

Сергій Карпінський

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І СПОСОБІВ РОЗРЯДКИ ТЕМПЕРАТУРНИХ НАПРУЖЕНЬ У РЕЙКОВИХ ПЛІТЯХ БЕЗСТИКОВОЇ КОЛІЇ

В статті представлений широкий аналіз технологій і способів розрядки температурних напружень в рейкових плітях безстикової колії. Розрядка внутрішніх температурних напружень в рейкових плітях – робота, яка виконується для закріплення рейкових плітей в розрахунковому температурному інтервалі на постійний режим експлуатації. При розрядці температурних напружень необхідно виконувати найбільш повне зняття напружень в рейкових плітях. Необхідно контролювати якість розрядки по повздовжніх переміщеннях окремих перерізів пліті відносно постійних реперів.

В статье представлен широкий анализ технологий и способов разрядки температурных напряжений рельсовых плетей бесстыкового пути. Разрядка внутренних температурных напряжений рельсовых плетей – работа, которая выполняется для закрепления рельсовых плетей в расчетном температурном интервале на постоянный режим эксплуатации. При разрядке температурных напряжений необходимо выполнять наиболее полное снятие напряжений в рельсовых плетях. Необходимо контролировать качество разрядки по продольных перемещениях отдельных сечений плети относительно постоянных реперов.

This paper presents a wide analysis of technologies and methods discharge temperature stress in continuous welded rail track raft. Relaxation of internal stresses in the rail temperature raft-Work in progress for fixing rail raft in a predetermined temperature range for continuous operation. When discharge temperature stresses need to perform the most complete removal of stresses in the rail raft. Necessary to control the quality of discharge by longitudinal movement of individual sections of the raft relatively constant rappers.

Ключові слова: рейкові пліті безстикової колії, розрядка температурних напружень, «маячні» шпали, створи, репери.

Безстикова колія має більший техніко-економічний ефект порівняно з ланковою колією і досягається він, в основному, за рахунок різкого зменшення кількості болтових рейкових стиків у її конструкції. Із збільшенням довжини рейкових плітей збільшується рівень стійкості колії та рейкових плітей, зменшується інтенсивність накопичення несправностей в колії, витрати праці на її утримання і ремонти.

Безстикова колія має більший техніко-економічний ефект порівняно з ланковою колією і досягається він, в основному, за рахунок різкого зменшення кількості болтових рейкових стиків у її конструкції. Із збільшенням довжини рейкових плітей

© Карпінський С. Л., 2013

збільшується рівень стійкості колії та рейкових плітей, зменшується інтенсивність накопичення несправностей в колії, витрати праці на її утримання і ремонти.

Запорукою успіху поточного утримання безстикової колії є знання особливостей її конструкції, закріплення рейкових плітей в межах розрахункового температурного інтервалу, дотримання температурних умов виконання колійних робіт. Основною особливістю безстикової колії є постійно діючі поздовжні температурні сили та напруження в рейкових плітях.

Розрядка (знімання) внутрішніх температурних напружень в рейкових плітях – специфічна робота, притаманна безстиковій колії, яка виконується для закріплення рейкових плітей в розрахунковому температурному інтервалі на постійний режим експлуатації з мінімальними початковими напруженнями для забезпечення стійкості колії проти її викиду при підвищених літніх температурах і цілісності рейкових плітей взимку. Згідно з Технічними вказівками [1] вона виконується в таких випадках:

- при перезакріпленні плітей на постійний режим експлуатації після їх тимчасового закріплення за межами розрахункового температурного інтервалу або в необхідних випадках перед зварюванням в довгі пліті;
- при необхідності виконання ремонтних робіт із використанням важких колійних машин, коли температура рейкових плітей перевищує допустимі відхилення від температури їх закріплення;
- при виникненні різкого викривлення в плані і його виправлення в період високих літніх температур.

Найвідповідальнішою із вказаного вище переліку розрядок є перша, тобто розрядка температурних напружень при закріпленні рейкових плітей на постійний режим експлуатації або при підготовці коротких рейкових плітей для їх зварювання в довгі. При цій розрядці необхідне найбільш повне зняття напружень в рейкових плітях, для чого вони повинні бути поставлені на коткові опори, а саме: роликові, шарикові, підвісні) або на пластини з нержавіючої сталі, фторопласту, нафтену, поліаміду та інших матеріалів з низьким коефіцієнтом тертя (не більш 0,1), а при їх відсутності – на прокладки з поліетилену.

При застосуванні роликових опор їх встановлюють не рідше ніж через 15 шпал. Самі ролики повинні бути діаметром 20-22 мм. Конструкція їх має забезпечувати швидкість і безпеку при встановленні та знятті, а також перпендикулярність до осі рейки. В місцях встановлення роликів підрейкові прокладки повинні бути тимчасово вилучені. При застосуванні інвентарних прокладок з низьким коефіцієнтом тертя загальною товщиною 8-10 мм вони встановлюються прямо на основні підрейкові прокладки на кожній 15-й шпалі. Для кращого вирівнювання напружень необхідно додатково струснути пліті ударами дерев'яних кувалд або механічними пристроями.

Якість розрядки перевіряють по поздовжніх переміщеннях окремих перерізів пліті відносно постійних реперів (опори контактної мережі, штучних споруд тв ін.) або «маячних» шпал (рис. 1) і нанесених між ними через 50 м додаткових рисок, а також по збільшенню або зменшенню довжини пліті, що спостерігається на її кінцях. Для цього виконують відповідні розрахунки.

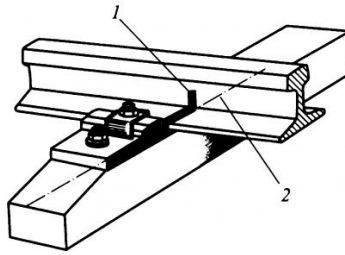


Рис. 1. «Маячна» шпала для контролю уgonу та температурно-напруженого стану рейкових плітей безстикової колії:

1 – риска, 2 – лінія сполучення риски з кромкою підкладки

Величина подовження або скорочення рейкової пліті на її кінцях (зрівнювальних рейок) ΔL , м, при розрядці температурних напружень (введенні в розрахунковий інтервал температур) визначається за формулою:

$$\Delta L = \alpha \frac{L}{2} (t_p - t_3), \quad (1)$$

де α – коефіцієнт лінійного температурного розширення рейкової сталі, $\alpha = 0,0000118$, $1/^\circ\text{C}$;

L – довжина рейкової пліті, м;

t_p – температура рейкової пліті під час розрядки, $^\circ\text{C}$;

t_3 – температура рейкової пліті при попередньому закріпленні, $^\circ\text{C}$.

Оскільки подовження або скорочення рейкової пліті відбувається з подоланням погонного опору, то для зручності контролю, повноти та рівномірності зняття температурних напружень по всій довжині рейкової пліті користуються розробленим графіком розрахункових переміщень (рис. 2), де величина переміщень в кожному контрольному перерізі визначається за формулою

$$\Delta l = \alpha (t_p - t_3) \sum_{i=1}^n l_i, \quad (2)$$

де l_i – відстань між контрольними перерізами, яка складає, як правило, 50 м;

n – кількість контрольних перерізів по довжині півпліті.

Результати проведених розрахунків дозволяють здійснювати контроль повної зміни довжини пліті – по переміщенню рисок, що нанесені по підшві рейки над «маячними» шпалами та відносно додаткових міток.

Поздовжні переміщення вказаних міток відносно реборд підкладок КБ контролюють металевою лінійкою. Розрядка напружень буде виконаною, якщо досягнуто лінійне розподілення фактичних деформацій по довжині пліті, що співпадає з попередньо розрахованими для всієї пліті та її відрізків по 50 м з точністю до ± 2 мм.

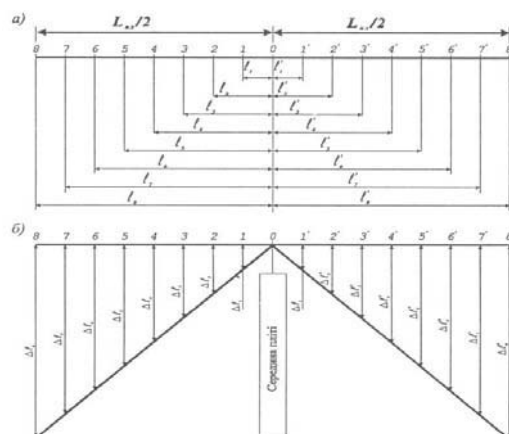


Рис. 2. Схема розмітки контрольних перерізів по довжині рейкової пліти (а) та графік розрахункових переміщень (б)

При невідповідності зміни довжини пліти розрахунковим значенням або нерівномірному зміщенні проміжних рисок визначаються та усуваються причини, що перешкоджають повному зняттю напружень, – недостатньо ослаблені болти, перекошені підкладки, недовивішені пліти на опорах. Особлива увага цим обставинам приділяється при виконанні робіт в кривих ділянках колії. Якщо після усунення вказаних причин не вдається отримати розрахункові зміни довжини пліти як в цілому, так і по окремим створам, виконують регулювання її переміщень із застосуванням ударних або гідравлічних приладів з переміщенням їх вздовж пліти від середини до кінців при зніманні стискуючих напружень і навпаки при розтягуючих.

Залежно від технічних засобів, що використовуються при розрядці температурних напружень, роботи проводяться або у технологічне чи спеціальне «вікно» з виваженням рейкових плітей на ролики або в інтервалах між поїздами при встановленні плітей на ковзкі прокладки з малим коефіцієнтом тертя або підвісні ролики.

Технологія і спосіб розрядки температурних напружень безстикової колії залежить від довжини рейкових плітей, наявності робочої сили, тривалості «вікна» і технічних засобів, що використовуються при розрядці температурних напружень.

Для аналізу технологій і способів розрядки температурних напружень в рейкових плітях використовую нормативну літературу Укрзалізниці, Російських залізниць і запатентовані винаходи України та Росії.

Спочатку розглядаємо технологію розрядки температурних напружень з використанням пристрою з підвісними роликами. У підготовчий період виконуються роботи протягом одного дня бригадою з шести monterів. У цей день монтери колії очищують від бруду та засмічувачів скріплення, вирізають (при необхідності) баласт з-під подошви рейки в місцях установки пристрою з підвісними роликами. Розрахункові створи розмічають через 50 м по всій довжині плітей, починаючи від їх середини в обидва боки. При цьому на подошву рейок наносять розрахункові та деформаційні риси і поряд з ними записують розрахункові деформації вказаних відрізків плітей. Також розмічають кожен 15-у шпалу для установки пристрою з підвісними роликами. На дрезині ДГК^У монтери підвозять зі стелажу рейки для заміни в зрівнювальному прольоті, а з контейнерів доставляють пристрої з підвісними роли-

ками, розкладають і встановлюють їх на кожній 15-й шпалі (рис. 3) таким чином: знімають клеми, на клемні болти надівають додаткові двовиткові шайби. Після чого на них встановлюють пари коромисел, затягують фіксуєчі гайки клемних болтів до повного стиснення шайб і під подошву рейки встановлюють осі роликів з трубками. Потім фіксуєчі гайки відкручують на 5-6 обертів і ролики автоматично підтискаються під подошву рейки пружними шайбами.

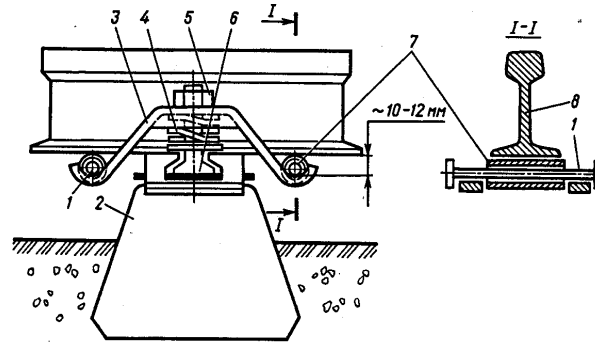


Рис. 3. Підвісні ролики для розрядки напружень в рейкових плітях без припинення руху поїздів: 1 – вісь ролика; 2 – шпала; 3 – коромисло; 4 – шайба скріплення КБ; 5 – гайка; 6 – клемний болт; 7 – трубка; 8 – рейка

Основні роботи виконують протягом одного дня бригадою у складі 30 monterів колії. Після огороження місця робіт сигналами зупинки і установки в місцях заміни обвідних перемичок 30 monterів колії міняють примикаючі до рейкових плітей зрівнювальні рейки, встановлюють інвентарні накладки з боку пліті та рейкові вкладиші. Потім 26 monterів колії чотирма групами по обох рейкових нитках, рухаючись від кінців плітей до їх середини, виконують суцільне ослаблення гайок клемних болтів і пристроїв на 5-6 обертів. По мірі звільнення рейкових плітей від закріплення вони автоматично вивішуються на роликах пристроїв, подошва рейок пружно відокремлюється від прокладок, здійснюється вільне знімання напружень. По мірі подовження (вкорочення) пліті 4 монтери колії встановлюють для пропуску поїздів рейкові вкладиші, а після повної розрядки міняють інвентарні накладки на типові, знімають обвідні перемички. Рухаючись від середини до кінців плітей чотирма групами 26 monterів колії закріплюють гайки клемних болтів на кожній третій шпалі.

Для контролю рівномірності зняття напружень в рейкових плітях металевою лінійкою вимірюють фактичні деформації по розміченим створам і по кінцям плітей, а потім співставляють ці величини з розрахунковими.

Після обідньої перерви 10 monterів колії знімають пристрої з підвісними роликами та встановлюють клеми з докручуванням гайок, 20 monterів колії закріплюють гайки клемних болтів на пропущених шпалах, що залишилися з незакріпленими клемами.

В кінці робочого дня усі монтери колії підтягують гайки клемних болтів на плітях і заміненіх зрівнювальних рейках, стикових болтах, прибирають рейки на стелажі, а пристрої з підвісними роликами в контейнери.

Основна перевага наведеної технології в тому, що залишкові напруження в рейкових плітях знімаються найбільш повно завдяки сполученню двох одночасно діючих факторів: роликів, що знижують тертя по подошві рейок в 10 разів, і

динамічних силових діянь від коліс рухомого складу графікових поїздів, що проходять по звільненій від закріплення рейковій пліті.

Технологія розрядки температурних напружень безстикової колії з використанням ковзких пар з малим коефіцієнтом тертя практично аналогічна розглянутій технології розрядки температурних напружень з використанням пристроїв з підвісними роликами.

*Технологія розрядки температурних напружень в рейкових плітях
з постановкою їх на ролики*

Напередодні (за день – два) до розрядки температурних напружень розраховують величину зміни довжини плітей з урахуванням очікуваної температури рейок під час розрядки. Готують вкорочені (подовжені) рейки та підвозять їх до місця вкладання.

До початку «вікна» на «маячних» шпалах і створах через 50 м наносять контрольні риси для можливості контролю по них за рівномірністю зняття температурних напружень по довжині пліті, в якій виконують розрядку. Знімають п'ятий та шостий стикові болти зі стиків рейок, які замінюють, в зрівняльних прольотах. Решту стикових болтів змащують та перевіряють на зручність їхнього зняття під час «вікна». Послаблюють гайки клемних болтів роздільного скріплення на 7-8 обертів на чотирьох шпалах підряд, залишаючи їх закріпленими на кожній п'ятій шпалі.

В основний період після закриття перегону (у «вікно») дві бригади по 14 monterів колії кожна на половині рейкових плітей замінюють пару зрівнювальних рейок, що примикають до кожного кінця обох плітей. Починаючи з кінця рейкової пліті на кожній 15 шпалі знімають клемні болти і під подошву рейкових плітей вкладають металеві ролики для виключення опору тертя подошви рейки по підкладці (розміри металевих ролика 125x20 мм), послаблюють на 7-8 обертів гайки клемних болтів на пропущених шпалах, слідкують за заміною довжини розкріплених плітей. Для повного зняття залишкових температурних напружень та їх вирівнювання по довжині після виваження плітей на ролики їх потрібно додатково струснути, наприклад, ударами дерев'яних молотів або механічними вібраторами. Ознакою досягнення мети є пружинення пліті.

При досягненні на кожній контрольній позначці розрахункових переміщень ролики знімають, ставлять накладки і збирають стики. Ставлять усі клемні болти і, починаючи від середини рейкової пліті, закручують їх на кожній п'ятій шпалі з нормативним зусиллям (200 Нм) і перегін відкривають для руху поїздів зі швидкістю 25 км/год.

Пропущені клемні болти ставлять і затягують на них гайки вже після відкриття перегону. Після закріплення усіх гайок на клемних болтах відмінюють попередження про зменшення швидкості руху, спричиненого роботою по розрядці напружень.

Для проведення більш широкого аналізу розглянемо спосіб розрядки температурних напружень в рейкових плітях безстикової колії згідно з Патентом [3]. Запропонований авторами спосіб створення необхідних напружень в рейкових плітях безстикової колії виконується таким чином:

- розмічаються місця розміщення контрольних перерізів на рейкових плітях;
- звільняють поступово проміжні скріплення окремих ділянок укладених рейкових плітей;
- вигинають стрілу вигину в межах розкріпленої ділянки;
- безперервно переміщують стрілу вигину від початку до кінця робіт;

– збільшують рівномірно стрілу вигину в процесі її переміщення до величини контрольних перерізів, які розраховують формулою:

$$f_i = 2,188 \sqrt{\frac{\alpha \cdot L_i \cdot \Delta t}{3,385 \cdot 10^{-3}}} \quad (3)$$

де α – коефіцієнт температурного розширення рейкової сталі;

L_i – відстань від початку рейкової пліти до i -го перерізу;

Δt – різниця між рекомендованою температурою закріплення рейкових плітей на постійний режим експлуатації і температурою плітей на момент виконання робіт.

– закріплюють рейкові пліти до шпал за допомогою проміжних рейкових скріплень прямуючи за переміщенням стріли вигину;

– усувають стрілу вигину рейкової пліти на кінцевих ділянках.

При укладанні рейкових плітей при температурі рейки, нижче розрахункової, можливо використовувати спосіб примусового введення їх у розрахункову температуру закріплення. Такий спосіб використовується і перед зварюванням рейкових плітей, що експлуатуються, і які раніше укладені та закріплені при температурі нижче розрахункової. Примусовий ввід плітей у розрахунковий інтервал температур виконується з використанням гідравлічного натяжного приладу (рис. 4) та обов'язковим вивішуванням їх на роликіві опори або пластини.

Перед початком роботи з використанням гідравлічного натяжного приладу повинні бути виконанні розрахунки по визначенню змін довжини пліти (ΔL) та розтягуючого зусилля (P), яке необхідне для подовження пліти, й інших параметрів примусового введення рейкової пліти в розрахунковий температурний інтервал.

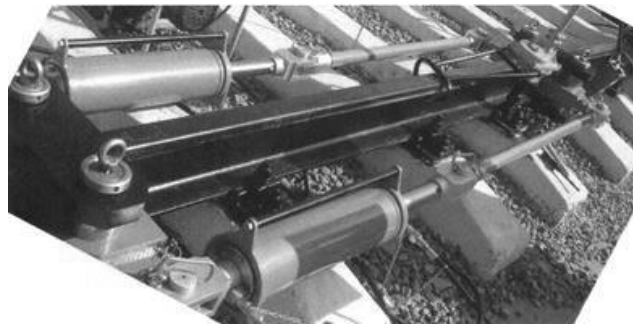


Рис. 4. Прилад натяжний гідравлічний

Розрахункове подовження пліти, мм, визначається формулою:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot (t_z + t_y) \quad (4)$$

де $\alpha=0,0000118$ $1/^\circ\text{C}$ – коефіцієнт лінійного розширення рейкової сталі;

L – довжина пліти;

t_z – розрахункова температура рейок при закріпленні пліти на постійний режим роботи;

t_y – температура рейкової пліти при попередньому закріпленні.

Згідно з [1] при довжині плітей до 1250 м проводиться розтягування відразу всієї пліті. При більших довжинах плітей або при наявності в межах ділянки робіт кривих примусовий ввід їх у розрахунковий інтервал проводиться напівплітями.

Необхідне зусилля для створення розрахункових подовжень у пліті P визначається з умови:

$$P = \alpha \cdot E \cdot F \cdot \Delta t \quad (5)$$

де E – модуль пружності рейкової сталі;

F – площа поперечного перерізу рейки;

Δt – різниця між очікуваною на час «вікна» та розрахунковою температурою пліті при закріпленні її на постійний режим роботи.

Довжина анкерної ділянки з боку рухомого кінця пліті, м, визначається формулою:

$$\lambda_i = \frac{P}{r} \quad (6)$$

де r – погонний опір рейок або шпал поздовжньому переміщенню в межах анкерної ділянки.

Технологія та спосіб виконання робіт по примусовому введенню рейкових плітей в розрахунковий інтервал температу виконується в такому порядку:

- замінюють зрівнювальну рейку з боку кінця пліті, що подовжується, на вкорочену та закріплюють анкерну ділянку;

- розкріплюють елементи проміжних рейкових скріплень на не розкріплених шпалах, лапчастими ломачами вивішують і дерев'яними молотками простукують пліть. Повноту розрядки напружень оцінюють по загальному вкороченні пліті після її розкріплення. Рівномірність розрядки напружень оцінюють по зміщенню контрольних рисок;

- встановлюють гідравлічний натяжний прилад, наносять нові контрольні риси на підшви рейки через кожні 50 м на відстані від краю підкладок Δ ;

- гідравлічним натяжним приладом виконують розтягування пліті. У процесі розтягування пліті виникає необхідність її простукування дерев'яними молотками. Коли зазор між пліттю і зрівнювальною рейкою зменшиться до необхідного значення, подовження закінчують;

- на довжині λ закріплюють проміжне скріплення на шпалах кінця пліті, що подовжується і знімають натяжний прилад;

- ставлять накладки та стикові болти, закріплюють гайки в стику між пліттю й зрівнювальною рейкою, після закріплення пліті на кожній п'ятій шпалі закінчують основні роботи у «вікно» та відкривають рух поїздів на ділянці зі швидкістю 25 км/год.

- в заключний період після остаточного закріплення плітей на всіх шпалах і перевірки стану колії відміняють попередження про зменшення швидкості руху поїздів.

Провівши аналіз технологій і способів розрядки температурних напружень в рейкових плітях безстикової колії можна зробити висновки:

1. Якщо рейкова пліть закріплена за межами температурного інтервалу, закріплення треба виконувати в розрядку температурних напружень в рейкових плітях.

2. У більшості випадків виникає необхідність перезакріплення рейкових плітей на більшу температуру, особливо весною, незважаючи на можливість використання натяжних приладів.

3. Будь-який технічний засіб, який використовується при розрядці температурних напружень в рейкових плітях потребує розробки конструкції й технології його виготовлення.

4. Із наведених способів проконтролювати подовження і укорочення пліті практично неможливо, тому необхідно мати такий спосіб, який дозволяє зафіксувати центр пліті і контрольні перерізи, а також перевірити положення пліті за базою колієвимірювального вагона КВЛП.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України. /В. В. Рибкін., О. М. Патласов – К.: Транспорт України, 2012. – 150 с.

2. Правила і технології виконання робіт при поточному утриманні залізничної колії. /Е. І. Даніленко, М. І. Карпов – К.: Транспорт України, 2002 – 156 с.

3. Пат. 2472894 Российская Федерация, МПК E01B29/17 Способ разрядки температурных напряжений в рельсовых плетях бесстыкового пути / Жулев Г. Г., Беляев Г. П., Овчинников Ю. П., Бунин А. И., заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный университет путей сообщения». – № 2011127293/11, заявл.01.07.2011, опубл. 20.01.2013.

4. Лебедев В. Г., Славиковский Н. А. Укладка и эксплуатация бесстыкового пути. – М.: Транспорт, 1987. – 206 с.