

Збірний залізобетонний брус для стрілочних з'їздів між паралельними коліями

Для з'єднання усіх колій в єдиний комплекс необхідні спеціальні пристрої верхньої будови колії – стрілочні переводи. На сьогоднішній час – це найскладніша конструкція верхньої будови колії. Комбінація укладання двох стрілочних переводів і з'єднувальних колій на зустріч один одному, яка влаштовується між двома рейковими коліями представляє собою стрілочний з'їзд.

На сьогоднішній день існує єдиний метод розрахунку поодиноких стрілочних з'їздів. Ця методика описується у праці професора Амеліна С.В. [1]. Цей метод має деякі недоліки, а саме:

- не враховує конструктивні особливості елементів стрілочних переводів, які утворюють стрілочний з'їзд;

- використання тільки геометричних параметрів переводів.

Проектування звичайного поодинокого з'їзду між паралельними коліями виконується з використанням геометричних параметрів стрілочних переводів, які його утворюють і необхідної величини міжколійної відстані. Зазвичай, такий з'їзд укладають при міжколійя до 7000 мм.

Але для сучасних умов експлуатації і ремонтів необхідно

вносити зміни при проектуванні стрілочних з'їздів. Адже проблема укладання стрілочних переводів у з'їзд при міжколійї менше 5000 мм і в теперішній час досить суттєво актуальне питання.

Основним фактором, який зумовлює перегляд методу розрахунку проектування геометричних параметрів з'їзду є накладання в захрестовинній частині стрілочних переводів брусів прямого та бокового напрямків. Використання дерев'яної підрейкової основи значно спрощує розміщення стрілочних переводів. Бруси можна проектувати суцільними у зв'язку з їх невеликою масою та простотою заміни. Але при залізобетонній підрейковій основі бруси великої довжини (більше 5500 мм) використовувати недоцільно.

При виникненні цієї проблеми, зазвичай, використовують вкорочені шпали або порушують епюру розкладки брусів. Як відомо з [2-4] ці методи призводять до зменшення стійкості стрілочного переводу. Так як різко зменшується площа контакту підосви бруса та баласту.

Проблему розміщення брусів в захрестовинній частині стрілочних переводів при укладанні їх в стрілочний з'їзд пропонується вирі-

шити в два етапи, використовуючи загальні поняття, продекларовані в [5].

По-перше, розглянемо та проаналізуємо найбільш розповсюджену величину міжколійя. Спостереження отримані на основі результатів безперервних вимірювань

колій Донецької, Придніпровської та Південної залізниць колісвимірювальним вагоном – лабораторією (КВЛ) та обробки схем станцій. Дані представлені у вигляді гістограми (рис.1).

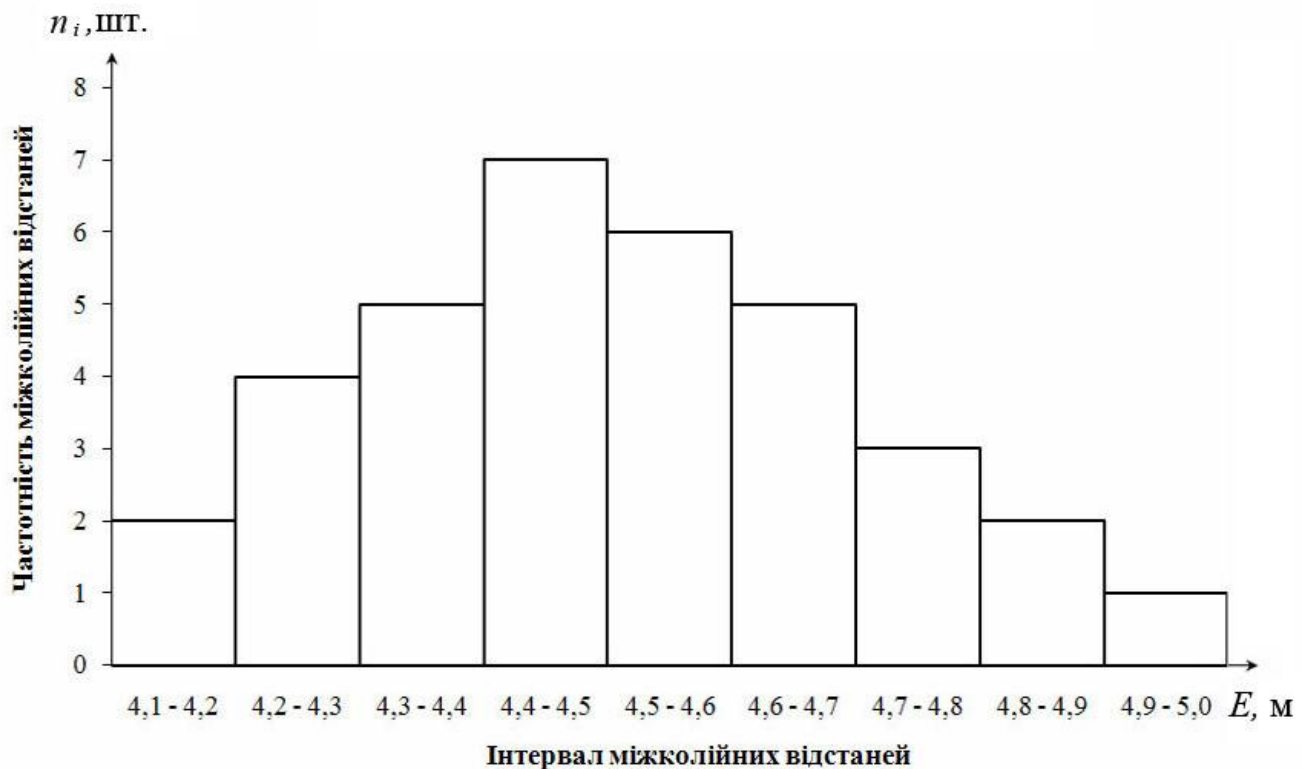


Рис.1. Гістограма розподілу міжколійних відстаней

З отриманих результатів бачимо, що найбільш розповсюдженим інтервалом міжколійних відстаней є значення в межах 4,4..4,5 м.

По-друге, уточнимо можливі комбінації укладання брусів переводів марки 1/11 з по шаговим змінням міжколійя. Для цього розрахуємо мінімально допустиму довжину

брусів для наведених вище значень міжколійних відстаней за схемою, наведеною на рисунку 2.

вуються у з'їзді з міжколійям 4100..5000 мм;

- при використанні вкороченого комплекту шпал і міжколійї 4800 – 5000 мм досягається максимальне використання стандартного комплекту брусів. Але з точки зору поперечної стійкості з'їзду, необхідно мінімізувати використання вкорочених шпал.

Далі, як один з варіантів вирішення проблеми, передбачається вдосконалити конструкцію залізобетонного бруса в захрестовинній

частині стрілочного переводу, який входить до складу стрілочного з'їзду. Бруси, які утворюють підрейкову основу для стрілочних переводів та глухих перетинів, що входять до іншої комбінації укладання цим методом не розглядаються.

Залізобетонний брус пропонується виконати з двох частин (рис. 3), з'єднаних між собою спеціальним вузлом. Схема вузла наведена на рисунку 4.

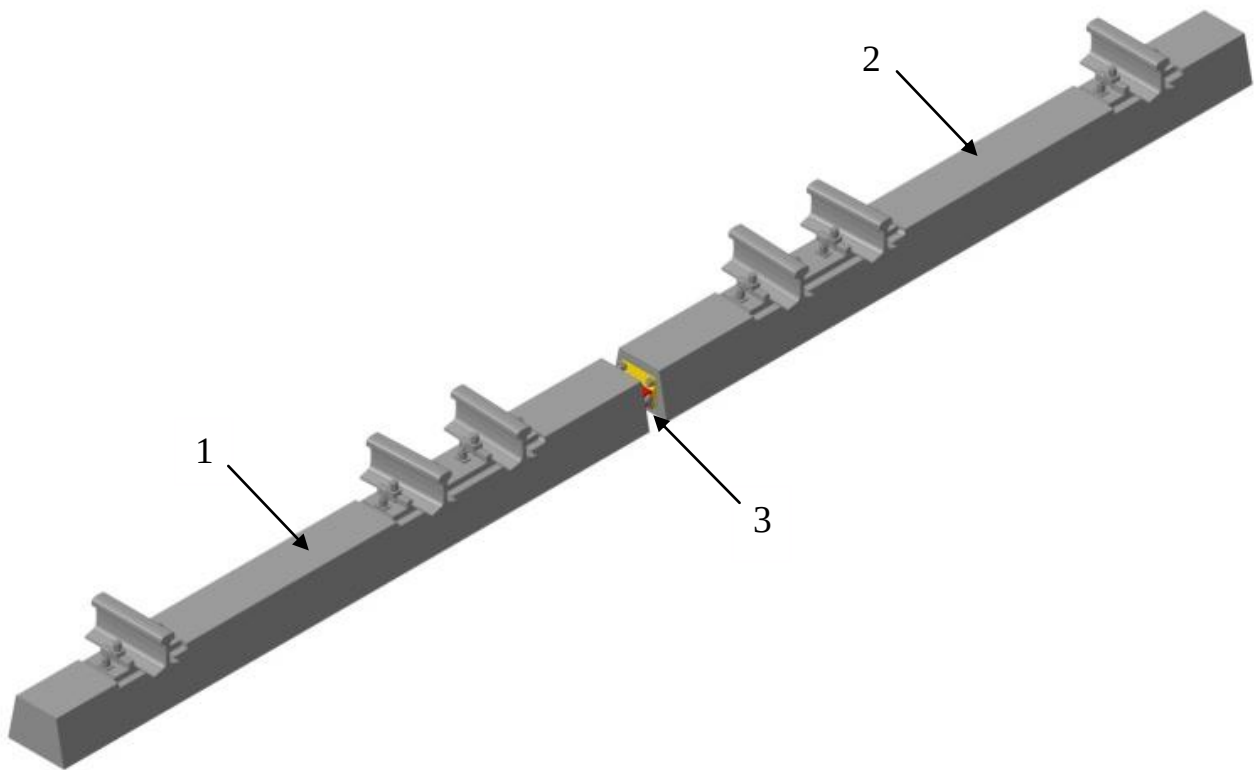


Рис. 3. Розрахункова модель збірної залізобетонної бруса:
1 – ліва напівшпала; 2 – права напівшпала; 3 – вузол з'єднання.

Брус можна розглядати як балку скінченної довжини на суцільній пружній основі [7]. Розрахунок залізобетонних брусів включає наступні основні етапи:

- визначення навантажень, які передаються від коліс екіпажів на рейкові нитки стрілочного переводу і від них на бруси;

- визначення прогинів, поперечних сил та згинальних моментів по довжині бруса;

- перевірка відповідності несучої здатності брусів під виникаючими в них напруженнями.

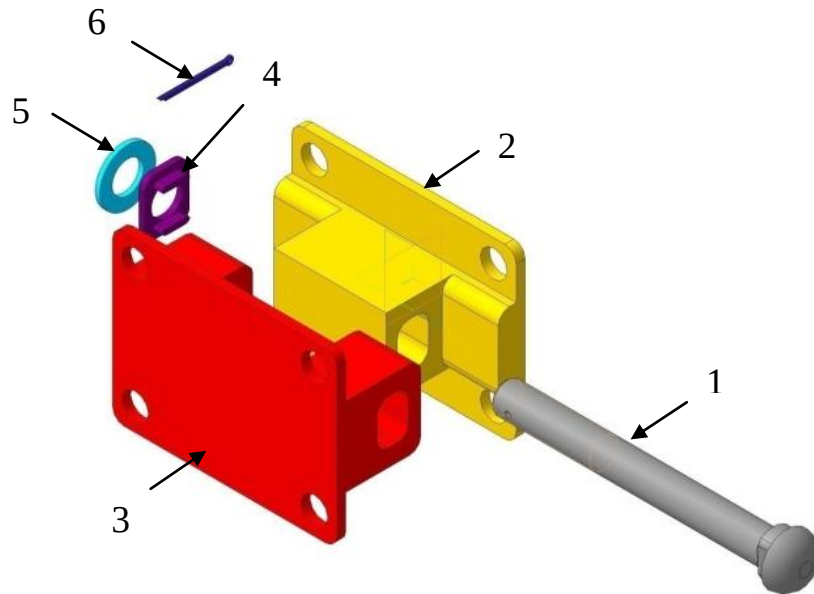


Рис. 4. Модель вузла з'єднання елементів бруса у розібраному стані:
1 – болт; 2,3 – тіло з'єднання; 4 – вкладиш; 5 – шайба; 6 – шплінт

Для пружної балки, яка лежить на пружній основі, коли реакція основи в даній точці пропорційна величині просадки і не залежить від величини просадок сусідніх точок, рівняння пружної лінії балки має наступний вигляд [8]:

$$y = y_o A_z + \frac{1}{m} \varphi_o B_z + \frac{4m^2}{K_n} M_o C_z + \frac{4m}{K_n} Q_o D_z + f(x) \quad (3)$$

де y_o , φ_o , M_o , Q_o – відповідно прогин, кут повороту, згинальний момент та поперечна сила на початку координат для розрахунку;

A_z , B_z , C_z , D_z – гіпербо-тригонометричні функції, які визначаються за формулами [9]:

$$\begin{aligned}
A_z &= \operatorname{ch}(z) \cdot \cos(z) \\
B_z &= \frac{1}{2} \operatorname{ch}(z) \cdot \sin(z) + \operatorname{sh}(z) \cdot \cos(z) \\
C_z &= \frac{1}{2} \operatorname{sh}(z) \cdot \sin(z) \\
D_z &= \frac{1}{4} \operatorname{ch}(z) \cdot \sin(z) - \operatorname{sh}(z) \cdot \cos(z)
\end{aligned} \quad (4)$$

де z – приведена абсциса розрахункового перерізу;

$$z = mx \quad (5)$$

m – основна характеристика рівняння згину бруса як балки на пружній основі, см^{-1} ;

$$m = \sqrt[4]{\frac{K_n}{4E_{\text{бр}} I_{\text{бр}}}} \quad (6)$$

$E_{\text{бр}}$ – модуль пружності бетону, МПа;

$I_{\text{бр}}$ – приведений момент інерції поперечного перерізу бруса, см^4 ;

K_n – погонний коефіцієнт постелі бруса, МПа;

$$K_n = cb \quad (7)$$

де c – коефіцієнт постелі бруса, МПа;

$f(x)$ – вплив навантажень, які знаходяться у прольоті балки, кН.

Розрахунок виконувався для трьох типів рухомого складу як найбільш розповсюджений на залізницях України:

- вантажний локомотив ВЛ8;
- пасажирський локомотив ЧС7;

– вантажний вагон з 4 – х вісними візками ЦНІИ–ХЗ–О.

Також, враховуючи різноманітність напрямків руху по стрілочних з'їздах, прийняті до уваги найбільш раціональні, а саме:

- рух по прямому напрямку;
- рух на боковий напрямок стрілочного перевodu;
- рух по обох прямих напрямках як найбільш впливовий.

Аналіз найбільших експлуатаційних моментів з найменшими граничними моментами з умов витривалості і тріщиностійкості бетону в розрахунковому перерізі бруса показує, що при заданих характеристиках колії і рухомого складу застосування збірного залізобетонного бруса може бути допущено для подальших експериментальних досліджень.

Висновки

1. В результаті проведеного аналізу і розрахунків встановлено, що важливим фактором при укладанні двох стрілочних переводів у з'їзд між паралельними коліями є розміщення брусів в захрестовинній частині.

Неправильна розкладка (епюра) брусів і використання вкорочених шпал призводить до збільшення сил, що передаються від коліс рухомого складу. Це призводить до зростання витрат на поточне утримання та заміну елементів ВБК, які дуже швидко вичерпали ресурс напруцювання.

2. Вдосконалена методика розрахунку параметрів з'їзду. Пропонується при вкладанні стрілочних переводів у з'їзд використовувати не лише геометричні параметри самих переводів, а також конструктивні особливості залізобетонних брусів.

3. Розроблена конструкція нового збірного залізобетонного бруса та вузол з'єднання його елементів. Ця конструкція дозволяє з легкістю розміщувати з'їзди з невеликим міжколійям (4100 мм). До того ж комплексний метод збірності бруса дозволяє використовувати його при різних значеннях міжколійя з певним шагом, який залежить тільки від марки стрілочного переводу, відстані між брусами в захрестовинній частині та міжколійної відстані (рис. 5).

З'єднання елементів знаходиться по середині вісі бокового напрямку. Мінімальна величина зміщення міжколійя дорівнює:

$$\Delta E = c \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (8)$$

де c – відстань між вісями брусів, мм.

Отже, при $c=525$ мм, $\Delta E=45$ мм.

При зміщенні міжколійя на ΔE елементи бруса відповідно переміщуються в необхідному напрямку на один прогін. Знаючи величину міжколійя, для якої призначено стрілочний з'їзд можливо підібрати необхідний комплект збірних брусів, не порушуючи при цьому епюру розкладки чи використовуючи вкорочені шпали.

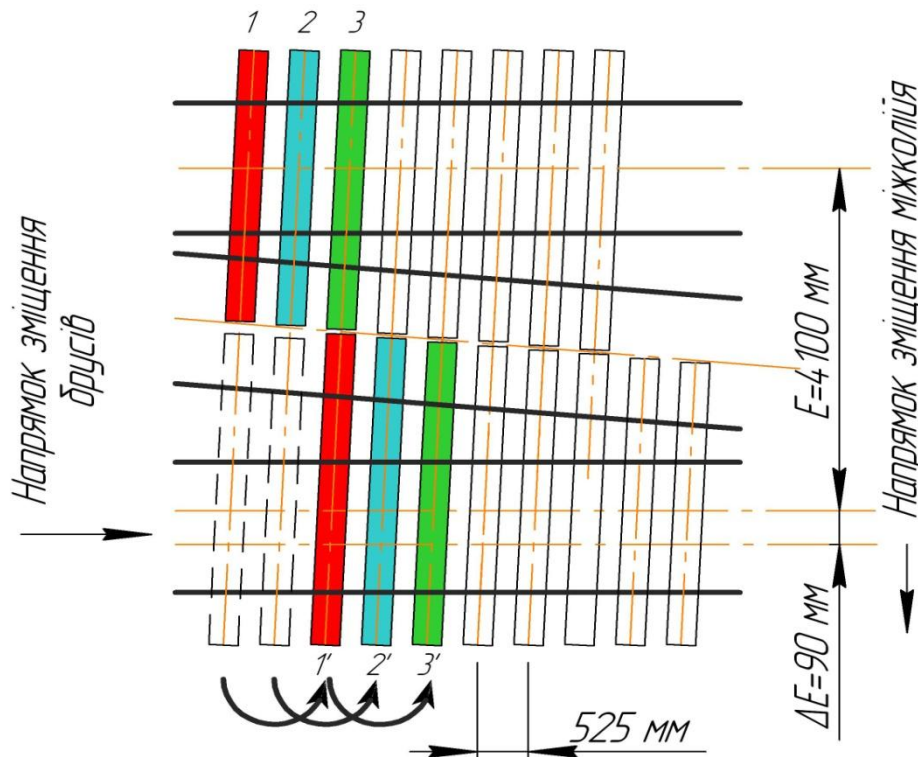


Рис.5. Схема розкладки частин збірних брусів у разі зміни міжколійя

4. Конструкція збірного залізобетонного бруса перевірена на міцність за існуючими методиками розрахунку. Встановлено, що максимальні експлуатаційні напруження від рухомого складу не перевищують допустимих значень, які регламентуються згідно розрахункової методики. Отже, дану конструкцію можливо рекомендувати для застосування на залізницях України після остаточних експериментальних дослідженнях.

Список літератури

1 Амелин С.В. Соединения и пересечения рельсовых путей [Текст] / Амелин С.В. – М.: Трансжелдориздат, 1957. – 240 с.

2 Волошко Ю.Д. Как работают стрелочные переводы под поездами [Текст] / Волошко Ю.Д., Орловский А.Н. – М.: Транспорт, 1987. – 59 с.

3 Симон А.А. Современные стрелочные переводы [Текст] / Симон А.А., Путря Н.Н., Елсаков Н.Н. – М.: Транспорт, 1977. – 47 с.

4 Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь [Текст] / Шахунянц Г.М. – М.: Транспорт, 1987. – 84 с.

5 Говоруха В.В. Технічні вказівки щодо збирання, укладання та утримання з'їздів стрілочних переводів типу Р65 марки 1/11 на залізобетонних брусах [Текст] / ЦП- 0166, Говоруха В.В., Татуревич А.А.,

Систренський В.О. та ін. – Київ: ТОВ "ВД "Мануфактура", 2007. – 78 с.

6 Орловський А. М. Проектування звичайного стрілочного переводу [Текст]: Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Залізнична колія» / Дніпропетр. нац. ун – т залізнич. трансп.; Укл.: Орловський А. М., Рибкін В. В., Мойсеєнко К. В. та ін. – Д., 2008. – 38 с.

7 Золотарский А.Ф. Железобетонные шпалы для рельсового пути [Текст] / Золотарский А.Ф., Евдокимов Б.А., Исаев Н.М. и др. Под редакцией А.Ф.Золотарского. – М.: Транспорт, 1980. – 156–164 с.

8 Рудицын М. Н. Справочное пособие по сопротивлению материалов [Текст] / Рудицын М. Н. Артемов П.Я., Любошиц М.И. – Минск, Вышэйная школа, 1961. – 38 с.

Анотації

Викладено метод вирішення проблеми укладання стрілочних переводів в стрілочний з'їзд між паралельними коліями. Практичні рекомендації можна використовувати для проектування підрейкової основи захрестовинної частини сучасних стрілочних переводів.

Изложен метод решения проблемы укладки стрелочных переводов в стрелочный съезд между параллельными путями. Практические ре-

комендации можно использовать для проектирования подрельсового основания закрестовинной части современных стрелочных переводов.

The method to solve the problem laying switch in crossover between parallel tracks. Practical guidelines can be used to design rail basis in part by frog of modern switch.