

УДК 625.11

Інженери Демченко С.М., Курган А.М.

ПОКРАЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЕЛЕМЕНТІВ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ НА ВУЗЬКОКОЛІЙ- НИХ ЗАЛІЗНИЦЯХ З РЕЙКАМИ ТИПУ Р43

Ключові слова: вузькоколійна залізниця, конструкція верхньої будови колії, проміжне скріплення, залізобетонна шпала, клема, колійний шуруп, шайба двовиткова, розміщення клем, випробування.

Вступ

У теперішній час на залізницях світу нараховується 16 типів ширини колії, які відносяться до надшироких, широких та вузьких колій та різняться розповсюдженням та призначенням.

Вузькоколійні залізниці займають особливе місце в різних країнах світу. Їх ширина колії, зазвичай, складає від 600 до 1200 мм. В країнах, що входили до складу колишнього Радянського Союзу, стандартна ширина вузькоколійних залізниць складає 750 мм (далі – вузькоколійна залізниця або вузькоколійка).

Розвиток вузькоколійних залізниць припадає на кінець ХІХ початок ХХ століть і мав, переважно промислове значення. На сьогодні вузькоколійні залізниці використовуються у багатьох країнах Європи та СНД: Німеччина, Польща, Латвія, Словаччина, Швейцарія, Італія, Казахстан, Україна та інші. Найдовша вузькоколійна залізниця знаходиться в східній Європі довжиною 125 км на території Болгарії.

Вузькоколійні залізниці в Україні були збудовані ще 70 років тому назад. Їх призначення - обслуговувати лісосіки, шахти, рудники, заводи і промислові підприємства. На лініях загального користування найбільшого поширення набула колія шириною 750 мм.

На початку ХХ століття були затверджені норми, що включають габарити рухомого складу та наближення будівель для колії 750 мм.

Вузькоколійні залізниці в два-три рази дешевше в будівництві й експлуатації, ніж

залізниці зі стандартною шириною колії. Менші розміри локомотивів і вагонів дозволяють будувати полегшені мости. Крім того, на вузькоколійках допускаються криві менших радіусів, ніж на звичайних залізницях, що зумовило їх популярність в гірських районах. Так, швидкість руху 15 км/год допускається при радіусах кривих не менше 80 м, швидкість 25 км/год – при радіусах 150 м.

Незважаючи на очевидні переваги, обсяги застосування цього виду залізничного транспорту катастрофічно скорочуються. Так, наприклад, в Закарпатті за часів Австро-Угорщини та Чехословаччини було побудовано 1339 км вузькоколійних залізниць, з яких на сьогодні діючими є 98 км. Наразі вузькоколійні лінії в Карпатському регіоні майже не функціонують: курсує лише приміський поїзд між станціями Іршава та Виноградів у Закарпатті та унікальний Карпатський трамвай на Івано-Франківщині. Недоліками вузькоколійних залізниць є менший габарит і маса перевезених вантажів, низькі швидкості руху. Однак найважливішим недоліком вузькоколійок є те, що вони як правило, не утворюють єдиної мережі [1].

Для визначення технічного стану вузькоколійних залізниць в Львівській і Івано-Франківській областях, було проведено аналіз залізниць, що знаходяться на балансі Хустської дистанції колії регіональної філії «Львівська залізниця» ПАТ «Укрзалізниця». Загальна довжина головної колії – 87,9 км, яка складається з ділянок Берегово-Іршава-Приборжавське (62,2 км), Виноградово-Хмельник (19,8 км) та Іршава-Ільниця (5,9 км). Близько 70 % колії розташовано в кривих ділянках: радіуси яких переважно від 100 до 300 м, з короткими перехідними кривими радіусом 20-40 м.

Потужність верхньої будови колії повинна відповідати її категорії і призначенню, а також умовам експлуатації. В той же час, в колії що розглядалася лежать легкі типи рейок: Р-43, «і», «Ц», Р-24, Р-18, які були вкладені понад сто років тому і на даний час мають великий боковий знос. Швидкість руху на перегоні Берегово-Іршава складає 25 км/год. Швидкість руху на перегоні Виноградово-Хмельник – 15 км/год. На перегоні здійснюється пасажирський рух.

Відновлення і ефективне функціонування гірських залізниць колії 750 мм в Карпатському регіоні України не тільки реально доступне для реалізації, а ще й економічно необхідне для західних регіонів України. Впровадження такого проекту стане не тільки привабливим з точки зору туризму, а й надасть поштовх до розвитку в регіонах таких галузей, як машинобудування, будівництво, енергетика, а також прикордонного співробітництва з Польщею, Румунією, Словаччиною та Угорщиною [2].

В теперішній час Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна формуються пропозиції щодо можливих маршрутів туристичних перевезень, які включають в себе діючі ділянки вузькоколіїних залізниць, ділянки залізниць де демонтовані колії та ділянки, які потрібно побудувати. Ґрунтуючись на результатах цих наукових розробок намічені шляхи відродження мережі вузькоколіїних залізниць (рис. 1), що буде сприяти економічному розвитку й створенню туристичної галузі в регіонах України [3].

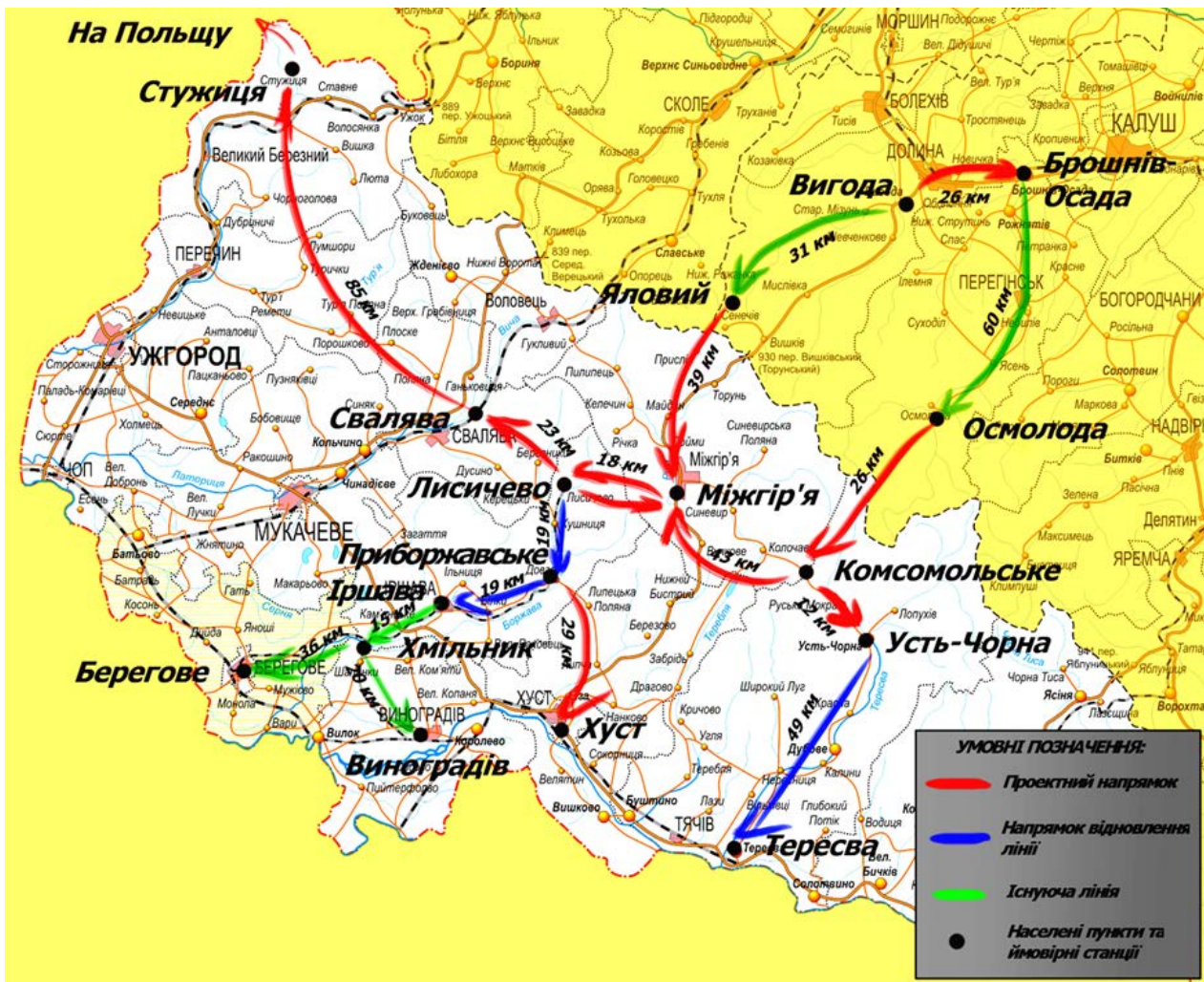


Рис. 1 - Схеми можливих маршрутів туристичних перевезень з використанням вузькоколіїних залізниць

До теперішнього часу залишилось небагато діючих вузькоколіїнок. Здебільшого вони знаходяться в західній Україні. Це Боржавська залізниця на Закарпатті та вузькоколіїна лінія Антонівка – Зарічне. Друга за довжиною існуюча вузькоколіїна залізниця знаходиться в Україні в Рівненській області, від станції Антонівка до станції Заречне, її відс-

тань складає 106 км. Збереглись вузькоколіїнки і в центрі України. Так, у Вінницькій та Кіровоградській областях знаходиться вузькоколіїна залізниця Рудниця – Гайворон – Голованівськ.

На протязі десятків років вузькоколіїним залізницям не приділялась достатня увага. Як правило проводилось тільки поточне утри-

мання колії та одиночна заміна окремих елементів верхньої будови колії. Капітальні ремонти та модернізація вузькоколіюк планами не передбачались і не виконувались, тому виникла гостра потреба у зміні конструктивних елементів верхньої будови цих колій, заміні непридатних дерев'яних шпал на залізобетонні. Так, наприклад, на балансі Хустської дистанції колії знаходиться мережа колій шириною 750 мм загальною довжиною 88 км, в якій непридатних шпал більше 86 тис. шт., що складає 65 % загальної кількості. Через кущову непридатність шпал перегін Іршава – Ільниця закритий для руху поїздів з 1992, а перегін Іршава – Приборжавське – з 2002 року. Останній ремонт цієї колії проводився 40-50 років назад.

У зв'язку з незадовільним технічним станом вузькоколіюних залізниць СП «Дніпровське науково-конструкторське технологічне бюро колійного господарства» філії «НДКТІ» ПАТ «Укрзалізниця», разом з фахівцями Департаменту колії та споруд акціонерного товариства, у 2013 році були розпочаті роботи з розробки та впровадження нових типів проміжних скріплень та підрейкової основи для залізничної колії шириною 750 мм. На першому етапі розроблені, в комплексі, залізобетонні шпали типу Ш-15 і проміжне рейкове скріплення типу ВС-1 для рейок типу Р50. З 2017 року також виконуються дослідження щодо розроблення проміжного скріплення та залізобетонних шпал для верхньої будови колії шириною 750 мм, з рейками типу Р43.

Мета і завдання дослідження

З урахуванням вищевикладеного, метою даної статті є викладення результатів виконаних досліджень щодо визначення можливостей й доцільності застосування створеної конструкції проміжного скріплення для залі-

зобетонних шпал призначених для колії шириною 750 мм, з рейками типу Р43.

Методика досліджень

Дослідження та розробка відповідних рекомендацій виконувалась шляхом аналізу умов експлуатації вузькоколіюних залізниць та проведення відповідних розрахунків і випробувань.

Перспективні конструктивні елементи для вузькоколіюних залізниць

Залізобетонні шпали. Сьогодні найпоширенішими опорними конструкціями для усіх типів рейок колії, що використовуються на залізницях світу та безпосередньо в Україні, є залізобетонні шпали. Жорсткі динамічні навантаження, відчутні температурні перепади, зволоження і висушування, заморожування і відтавання й інші агресивні чинники пред'являють виключно високі вимоги до надійності та довговічності цих виробів. Багатолітня експлуатація попередньо-напружених залізобетонних шпал довела їх високу надійність. Існують ділянки залізниць, на яких попередньо-напружені залізобетонні шпали прослужили більше 40 років і не мали яких-небудь істотних пошкоджень.

У період з жовтня 2013 по липень 2015 років залізобетонні шпали типу Ш-15 пройшли комплекс випробувань (заводські, експлуатаційні, приймальні) та зараз успішно застосовуються замість дерев'яних на вузькоколіюних ділянках колії регіональних філій ПАТ «Укрзалізниця», з рейками типу Р50. Шпала типу Ш-15 [4] виготовляється із попередньо-напруженого залізобетону, армована високоміцним дротом і має трапецієвидну форму, що покращує її роботу під навантаженням в порівнянні з прямокутним паралелепіпедом, як у дерев'яних шпалах. Загальний вигляд шпали типу Ш-15 наведено на рис. 2.

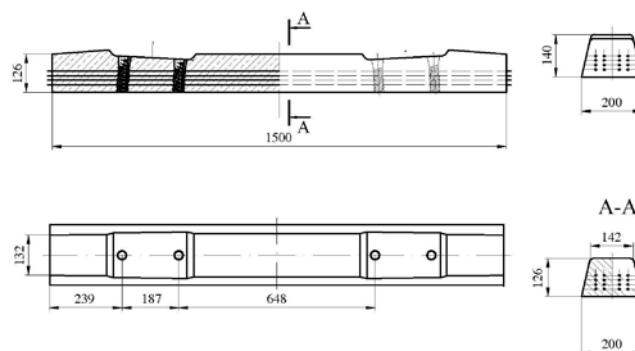


Рис. 2 – Шпала типу Ш-15

Заводські випробування шпал відбулись на їх заводі-виробнику (зараз - філія «Старо-костянтинівський завод залізобетонних шпал» ПАТ «Укрзалізниця»). Під час випробувань приймальною комісією було перевірено цілий ряд параметрів, які на пряму впливають на працездатність та довговіч-

ність шпали. Випробування проводились візуальним, інструментальним та руйнівним способами. Випробування руйнівним способом проводилося за допомогою спеціального пресу, наведеного на рис. 3, у підрейковій зоні та у середньому перерізі шпали.



а)



б)



в)

Рис. 3 – Стендові випробування шпал типу Ш-15 на тріщиностійкість, де: а) – випробування у середньому перерізі; б) – випробування у підрейковій зоні; в) – випробування до появи тріщин

Експлуатаційні та приймальні випробування підтвердили можливість застосування шпал типу Ш-15 на вузькоколіїних залізницях. Шпалу цього типу можливо застосову-

вати на вузькоколіїних коліях не тільки з рейками типу Р50, але і з рейками типу Р43.

Проміжне скріплення типу ВС-1. У складі вузла рейкового скріплення типу ВС-1 (рис.

4) застосовуються клеми типу ВСК-1.1 або ВСК-1.2 [5], прокладка типу ВСП-1 [6], шурупи колійні довжиною 150 мм [7] та шайби двовиткові [8].

Клеми типу ВСК-1 та прокладка типу ВСП-1, аналогічно до шпал типу Ш-15, пройшли заводські, експлуатаційні та приймальні випробування. Відповідно до затверджених програми та методики під час заводських випробувань здійснювався контроль багатьох їх

параметрів, у тому числі перевірка маси та твердості клеми (рис. 5).

Шпали типу Ш-15, на відміну від інших типів магістральних шпал, постачаються разом зі скріпленням. Клема типу ВСК-1 знаходиться у транспортному положенні, а після укладання рейки ставиться у робоче положення та притискається до рейки (рис. 6)

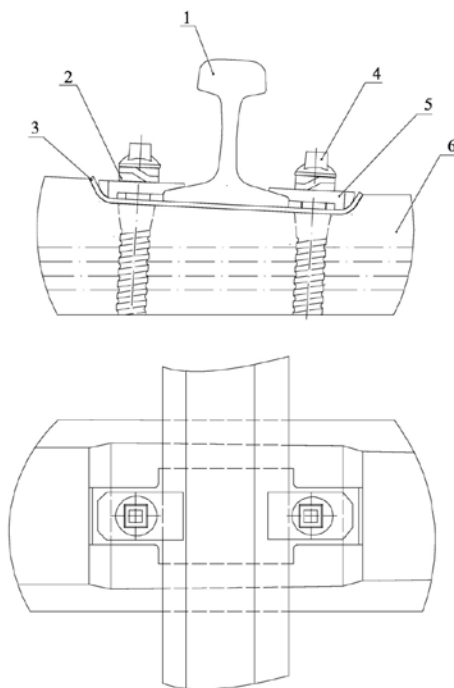


Рис. 4 – Вузол скріплення типу ВС-1,
де: 1 – рейка типу Р50; 2 – шайба двовиткова; 3 – прокладка типу ВСП-1;
4 – шуруп колійний; 5 – клема типу ВСК-1; 6 – шпала типу Ш-15



а)



б)

Рис. 5 – Заводські випробування клем типу ВСК-1,
де: а) - визначення маси клеми;
б) - перевірка твердості клеми

Впровадження рейкових скріплень типу ВС-1, разом з залізобетонними шпалами типу Ш-15, дозволили зменшити витрати на укладання та утримання рейко-шпальної решітки вузькоколіїних залізничних ліній, замість існуючого скріплення Д0 на дерев'яних шпалах [1].

Конструктивні елементи верхньої будови колії, означені на рис. 4 та 6, підтвердили ефективність їх використання і тому були прийняті за основу під час розробки рекомендацій щодо конструкції проміжного рейкового скріплення та залізобетонних шпал для колії шириною 750 мм, з рейками типу Р50.



а)



б)

Рис. 6 – Положення клем типу ВСК-1 на шпалі типу Ш-15,

де: а) - у транспортному положенні; б) - у робочому положенні

Вибір елементів вузла рейкового скріплення для колії шириною 750 мм з рейками типу Р43

Нову конструкцію рейкового скріплення позначено ВС-2 для колії 750 мм з рейками типу Р43 та шпалами типу Ш-15 (ВС – вузькоколіїне скріплення; 2 – тип виробу). Основною відмінністю скріплень типів ВС-1 та ВС-2 є відношення до різних типів рейок Р50 і Р43, відповідно, при цьому однією з головних відмінностей між рейками Р50 та Р43, окрім їх геометричних розмірів, є профіль верхньої частини подошви, а саме: ухил у Р50

– 1:4; Р43 – 1:6. Тому, як наслідок, для скріплення типу ВС-2 неможливо застосовувати клема типу ВСК-1 (ВСК-1.1 або ВСК-1.2) і виникла необхідність розробки конструкції нового типу клем ВСК-2.

Під час розроблення вузла скріплення типу ВС-2 була розглянута можливість застосування у його конструкції серійних виробів, що входять до складу скріплення типу ВС-1.

Відповідно до [9] ширина вузької колії між внутрішніми гранями головок її рейок, на прямих ділянках і кривих радіусом 301 м і більше, повинна становити 750 мм. Ширина колії в кривих менших радіусів повинна бути: при радіусі від 300 до 201 м – 755 мм; при радіусі від 200 до 101 м – 760 мм; при радіусі від 101 м і менше – 764 мм. Відхилення за шириною колії, як в прямих, так і в кривих ділянках колії, на дерев'яних шпалах не повинно перевищувати за поширенням +4 мм і за звуженням – 2 мм, а для колії на залізобетонних шпалах - за поширенням + 6 мм, за звуженням – 4 мм. Отже, нова конструкція вузла скріплення повинна забезпечувати можливість регулювання ширини колії від 750 мм до 765 мм.

Зважаючи на вищезазначене, під час розробки конструкції вузла проміжного скріплення та залізобетонних шпал для колії шириною 750 мм з рейками типу Р43 (далі – скріплення) керувались наступними положеннями: для колії на залізобетонних шпалах норма ширини колії на прямих і кривих при радіусах 301 м і більше повинна складати – 750 мм. В кругових та перехідних кривих, при радіусах від 60 м до 300 м, ширина колії може змінюватися від 750 мм до 765 мм. Максимальна ширина колії прийнята 765 мм, замість 764 мм, з метою зменшення з п'яти до трьох потрібних типів клем, що можливо, враховуючи встановлений допуск за шириною колії для залізобетонних шпал (+ 6; – 4 мм).

Після виконання відповідних розрахунків було визначено, що для забезпечення плавного відводу ширини колії від 750 мм до 765 мм необхідно якнайменше 5 типорозмірів клем типу ВСК-2.2, використання яких дає змогу на вузькоколіїних залізницях укладання рейок типу Р43 на шпалах типу Ш-15, з використанням при цьому серійних виробів: прокладки типу ВСП-1, колійних шурупів довжиною 150 мм та двониткових шайб. Загальний вид клеми типу ВСК-2 наведено на рис. 7.

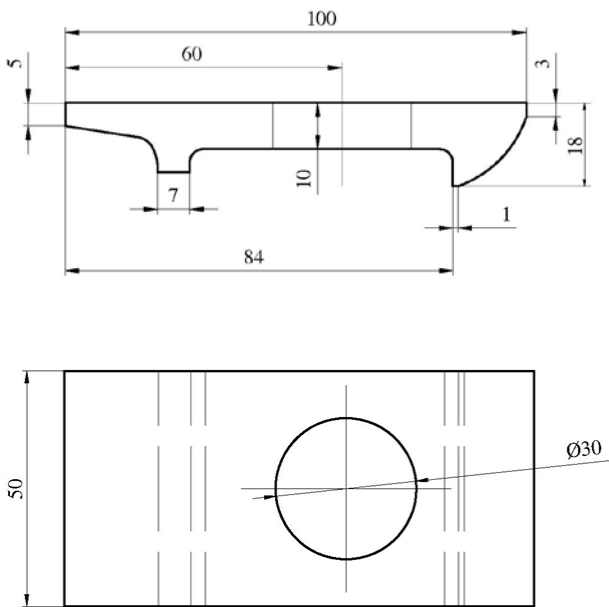


Рис. 7 – Клема типу ВСК-2.2.1

З метою зменшення витрат на виготовлення клем для скріплення типу ВС-2 були розроблені замість п'яти три типи клем, два з яких, типу ВСК-2.1.1 та ВСК-2.1.2, мають два положення А та В (рис. 8).

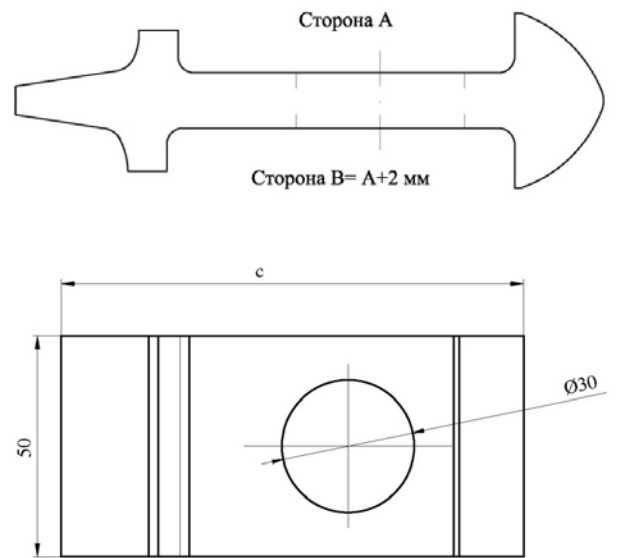


Рис. 8 – Клеми типу ВСК-2.1.1 та ВСК-2.1.2, де: с – довжина клеми, залежно від її типу

Враховуючи серійні вироби та розроблені клеми вузол скріплення типу ВС-2 буде мати вигляд (рис. 9). Плавний відвід ширини колії від 750 до 765 мм (кроком 2-3 мм: 750, 753, 755, 757, 760, 762, 765 мм) забезпечується відповідним розміщенням клем типу ВСК-2.1.1, ВСК-2.1.2 або ВСК-2.2 (рис.10).

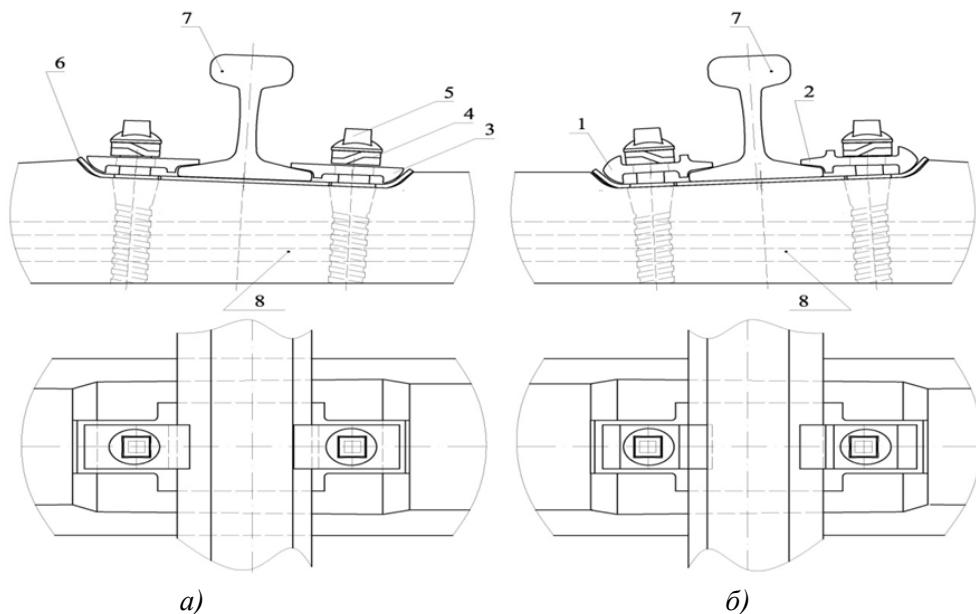


Рис. 9 – Вузол скріплення типу ВС-2,
 де: а) вузол скріплення типу ВС-2 з клемою типу ВСК-2.2;
 б) вузол скріплення типу ВС-2 з клемою типу 2.1.1 або ВСК-2.1.2;
 1 – клема типу ВСК-2.1.1; 2 – клема типу ВСК-2.1.2; 3 – клема типу ВСК-2.2;
 4 – шайба двовиткова; 5 – шуруп колійний; 6 – прокладка типу ВСП-1;
 7 – рейка типу Р43; 8 – шпала типу Ш-15

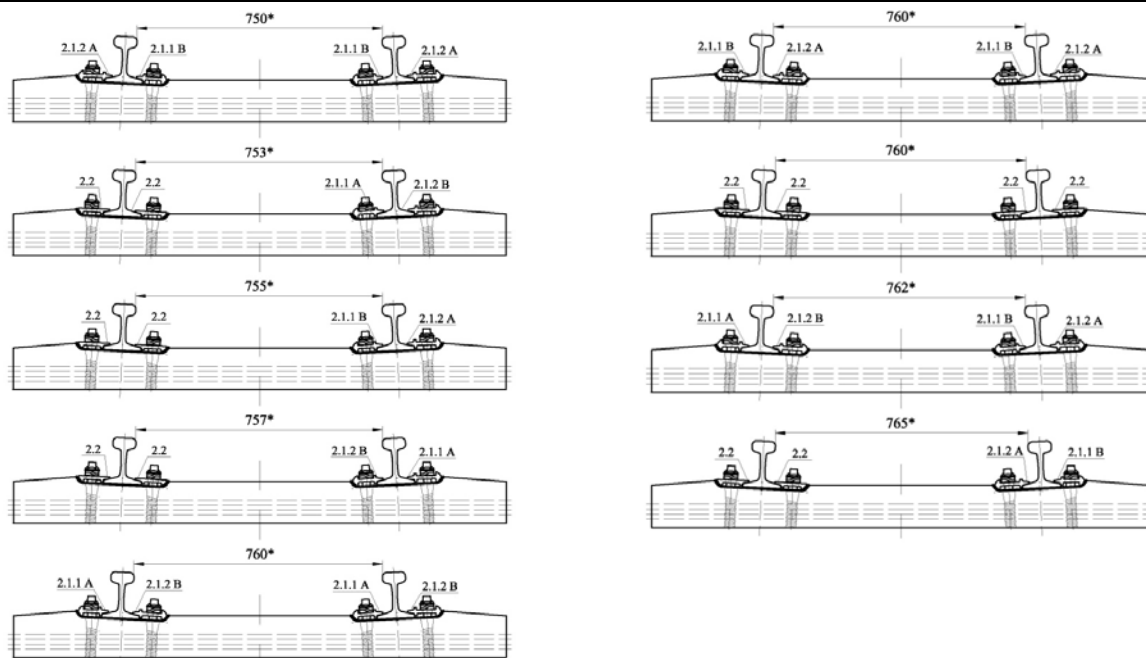


Рис.10 – Встановлення ширини колії в залежності від типу клем ВСК-2.1.1, ВСК-2.1.2 чи ВСК-2.2, що використовуються

На основі проведених досліджень та розрахунків визначені основні вимоги та рекомендації щодо конструкції верхньої будови колії для вузькоколіїних залізниць з рейками типу Р43, а саме:

1. Для забезпечення надійності та довговічності, у якості підрейкової основи раціонально застосовувати замість дерев'яних шпал залізобетонні типу Ш-15.

2. За своїми геометричними параметрами залізобетонні шпали типу Ш-15 доцільно використовувати з проміжним скріпленням типу ВС-2.

3. Проміжне шурупно-дюбильне скріплення типу ВС-2 має просту конструкцію з мінімальною кількістю деталей та матеріалоемністю. До його складу входять клеми типу ВСК-2 (ВСК-2.1.1, ВСК-2.1.2 ВСК-2.2) та серійні вироби – прокладки типу ВСП-1, шурупи колійні довжиною 150 мм, шайби двониткові.

4. Плавний відвід ширини колії від 750 до 765 мм (кроком 2-3 мм) забезпечується використанням відповідних клем.

Висновки

1. В умовах Європейської інтеграції та відновлення економіки України розвиток залізничного транспорту заслуговує на особливій увазі, у тому числі і дільниці вузької колії. Для покращення їх технічного стану, підвищення безпеки руху поїздів, зниження обсягів робіт з поточного утримання необхідно застосовувати нові конструктивні елементи верхньої будови колії.

2. Аналіз технічного стану й умов експлуатації вузькоколіїних залізниць показує, що колії шириною 750 мм з рейками типу Р43 на дерев'яних шпалах потребують їх заміни на залізобетонні шпали, з застосуванням нового проміжного скріплення.

3. За результатами досліджень та розрахунків для колії шириною 750 мм з рейками типу Р43 розроблена нова конструкція вузла проміжного рейкового скріплення типу ВС-2, яка за своїми геометричними параметрами може застосовуватись з залізобетонними шпалами типу Ш-15.

4. Існує можливість регулювання ширини залізничної колії у межах від 750 мм до 765 мм за рахунок застосування у вузлі скріплення типу ВС-2 трьох типів клем: ВСК-2.1.1, ВСК-2.1.2 та ВСК-2.2, як у прямих ділянках колії, так і у кривих радіусом $R \geq 60$ м.

5. Для оцінки експлуатаційної працездатності та визначення економічного ефекту від провадження проміжних скріплень типу ВС-2, з залізобетонними шпалами типу Ш-15, необхідно виконати повний комплекс випробувань відповідно до вимог діючого стандарту [10], за результатами яких може бути встановлена очікувана ефективність застосування нової конструкції вузла проміжного скріплення та залізобетонних шпал на коліях шириною 750 мм з рейками типу Р43.

Література

1. Смирнов М. П. Устройство и содержание пути узкой колеи (750 мм) / М. П. Смир-

нов, П. В. Глотов, Г. Е. Скородумов, В. Ф. Яковлев. – М.: Транспорт, 1975. – С. 3–4, 36–37.

2. Пшінько О. М. Перспективи розвитку залізничного туризму в Україні / О. М. Пшінько, Р. В. Вернигора, Р. Г. Коробйова // Українські залізниці, № 12 (18), 2014. – С. 38–42.

3. Курган М. Б. Створення мережі вузькоколієних залізниць у Закарпатті / М. Б. Курган, О. Ф. Лужицький // Українська залізниця, № 3 (33), 2016. – С. 62–66.

4. ТУ У 23.6-30268559-299:2015 Шпала залізобетонна попередньо напружена типу Ш-15 колії 750 мм для рейок типу Р50. Технічні умови. Дніпропетровськ: ДП «НКТБКГ Укрзалізниця». – С. 5–9.

5. ТУ У 23.6-30268559-300:2015 Клема жорстка типу ВСК-1. Технічні умови. Дніпропетровськ: ДП «НКТБКГ Укрзалізниця». – С. 5–7.

6. ТУ У 23.6-30268559-301:2015 Прокладка підрейкова типу ВСП-1 скріплення типу ВС-1. Технічні умови. Дніпропетровськ: ДП «НКТБКГ Укрзалізниця». – С. 5–7.

7. Шурупы путевые. Технические условия (ГОСТ 809-2014, ИДТ: ДСТУ ГОСТ 809:2017. – [Чинний від 01.07.17]. – К.: Держспоживстандарт України, 2017. – С. 2–7. – (Нац. Стандарт України).

8. Шайбы пружинные двухвитковые для железнодорожного пути. Технические условия (ГОСТ 21797-2014, ИДТ: ДСТУ ГОСТ 21797-2015. – [Чинний від 01.07.17]. – К.: Держспоживстандарт України, 2017. – С. 2–7 – (Нац. Стандарт України).

9. Тимчасова інструкція з експлуатації дільниць з шириною колії 750 мм на залізницях України К.: 2012. – С. 4–5.

10. Порядок розроблення та поставлення продукції на виробництво для потреб залізничного транспорту в системі Міністерства транспорту України: ГСТУ 32.0.08.001-97. – [Чинний від 10.05.99]. – К.: Галуzeвий стандарт України, 1997. – С. 6–11, 22–48.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Демченко Сергій Миколайович,
начальник Структурного підрозділу
«Дніпровське науково-конструкторське
технологічне бюро колійного господарства»
філії «Науково-дослідний та конструкторсь-
ко-технологічний інститут залізничного
транспорту» АТ «Укрзалізниця».
Вул. Князя Володимира Великого, 17,
м. Дніпро, Україна, 49000.
Тел.: +38 056 790 19 37.
E-mail: dnktb.ndkti@gmail.com.

Курган Антон Миколайович,
заступник начальника Структурного підроз-
ділу «Дніпропетровське науково-
конструкторське технологічне бюро колійно-
го господарства» філії «Науково-дослідний
та конструкторсько-технологічний інститут
залізничного транспорту»
АТ «Укрзалізниця».
Вул. Князя Володимира Великого, 17,
м. Дніпро, Україна, 49000.
Тел.: +38 056 790 19 34.
E-mail: dnktb.zam@gmail.com.

РЕКЛАМА В ЖУРНАЛІ «ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ УКРАЇНИ»

**З питань розміщення реклами в науково-практичному журналі
«Залізничний транспорт України»,
який видається філією «Науково-дослідний та конструкторсько-
технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця»
звертайтеся на ім'я директора філії за адресою: 03038, м. Київ, вул. І. Фе-
дорова, 39 або в редакцію журналу за телефоном +38 (044) 309-68-93 чи на
електронну пошту журналу: ztu1520mm@gmail.com.**