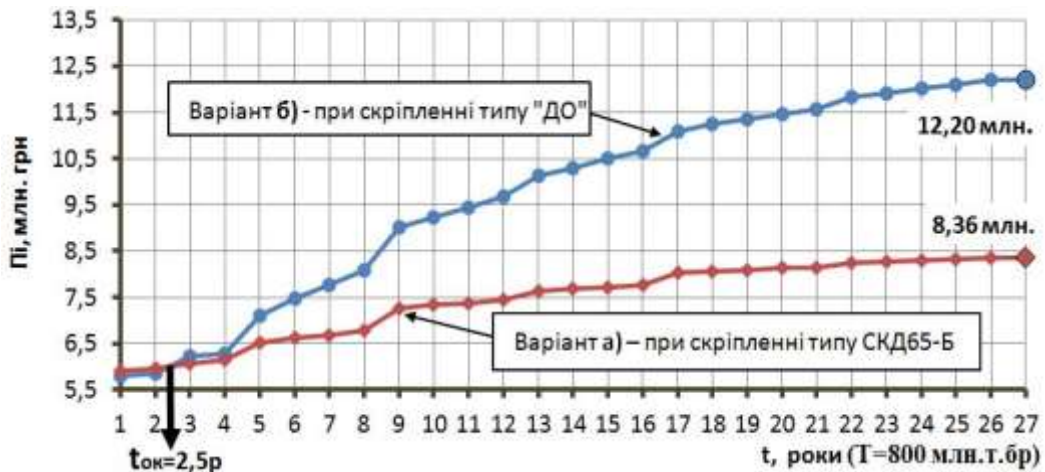


Рис. 10. Графік сумарних приведених витрат утримання залізничної колії зі скріпленням типу ДО та СКД65-Б

Із графіка сумарних приведених витрат (рис. 10) встановлено, що економія коштів на 1 км залізничної колії при укладанні залізобетонних шпал в кривій радіусом 350 м зі скріпленням типу СКД65-Б складає 31,5 %. Це в основному за рахунок зменшення витрат часу на виконання робіт під час поточного утримання, та економії матеріалів ВБК.

При поточному утриманні одного кілометра залізничної колії із проміжним рейковим

$\sum N_i$  – загальна кількість елементів, що замінюється при різних ремонтах та поточному утриманні;

$t_{n_i}$  – норма затрати часу на заміну  $i$ -го елемента ВБК.

Вартість матеріалів визначається з виразу:

$$\Delta C_{mat_i} = \sum N_i \cdot C_i \quad (6)$$

де:  $C_i$  – вартість  $i$ -го елемента ВБК.

Графік сумарних приведених витрат, що дозволяє визначити терміни окупності від укладання конструкцій колії зі скріпленням типу СКД65-Б в порівнянні із конструкцією колії зі скріпленням типу ДО, наведено на рис. 10.

скріпленням та типу СКД65-Б річна економія складає 72,6 % від витрат при існуючих нормативах утримання (дерев'яні шпали, скріплення типу ДО), що наведено на рис. 11.

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

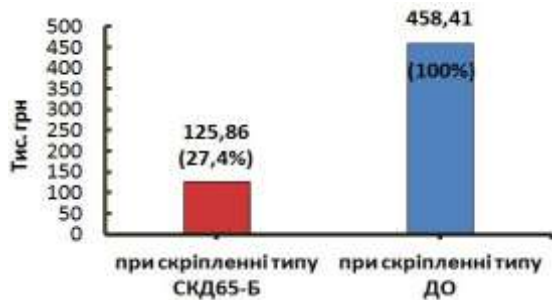


Рис. 11. Економічний ефект під час поточного утримання 1 км залізничної колії

У випадку укладання залізобетонних шпал в кривих радіусом менше ніж 350 м зі скріпленням типу СКД65-Б відповідно за вищенаведених дослідженнях скорочується кількість виконань перешивок та регулювання ширини рейкової колії.

Так кількість перешивок за весь міжремонтний період (27 років; 800 млн. т. бр.) приблизно складає: при дерев'яних шпалах та скріпленні типу ДО – 100 раз; при залізобетонних шпалах та скріпленні типу СКД65-Б – 41 раз.

### Результати

З допомогою вищенаведених досліджень встановлено, що частота регулювання ширини рейкової колії в кривій радіусом 350 м з використанням проміжного рейкового скріплення типу СКД65-Б на відміну від скріплення типу ДО зменшується в два рази. Виконання регулювання ширини рейкової колії при скріпленні типу ДО необхідно вже виконувати на 14-ий місяць, а при скріпленні типу СКД65-Б – на 28-ий місяць експлуатації залізничної колії.

### Наукова новизна та практична значимість

Вперше було комплексно досліджено, описано та виражено емпіричною залежністю процес зміни ширини рейкової колії, та періодичність виконання її регулювання у випадку використання скріплення типу СКД65-Б. Наведені попередні дослідження та рекомендації в подальшому дозволяють вчасно виконувати регулювання ширини рейкової колії при скріпленні типу СКД65-Б.

Це дозволить частково попереджати та ліквідувати подальший розвиток несправностей

рейкової колії в плані, які виникають під час її експлуатації з одночасним забезпеченням безпеки руху поїздів.

### Висновки

У цій роботі наведені дослідження в основі яких виконана порівняльна оцінка впливу зміни ширини рейкової колії на періодичність виконання виправки та регулювання її ширини при скріпленні типу ДО та СКД65-Б. Було підбрано дві криві ділянки колії з радіусами кривих 350 м. На одній ділянці була укладена РШР на дерев'яних шпалах зі скріпленням типу ДО, на другій РШР на залізобетонних шпалах зі скріпленням типу СКД65-Б. На двох вищезгаданих ділянках було досліджено зміну ширини рейкової колії протягом п'яти місяців експлуатації. За отриманими даними полігонних досліджень вперше було встановлено періодичність регулювання ширини рейкової колії при скріпленні типу СКД65-Б під час експлуатації. Перше регулювання ширини колії в кривій радіусом 350 м при скріпленні типу СКД65-Б необхідно виконувати на 28-ий місяць експлуатації (далі через кожні 7 міс.), а при скріпленні типу ДО на дерев'яних шпалах на – 14-ий місяць (далі через кожні 3 міс.).

По техніко-економічних розрахунках встановлено, на відміну від конструкції колії на дерев'яних шпалах та скріпленні типу ДО, у випадку укладання залізобетонних шпал зі скріпленням типу СКД65-Б економія коштів на 1 км залізничної колії за весь міжремонтний термін експлуатації складає 31,5 %. Під час поточного утримання 1 км залізничної колії річна економія коштів складає 72,6 %.

Встановлено, що можлива кількість виконання регулювання ширини рейкової колії за весь міжремонтний період (800 млн. т. бр) при залізобетонних шпалах зі скріпленням типу СКД65-Б зменшується в 59 раз.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Губар, О. В. Конструкція скріплення типу СКД65-Б, можливості його застосування та визначення ділянки відводу розширення в межах перехідної кривої / О. В. Губар, М. П.

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

- Настечик // Проблеми та перспективи розвитку залізн. трансп. : тези доп. 69 Міжнар. наук.-практ. конф. / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. – Дніпропетровськ, 2009. – С. 155.
2. Даніленко, Е. І. Залізнична колія : підруч. для вищ. навч. закл. : у 2 т. / Е. І. Даніленко. – Київ : Інпрес, 2010. – Т. 1. – 528 с.
  3. Каменский, В. Б. Содержание железнодорожного пути в кривых / В. Б. Каменский, Э. Я. Шац. – Москва : Транспорт, 1987. – 189 с.
  4. Лысюк, В. С. Износ деревянных шпал и борьба с ним / В. С. Лысюк // Тр. ЦНИИ МПС. – Москва : Транспорт, 1971. – Вып. 445. – С. 3–220.
  5. Лысюк, В. С. Экспериментальные исследования сопротивления рельсовой нити распору в условиях обращения тяжеловесных поездов / В. С. Лысюк, А. В. Переслечин, Е. В. Суворов // Скорости движения поездов в кривых : сб. науч. тр. / ВНИИЖТ. – Москва : Транспорт, 1988. – С. 50–60.
  6. Пат. 31032 Україна, МПК<sup>7</sup> E 01 B 9/44 Рейкове скріплення / О. В. Губар М. П. Настечик, П. В. Рагулін, В. В. Рибкін, К. В. Корноухова, В. О. Яковлев. – № 200712086 ; заявл. 01.11.2007 ; опубл. 25.03.2008, Бюл. № 6. – 3 с.
  7. Рибкін, В. В. Надійність залізничної колії : навч. посіб. / В. В. Рибкін, І. О. Бондаренко, Д. М. Курган. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2013. – 154 с.
  8. 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 // Проблеми взаємодії колії та рухомого складу : пр. Міжнар. наук.-практ. конф., присв. 100-річчю проф. М. А. Фрішмана / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. – Дніпропетровськ, 2013. – С. 38–39.
  9. Рыбкин, В. В. Исследование вопросов внедрения конструкции бесстыкового пути на железобетонных шпалах в кривых радиусом  $R \leq 350$  м / В. В. Рыбкин, Н. П. Настечик, Р. В. Маркуль // Тр. X-ой науч.-техн. конф. с междунар. участием / Моск. гос. ун-т путей сообщ. – Москва, 2013. – С. 198–201.
  10. Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірювальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при відступах від норм утримання рейкової колії : затв. наказом Укрзалізниці № 033 Ц від 01.02.2012. – Київ : М-во інфраструктури України, 2012. – 48 с.
  11. Фришман, М. А. Как работает путь под поездами / М. А. Фришман. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1987. – 189 с.
  12. Яхов, М. С. Особенности перешивки колеи на старогодных шпалах при проведении унификации ширины колеи / М. С. Яхов, О. П. Ершков // Тр. ВНИИЖТа. – Москва, 1960. – Вып. 192 : Ершков О. П. Расчеты железнодорожного пути в кривых и нормы его устройства / О. П. Ершков, Л. П. Мелентьев, М. С. Яхов. – С. 146–149.
  13. Ahlf, R. Matching M/W practice to require use of track / R. Ahlf // J. RT & S (Railway Track & Structures). – New York, 2016. – Vol. 10. – P. 2–3.
  14. Baluch, H. Diagnostyka nawierzchni kolejowej / H. Baluch. – Warszawa : Wydawnictwa komunikacji i łączności, 1978. – 415 p.
  15. Lichtberger, B. Track Compendium. Formation, Permanent Way, Maintenance, Economic / B. Lichtberger. – Hamburg : Eurailpress, 2005. – 634 p.
  16. Rybkin, V. V. Stability issues of the continuous welded rail track on the concrete sleepers on the curves with radius  $R \leq 300$  m / V. V. Rybkin N. P. Nastechik, R. V. Markul // Sciences in Cold and Arid Region. – 2013. – Vol. 5. – Iss. 5. – P. 654–658. doi: 10.3724/SP.J.1226.2013.00654.



## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

Н. П. НАСТЕЧИК<sup>1</sup>, Р. В. МАРКУЛЬ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Каф. «Путь и путевое хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепро, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 31, эл. почта nastechik\_mp@mail.ru, ORCID 0000-0002-4178-6092

<sup>2\*</sup>Каф. «Путь и путевое хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепро, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 31, эл. почта guaranga\_mr@mail.ru, ORCID 0000-0002-7630-8963

## ПЕРСПЕКТИВЫ УКЛАДКИ СКРЕПЛЕНИЯ ТИПА СКД65-Б В КРИВЫХ УЧАСТКАХ ПУТИ МАЛОГО РАДИУСА

**Цель.** На сегодняшний день существует тенденция полного перехода главных путей на железобетонные шпалы. Причиной этого является дефицит деревянных шпал, их высокая стоимость и низкий срок службы, который в кривых участках пути радиусом  $R \leq 300$  м составляет всего 5–7 лет (что в 5 раз меньше срока службы железобетонных шпал). С внедрением скрепления типа СКД65-Б появилась возможность плавно расширять колею от 0 мм до 14 мм и сузить – от 0 мм до 28 мм с шагом 1 мм. При увеличенной поездной нагрузке на путь 75...130 кН в горизонтальной плоскости, что характерно для кривых участков пути  $R \leq 300$  м, часто происходят нарушения геометрии пути в плане. Это приводит к частым выправкам, периодичность проведения которых при скреплении типа СКД65-Б на сегодняшний день отсутствует. Поэтому целью статьи является разработка рекомендаций по содержанию рельсовой колеи в плане со связыванием типа СКД65-Б. **Методика.** В основе методики проведения исследований лежит сравнительная оценка влияния динамики изменения ширины рельсовой колеи на периодичность выполнения выправки ее в плане в случае использования скрепления типа ДО и СКД65-Б. **Результаты.** С помощью разработанной методики исследований было установлено, что первое регулирование ширины рельсовой колеи при скреплении типа ДО необходимо выполнять уже на 14-ый месяц, а при скреплении типа СКД65-Б – на 28-ой месяц эксплуатации. **Научная новизна.** Впервые было описано и выражено эмпирической зависимостью процесс изменения ширины рельсовой колеи и периодичность выполнения ее регулирования в случае использования скрепления типа СКД65-Б. **Практическая значимость.** Разработанные авторами рекомендации позволят своевременно выполнять регулировку ширины рельсовой колеи при скреплении типа СКД65-Б и одновременно обеспечивают безопасность движения поездов.

**Ключевые слова:** скрепление типа СКД65-Б; ширина колеи; регулирование ширины колеи; содержание пути в плане

М. Р. NASTECHIK<sup>1</sup>, R. V. MARCUL<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dep. «Track and Track Facilities», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 31, e-mail nastechik\_mp@mail.ru, ORCID 0000-0002-4178-6092

<sup>2\*</sup>Dep. «Track and Track Facilities», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 31, e-mail guaranga\_mr@mail.ru, ORCID 0000-0002-7630-8963

**Purpose.** To date, according to the order of Ukrzaliznytsia it was decided to fully transit the main tracks to the concrete sleepers. The reason for this is the lack of wooden sleepers, their high cost and low lifetime that in the curved track sections with the radius  $R \leq 300$  m is only 5-7 years (this is 5 times less than the lifetime of concrete sleepers). After introduction of fastening type СКД65-Б it is possible to smoothly expand the track from 0 mm to 14 mm, and to narrow from 0 mm to 28 mm with a step 1 mm. At the increased train load on the track of 75...130 kN in a horizontal plane, which is characteristic for the curved track sections  $R \leq 300$  m the violations in terms of track geometry often take place. It results in the frequent surfacings, periodicity of which at the fastening type СКД65-Б is absent for today. Therefore the purpose of the article is the development of recommendations concerning maintenance of the track in a plan with the fastening type СКД65-Б. **Methodology.** The methodology of research is based on the comparative estimation of influence of the track width change dynamics on the periodicity of surfacing in the plan in the case of the use of fastening type ДО and СКД65-Б. **Findings.** With the help of the developed research methodology it was established that the first implementation of adjusting the track width at fastening type ДО is necessary to be executed on the 14<sup>th</sup> month and at the fastening type СКД65-Б on the 28<sup>th</sup> month of operation.

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

**Originality.** It was first described and expressed using the empiric dependence the process of the track width change, and periodicity of its adjusting in the case of the fastening type СКД65-Б use. **Practical value.** The developed recommendations will allow in time to execute adjusting of the track width at fastening type СКД65-Б and ensuring the safety of train motion at the same time.

**Keywords:** fastening type СКД65-Б; track width; adjusting of track width; maintenance of track in plan

## REFERENCES

1. Hubar O.V., Nastechyk M.P. Konstruktsiia skriplennia typu SKD65-B, mozhyvosti yoho zastosuvannia ta vyznachennia dilianky vidvodu rozshyrennia v mezhakh perekhidnoi kryvoi [Fastening construction СКД65-Б, possibilities of its application and determination of area of taking of expansion within the limits of transitional curve]. *Tezy dopovidei 69 Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Problemy ta perspektivy rozvytku zaliznychnoho transportu»* [Proc. of the 69 Int. Scientific and Practical Conf. «Problems and prospects of railway transport development»]. Dnipropetrovsk, 2009, p. 155.
2. Danilenko E.I. *Zaliznychna kolia. Tom 1* [Railway track. Vol. 1]. Kyiv, Inpres Publ., 2010. 528 p.
3. Kamensky V.B., Shats E.Ya. *Soderzhaniye zhelezodorozhnogo puti v krivykh* [Maintenance of railway track in curves]. Moscow, Transport Publ., 1987. 189 p.
4. Lysyuk V.S Iznos derevyannykh shpal i borba s nim [Wear of wooden sleepers and preventing it]. *Trudy TsNII MPS* [Proc. of the Central Research Institute of Communication Lines Ministry], 1971, vol. 445, pp. 3-220.
5. Lysyuk V.S., Pereslechin A.V., Suvorov Ye.V. Eksperimentalnyye issledovaniya soprotivleniya relsovoy niti rasporu v usloviyakh obrashcheniya tyazhelovesnykh poyezdov [Experimental research of resistance of the rail thread spacers under conditions of heavy trains]. *Skorosti dvizheniya poyezdov v krivykh* [Rates of movement of trains in curves]. Moscow, 1988, pp. 50-60.
6. Hubar O.V., Nastechyk M.P., Rahulin P.V., Rybkin V.V., Kornoukhova K.V., Yakovlev V.O. *Reikove skriplennia* [Rail fastening]. Patent UA, no. 200712086, 2007.
7. Rybkin V.V., Bondarenko I.O., Kurhan D.M. *Nadiinist zaliznychnoi kolii* [Reliability railway line]. Dnipropetrovsk, DNURT Publ., 2013. 154 p.
8. Rybkin V.V., Bondarenko I.O., Markul R.V. Otsinka vplyvu velychyny bichnoi-horyzontalnoi syly, shcho peredaetsia na vuzol promizhnogo reikovooho skriplennia typu KB ta KPP-5 [Evaluation of the influence of the horizontal lateral-force transferred to the intermediate node of the fastening type KB and КПП-5]. *Pratsi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 100-richchiu profesora M. A. Frishmana «Problemy vzaiemodii kolii ta rukhomoho skladu»* [Proc. of Int. Scientific-Practical Conf. «Problems of interaction between the track and rolling stock», dedicated to the 100th anniversary of Professor M. A. Frishman]. Dnipropetrovsk, 2013, pp. 38-39.
9. Rybkin V.V., Nastechik N.P. Markul R.V. Issledovaniye voprosov vnedreniya konstruktsii besstykovogo puti na zhelezobetonnykh shpalakh v krivykh radiusom  $R \leq 350$  m [Study on the introduction of design welded rails on concrete sleepers in a curve with a radius of less than 300 m]. *Trudy X-oy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Proc. of the X-th Sci. Conference with international participation]. Moscow, 2013, pp. 198-201.
10. Tekhnichni vkazivky shchodo otsinky stanu reikovo kolii za pokaznykamy kolievymiriuvalnykh vahoniv ta zabezpechennia bezpeky rukhu poizdiv pry vidstupakh vid norm utrymannia reikovo kolii [Technical guidelines for assessment of rail track by track measuring performance cars and ensuring traffic safety in deviation from the norms of rail track maintenance]. Kyiv, M-vo infrastruktury Ukrainy Publ., 2012. 48 p.
11. Frishman M.A. *Kak rabotayet put pod poyezdami* [How works the track under trains]. Moscow, Transport Publ., 1987. 189 p.
12. Yakhov M.S., Yershkov O.P., Melentyev L.P. Osobennosti pereshivki kolei na starogodnykh shpalakh pri provedenii unifikatsii shirini kolei [Peculiarities of regaging the track on the used sleepers during the unification of track width]. *Raschety zheleznodorozhnogo puti v krivykh i normy yego ustroystva* [Calculations of railway track in curves and norms of its devices]. Moscow, Transport Publ., 1960, pp. 146-149.
13. Ahlf R. Matching M/W practice to require use of track. *Journal RT & S (Railway Track & Structures)*, 2016, vol. 10, pp. 2-3.
14. Baluch H. Diagnostyka nawierzchni kolejowej. Warszawa, Wydawnictwa komunikacji i lacznosci Publ., 1978. 415 p.
15. Lichtberger B. Track Compendium. Formation, Permanent Way, Maintenance, Economic. Hamburg, Eurailpress Publ., 2005. 634 p.

ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

---

16. Rybkin V.V., Nastechik N.P., Markul R.V. Stability issues of the continuous welded rail track on the concrete sleepers on the curves with radius  $R \leq 300$  m. *Sciences in Cold and Arid Region*, 2013, vol. 5, issue 5, pp. 654-658. doi: 10.3724/SP.J.1226.2013.00654.

*Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. В. Д. Петренком (Україна); нач. Дніпропетр. дистанції колії (ПЧ-9): Регіональна філія «Придніпровська залізниця» О. О. Салдигією (Україна)*

Надійшла до редколегії: 05.02.2016

Прийнята до друку: 02.06.2016