

УДК 625.143.543

ГУБАР О.В., к.т.н. (ДНУЗТ)

## **Обґрунтування основних вимог до роздільних скріплень для кривих ділянок колії радіусом менше 350 м та розробка рекомендації зі складання та поточного утримання колії у таких кривих**

---

### **Вступ**

---

Досвід експлуатації залізниць показав, що для всіх видів дерев'яних і залізобетонних підрейкових основ найбільші складнощі викликають питання конструкції вузла проміжного скріплення. Колійні роботи з утримання й ремонту колії, пов'язані з особливостями конструкції скріплень, і складають переважну частину трудових витрат при експлуатації колії.

На перших етапах розвитку залізниць рейка прикріплювалася до дерев'я-

них шпал за допомогою металевої підкладки й костилів, і ця проста й економічна конструкція скріплення тривалий час залишалася практично без змін, при порівняно невеликих швидкостях руху поїздів. Зі збільшенням швидкостей і вантажонапруженості залізниць, до рейкової колії стали пред'являтися підвищені вимоги, яким існуючі на той час конструкції скріплень не відповідали й були по своїй суті, не тільки важко виконуваними, але й у більшості випадків суперечливими. Необхідно було забезпечити: максимальне зниження динамічних навантажень; одно-

рідність колії по всій довжині і її просторову пружність; надійність колії та стабільність її функціонування протягом усього часу експлуатації.

Одночасно необхідно, щоб скріплення було простим по конструкції, мало-детальним, ремонтпридатним і економічно вигідним.

Розвиток залізниць відбувався в усіх напрямках: удосконалювався рухомий склад, рейкові колії, штучні споруди; здійснювалася автоматизація й комп'ютеризація всього процесу перевезень; широко застосовувалися нові матеріали.

Одним з важливих питань розвитку колійного господарства було вдосконалення конструкції проміжних рейкових скріплень, створення яких не обійшлося без певного компромісу: оптимальні динамічні й міцнісні параметри елементів скріплень максимально узгоджувались із вимогами простоти, ремонтпридатності й економічності [1].

На сьогоднішній день застосовуються проміжні рейкові скріплення 3-х типів: нероздільні, роздільні й змішані. При цьому скріплення можуть бути підкладковими й безпідкладковими.

При дерев'яних шпалах дотепер поширене костьільне скріплення змішаного типу Д0. Крім того, на дерев'яних шпалах ланкової колії найбільше поширення одержало роздільне скріплення типу Д2 із жорсткими клемами. Зварні пліти й зрівнювальні рейки безстикової колії до залізобетонних шпал прикріплюються скріпленнями роздільного – КБ, або нероздільного типу – КПП-5 (застосовується при вантажонапруженості до 60 млн.т км бр./км у рік).

На залізницях України експлуатується майже 390 км колії з радіусом від 201 м до 299 м, близько 250 км колії з радіусом від 300 м до 349 м, а на Львівській залізниці експлуатується майже 40 км колії з радіусами менше 200 м.

У кривих ділянках з радіусами менше 350 м застосовуються тільки дерев'яні

шпали.

Сьогодні, коля на дерев'яних шпалах складає: 53 % протяжності Львівської залізниці, а на решті залізниць доля дерев'яних шпал складає від 22 до 30 % їх загальної протяжності.

При тому, що вартість дерев'яної шпали на 46 % перевищує вартість залізобетонної, дерев'яних шпал катастрофічно не вистачає не тільки для проведення планових, але й поточних ремонтів. Навіть для ділянок, де вкрито дерев'яні шпали, термін їх служби складає біля 7 - 7,5 років, що у 2 – 2,5 рази менше від розрахункового. Основна причина скорочення терміну служби пов'язана з механічними пошкодженнями деревини внаслідок частих перешивок рейкових ниток.

Відповідно до інструкції ЦП-0269 [2] у кругових кривих при радіусах від 200 м до 450 м дозволено укладати спеціальні залізобетонні шпали з нормою ширини колії 1535 мм. Шпали для цього проекту одержали найменування «Ш-6». Дослідні ділянки із цими шпалами були покладені ще в 2006 – 2007 роках на Південно-Західній, Придніпровській і Південній залізницях. Радіус кругових кривих на дослідних ділянках становив від 286 до 405 м. Але досвід їхньої експлуатації виявився досить невдалий. Так, наприклад, при промірах ширини колії, проведеним на третій-четвертий день після укладання, було встановлено, що максимальна ширина колії досягала 1540 мм і більше. У ході дослідної експлуатації ширина колії в зоні укладання шпал типу Ш-6 становила 1544 – 1548 мм. Крім того відвід ширини колії в перехідних кривих за рахунок шпал типу Ш-6 реалізувати неможливо. За результатами дослідної експлуатації Головним управлінням колійного господарства Укрзалізниці ухвалено рішення про недоцільність подальшої їх експлуатації.

Тому для ділянок колії радіусами менше 350 м, які мають потребу в розширенні колії, виникла потреба роз-

робити проміжні рейкові скріплення для залізобетонних шпал з можливістю регулювання ширини колії на базі існуючих конструкцій.

---

### **Основний матеріал**

---

Не торкаючись динаміки системи «колесо-рейка», що є предметом самостійних досліджень, відмітимо основні положення, що характеризують проміжні скріплення як важливу пружнодисипативну ланку, що складається з набору елементів, які в процесі експлуатації зазнають багатовекторні статичні і динамічні навантаження, що мають у більшості нелінійний і стохастичний характер.

Динамічні зусилля, що передаються колесом на рейку мають досить складну природу: під їх впливом рейка здійснює пружні коливання, опускаючись під колесами і припіднімаючись між ними. У зв'язку з цим між рейкою і підкладкою у вертикальній площині утворюється деякий зазор, завдяки якому підкладка також коливається. Крім того, при розмиканні силового ланцюга внаслідок розладів колії підкладка коливається і у горизонтальній площині: амплітуда коливань може сягати 2-3 мм. Такі коливання з часом призводять до зносу шпал, підкладок і прокладок [3, 4, 5].

Для усунення руйнуючої дії динамічних навантажень і зменшення амплітуди коливань рейок і підкладок скріплення застосовують резинові прокладки, як підрейкові, так і нашпальні.

### **Основні вимоги до проміжних скріплень для кривих ділянок**

Загальні вимоги, що висуваються до сучасних конструкцій проміжних скріплень, сформульовані В.В. Говорухою у роботі [1]:

- оптимальність фізико-механічних характеристик скріплення повинна гарантувати просторову пружність рейкової ко-

лії: по вертикалі, по горизонталі, вздовж і поперек колії;

- конструкції скріплень повинні забезпечувати сталість зусиль натягнення прикріплювачів, тому що при різних умовах може виникнути неоднорідність колії за його протягом довжин;

- фізико-механічні параметри скріплень повинні звести до мінімуму високочастотні коливання; при високих амплітудах коливань динамічні напруження, що виникають, можуть призвести до руйнування елементів скріплень, до зламу металевих підкладок, до руйнування резинових прокладок, до зламу рейок і ін.;

- пружні елементи скріплень – пружні клеми, резинові прокладки і інші елементи конструкції рейкової колії – повинні мати такі в'язко-пружні і дисипативні властивості, щоб при будь-яких можливих статичних і динамічних навантаженнях зберігалось достатнє притиснення клем до рейок і щоб загальна вертикальна жорсткість скріплення мало змінювалася (у межах допустимих значень) від ступеня завантаження рейки, кліматичних умов і стану рухомого складу і рейкової колії;

- пружні характеристики всіх складових елементів скріплень повинні бути такими, що забезпечити оптимальні властивості рейкової колії, а також надійність і стабільність її функціонування протягом всього терміну експлуатації.

Крім того, до скріплень для кривих ділянок, що вкладаються на залізобетонні шпали, додатково виникають наступні вимоги:

- можливість застосування з існуючими типовими конструкціями залізобетонних шпал, насамперед, типу Ш-1, та Ш-6;

- установити шаблон колії від 1520 до 1535 мм із залізобетонними шпалами;

- передбачати можливість плавної зміни ширини колії у зоні перехідної кривої з відводом розширення в межах 1 мм на 1 пог. м колії;

- при поточному утриманні надавати

можливість регулювати ширину колії у кривих ділянках на звуження – від 1 до 28 мм із кроком 1 мм.

- на ділянках колії, де існує звуження колії (наприклад, при застосуванні старопридатних рейок), скріплення повинно дозволити регулювати ширину колії на розширення від 1 до 14 мм із кроком розширення 1 мм;

- можливість регулювання колії у плані у вузьких місцях, наприклад, на металевих мостах із плитами БМП шляхом поперечного переміщення рейок у межах від 1 до 7 мм із кроком регулювання 1 мм;

- для розрядки кущової гнилої колії з дерев'яними шпалами в зоні кривих ділянок із застосуванням з/б шпал.

#### **Конструкція скріплення для кривих ділянок і можливості його застосування**

Кафедрою «Колія та колійне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна разом з Дніпропетровським стрілочним заводом та Головним управлінням колійного господарства Укрзалізниці та розроблена і впроваджена конструкція проміжного рейкового скріплення для рейок типу Р65 для кривих ділянок колії з радіусами 350 м і менше, що одержала назву «тип СКД65» (скріплення для кривих ділянок): для залізобетонних шпал – СКД65-Б, а для дерев'яних шпал – СКД65-Д.

Конструкція скріплення СКД65-Б практично не відрізняється від скріплення КБ65 і призначена для застосування в колії із залізобетонними шпалами Ш-1-1 та Ш-6. Конструкція клеми вузла проміжного скріплення з регулюючими картками показана на рис. 1.

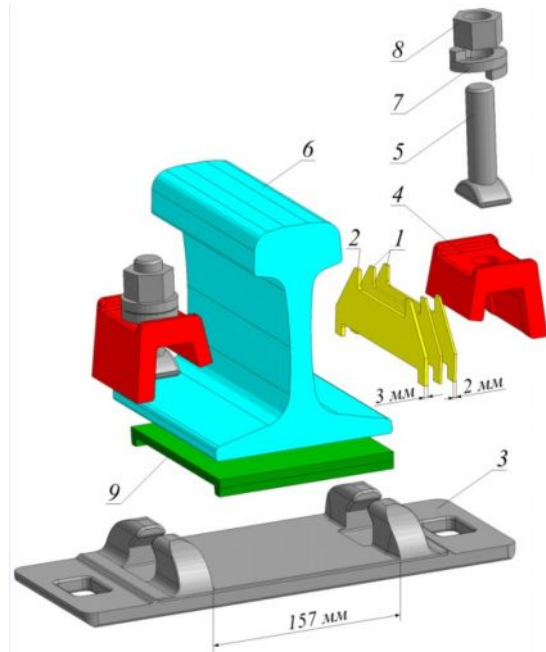


Рис. 1. Роздільне скріплення СКД65-Б

- 1 – Регулююча картка товщиною 2 мм;
- 2 – Регулююча картка товщиною 3 мм;
- 3 – Підкладка 2КБЛ-65;
- 4 – Клема ПКЛ-10;
- 5 – Болт М22;
- 6 – Рейка Р65;
- 7 – Шайба двовиткова;
- 8 – Гайка М22;
- 9 – Прокладка ПРБ-4.

Від скріплення КБ65 відрізняється конструкцією підкладки та наявністю регулювальних карток (далі карток), зображених на рис. 1, які вкладаються вертикально між бічними гранями підшви рейки і ребрами підкладки. У кожне проміжне скріплення одночасно вкладається набір із трьох карток товщиною 2 мм та 3 мм. Сукупна товщина трьох карток складає 7 мм. Картки виготовляються сталеві. Від руху вздовж рейки картки фіксуються конструктивно клемою. Для цього використовують пази верхньої частини картки.

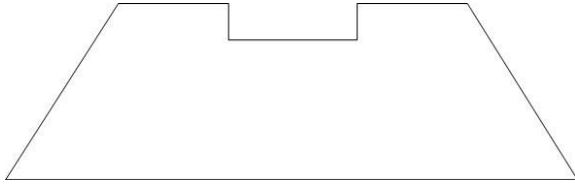


Рис. 2. - Регулююча картка

За допомогою скріплення СКД65-Б можна вирішити такі задачі:

1) створити колію із залізобетонними шпалами Ш-1-1 на кривих ділянках радіусом від 450 до 200 м, із шириною колії від 1520 до 1534 мм, у тому числі змінної ширини в зоні перехідної кривої з кроком змінності ширини 1 мм;

2) при поточному утриманні за допомогою карток скріплення СКД65-Б можна регулювати ширину колії в кривих ділянках на звуження

– від 1 до 28 мм – при застосуванні шпал Ш-1-1;

– від 1 до 14 мм – при застосуванні шпал Ш-6;

3) на ділянках колії, де існує звуження колії (наприклад, при застосуванні старопритатних рейок), скріплення СКД65-Б дозволяє регулювати ширину колії на розширення від 1 до 14 мм із кроком розширення 1 мм;

4) на металевих мостах із плитами БМП існує можливість регулювання колії у плані шляхом поперечного переміщення рейок у межах від 1 до 7 мм із кроком регулювання 1 мм;

5) для розрядки кушової гнилої колії з дерев'яними шпалами в зоні кривих ділянок із застосуванням шпал Ш-1-1 і Ш-6.

#### **Технологія складання колії на ділянці відводу розширення колії**

На стенді для збирання рейкошпальної решітки на довжині рейки 25 м розкладають шпали Ш-1-1, згідно зі встановленою епюрою.

На шпалах до ділянки відводу розширення укладають скріплення КБ65 і

створюють ширину колії 1520 мм.

На ділянці відводу розширення, що налічує 33 шпали, розкладають усі елементи скріплення СКД65-Б для створення колії змінної ширини.

Підкладки укладають коротшим кінцем від реборди в зовнішню від вісі колії сторону, зболчують вузли закладних болтів, укладають рейки.

Далі слід користуватись стандартною для всіх можливих випадків схемою монтажу решітки на відводі розширення.

На кожній групі шпал як по внутрішній нитці, так і по зовнішній з польової і внутрішньої сторони рейки крейдою на шпалах надписується величина набору карток між рейкою і ребордою підкладки. Для цього слід користуватись стандартною для всіх випадків схемою. Згідно з написами ліворуч і праворуч від кожної рейкової нитки на шпалу розкладаються картки.

Оскільки відсутня картка товщиною 1 мм у зоні першої групи шпал, розширення складає не 1, а 2 мм. Із тих самих міркувань відсутня можливість створення карток розширення 13 мм. На решті ділянки, йдучи від групи до групи шпал, колія розширюється плавно через 1 мм.

На круговій кривій також рекомендується укладати скріплення СКД65-Б, яке дозволить створити колію шириною 1534 мм, і при поточному утриманні дозволяє регулювати ширину колії. При цьому підкладки укладаються коротшим кінцем від реборди в зовнішню від вісі колії сторону, а регулюючі картки – в середину колії.

Картки у вузол скріплення слід ставити так, щоб вони спиралися на поверхню підкладки, а не на підрейкову прокладку.

Після цього зболчуються вузли закладних і клемних болтів. Закладні болти закручуються на нормативний крутний момент 150 Нм по обох рейкових нитках, а клемні закручуються на нормативний крутний момент 200 Нм – лише по зовні-

шній рейковій нитці.

По внутрішній нитці клемні болти закручуються із утворенням люфту 1 мм між клемою і поверхнею підшви рейки. Послаблення клемних болтів внутрішньої рейкової нитки необхідне для полегшення укладання і рихтування решітки на кривих ділянках колії.

За допомогою скріплень СКД65-Б можливо виконувати суцільне і локальне регулювання ширини колії.

Під суцільним розуміють регулювання ширини колії по всій довжині кривої ділянки, а локальним названо регулювання ширини колії на частині кривої ділянки колії.

Розроблено наступні методики суцільного і локального регулювання ширини колії:

–суцільне регулювання ширини колії на 7 мм за допомогою карток внутрішньої рейкової нитки;

–суцільне регулювання ширини колії на 7 мм за рахунок розвороту підкладки на 180°;

–суцільне регулювання ширини колії на 7 мм за допомогою карток зовнішньої рейкової нитки;

–суцільне регулювання ширини колії зі скріпленням на звуження 14 мм

–локальне регулювання ширини колії на звуження картками скріплення;

–локальне виправлення ширини колії шляхом перезакріплення вузла скріплення СКД65-Б;

Розроблена конструкція рейкових скріплень для типових залізобетонних шпал (Ш-1, Ш-6) типу СКД65, що дає можливість складання та регулювання ширини колії у кривих ділянках будь-якого радіусу як в межах кругових, так і перехідних кривих захищена 2 вітчизняними [6, 7] та 2 іноземними [8, 9] патентами на винаходи та корисні моделі.

Проведено дослідну експлуатацію розробленої конструкції рейкових скріплень на мережі залізниць України.

Техніко-економічна ефективність

застосування залізобетонних шпал у кривих з радіусами менше 350 м та розробка норм улаштування та утримання колії для кривих з такими радіусами обґрунтована автором [10], що полягає в першу чергу у переході з дерев'яних шпал на залізобетонні, що можливе при застосуванні розробленого проміжного скріплення типу СКД65.

---

### **Висновки**

---

1. При масовому впровадженні конструкції колії на залізобетонних шпалах, що обґрунтовано техніко-економічними показниками (термін служби залізобетонної шпали більше за дерев'яну на 62%, а вартість – менше на 46%), сфера застосування залізобетонних шпал обмежена на кривих ділянках з радіусом менше 350 м через відсутність обґрунтованих норм улаштування колії з такою конструкцією.

Зазначене обумовлено, по-перше, тим, що є необхідність обов'язкового розширення ширини колії в кривих ділянках при відсутності конструктивного рішення цього питання, а саме, можливості улаштування колії із обґрунтованою шириною колії в межах кругових кривих та відводу розширення в межах перехідних кривих. По-друге, така конструкція повинна передбачати можливість регулювання ширини колії, яка змінюється в процесі експлуатації. Нарешті, існуючі на сьогодні норми ширини колії у кривих ділянках встановлені для умов вписування застарілого парку рухомого складу (довгобазні вагони та вантажні вагони з тривісними візками) й тим самим не відповідають сучасним умовам експлуатації і задачам поліпшення якості колії.

2. Розроблено додаткові конструктивні вимоги до рейкових скріплень для сучасних умов експлуатації у кривих ділянках колії.

Розроблені конструктивні вимоги у повному обсязі використані при розробці проміжних рейкових скріплень типу

СКД65 для залізобетонних шпал.

3. На основі теоретичних розрахунків і дослідної експлуатації розробленої конструкції рейкових скріплень дані рекомендації Головному управлінню колійного господарства Укрзалізниці по використанню скріплень типу СКД65 на мережі залізниць України і розроблено нормативно-технічний документ Укрзалізниці «Інструкція зі складання та поточного утримання колії зі скріпленнями типу СКД65» ЦП-0199.

### Список літератури

1. Говоруха В.В. Механика деформирования и разрушения упругих элементов промежуточных рельсовых скреплений [монография] / В.В. Говоруха – Д.: Лира ЛТД, 2005. – 388 с.

2. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України: ЦП-0269 / Е.І. Даніленко, А.М. Орловський, М.Б. Курган, В.О. Яковлев та інші. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2012. – 456 с.

3. Карпущенко Н.И. Совершенство рельсовых скреплений / Н.И. Карпущенко, Н.И. Антонов – Новосибирск : изд-во СГУПС. 2003. – 300 с.

4. Циганенко В.В. Аналіз причин сходів рухомого складу в кривих ділянках колії радіусом до 350 м і розробка конструкцій з метою їх запобігання [Звіт за НДР] / В.В. Циганенко, О.В. Губар – Д.: ДНУЗТ, 2007, – 128 с.

5. Настечик М.П. Дослідження експлуатаційних характеристик ділянок колії зі скріпленням типу АРС-4 та визначення напружено-деформованого стану колії [Звіт за НДР] / Настечик М.П., Рибкін В.В. Андреев В.С. та інші. – Д.: ДНУЗТ, 2008, – 33 с.

6. Пат. 31032 Україна МПК7: Е 01 В 9/44 Рейкове скріплення № 200712086; заявл. 01.11.2007, опубл. 25.03.2008,

Бюл. №6.

7. Пат. 35693 Україна МПК7 Е 01 В 9/44 Комплект регулирующих элементов № 200807464; заявл. 30.05.2008, опубл. 25.09.2008, Бюл. №18.

8. Пат. 2398923 Российская федерация, МПК7 Е 01 В 9/44 Рельсовое скрепление № 2008120277/11; заявл. 21.05.2008; опубл. 10.09.2010, Бюл. №25.

9. Пат. 79103 Российская федерация, МПК7 Е 01 В 9/44 Рельсовое скрепление / № 2008120213/22; заявл. 21.05.2008; опубл. 20.12.2008, Бюл. №35.

10. Губар О.В. Обґрунтування норм улаштування та утримання колії для кривих з радіусами менше 350 метрів: дис. канд. тех. наук: 05.22.06 / Губар Олексій Васильович. Д., 2011. – 240 с.

### Анотації:

В роботі розглянуто загальні питання обґрунтування основних вимог до роздільних скріплень для кривих ділянок колії радіусом менше 350 м з метою розробки конструкції рейкових скріплень з можливістю складання та регулювання ширини колії як у межах кругових, так і перехідних кривих для типових залізобетонних шпал та розробка рекомендації зі складання та поточного утримання колії у таких кривих.

---

В работе рассмотрены общие вопросы обоснования основных требований к раздельным скреплениям для кривых участков пути радиусом менее 350 м с целью разработки конструкции рельсовых скреплений с возможностью устройства и регулирования ширины колеи как в пределах круговых, так и переходных кривых для типовых железобетонных шпал и разработка рекомендации по устройству и текущему содержанию пути в таких кривых.

---

The present thesis grounds the basic requirements of the rail clips for track for curves with radiuses less than 350 m with the purpose of development of construction the rail clips device with the option of setting railway gauge within the ambit of both circular and transition curves for typical concrete ties with grounds the standards of conformation and maintenance of track in such curves.