

УДК 625.151

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-139-2-38-48

Канд. техн. наук Мойсеєнко К. В.

ПРИВЕДЕНІ ВЕРТИКАЛЬНІ ЖОРСТКОСТІ КОЛІЇ В МЕЖАХ СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ НА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БРУСАХ (ПРЯМИЙ НАПРЯМОК), РОЗРАХОВАНІ ЗА ДАНИМИ НАТУРНИХ І ЛАБОРАТОРНИХ ВИПРОБУВАНЬ

Ключові слова: залізнична колія, стрілочний перевід, залізобетонні бруси, приведена вертикальна жорсткість, натурні випробування.

Вступ

Сучасна обчислювальна техніка дозволяє порівняно легко застосовувати для дослідження взаємодії залізничної колії та рухомого складу в межах стрілочного переходу дуже деталізовані математичні моделі, результати розрахунку за якими можуть бути максимально близькими до натурних випробувань. Це дає змогу реалізувати в моделі екіпажа, який прямує стрілочним переходом, зумовлені конструкцією переходу [1, 2] жорсткості колії, різні для контррейкової і хрестовинної ниток та змінні по довжині переходу, але створює проблему отримання необхідних вихідних даних у тому вигляді, який відповідає моделі.

Цілком природно, що, з огляду на конструкцію стрілочного переходу на залізобетонних брусах або плитах, найчастіше його моделюють у вигляді двох мас (верхня – рейковий елемент, нижня – залізобетонна основа) та з'єднувальних елементів і гасників коливань між ними й нерухомою основою (рис. 1). Зазвичай застосовують дискретну модель колії з параметрами, приведеними до кожного колеса екіпажа [1, 3-5].

Теоретичну методику визначення жорсткості колії по довжині стрілочного переходу з урахуванням особливостей його конструкції за умови однакової та незмінної по довжині переходу жорсткості основи під брусами запропонував професор Е. І. Даниленко [6]. У цій статті наведено методику й результати розрахунку приведених вертикальних

жорсткостей проміжного скріплення та баласту із земляним полотном по довжині стрілочного переходу на залізобетонних брусах, з використанням даних натурних і лабораторних випробувань.

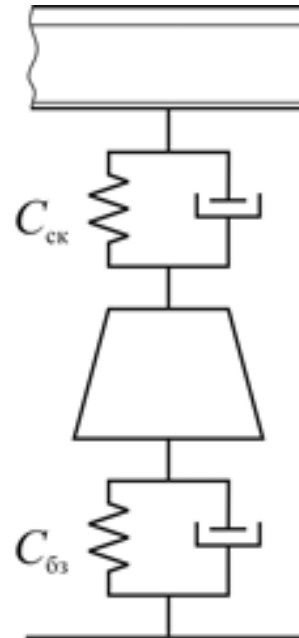


Рис. 1 – Модель колії в межах стрілочного переходу на залізобетонних брусах

Метою статті є запровадження в науковий обіг властивих стрілочному переходу на залізобетонних брусах вертикальних жорсткостей колії, які є різними для контррейкової та хрестовинної ниток і змінні по довжині переходу. Жорсткості приведені до колеса екіпажа й розраховані з використанням даних натурних і лабораторних випробувань.

Методика розрахунку приведених жорсткостей колії в межах стрілочного переходу на залізобетонних брусах

Приведені статичні вертикальні жорсткості скріплення ($C_{ск,i}$) і баласту із земляним полотном ($C_{бз,i}$) для контррейкової або хрестовинної нитки в перерізі, що проходить через вісь i -го бруса, визначимо за такими залежностями:

$$C_{ск,i} = k_i \cdot C_{ск,i}^{оп}, \quad C_{бз,i} = k_i \cdot C_{бз,i}^{оп}, \quad (1)$$

де: k_i – коефіцієнт, який вказує, у скільки разів статична жорсткість рейкової нитки, визначена по осі i -го бруса шляхом натурно-

го вимірювання, відрізняється від жорсткості одиночної опори під нею (i -го бруса);

$C_{ск,i}^{оп}$ – статична жорсткість вузла скріплення одиночної опори;

$C_{бз,i}^{оп}$ – статична жорсткість баласту із земляним полотном під i -м брусом.

Прийmemo, що значення жорсткості між брусами змінюються за лінійним законом.

Коефіцієнт (k_i) розраховуємо за формулою

$$k_i = \frac{\beta_i}{C_i^{оп}}, \quad (2)$$

де: β_i – жорсткість рейкової нитки на i -му брусі, отримана натурним вимірюванням;

$C_i^{оп}$ – жорсткість одиночної опори.

Жорсткість i -ї одиночної опори за відомим виразом дорівнює:

$$C_i^{оп} = \frac{U_i(l_i + l_{i+1})}{2}, \quad (3)$$

де: U_i – модуль пружності суцільної основи під металевими частинами стрілочного переводу, розрахований у місці розташування i -го бруса (металеві частини розглядаються як балка нескінченної довжини, укладена на рівнопружну основу);

l_i, l_{i+1} – відстані між i -м брусом та сусідніми, приймається за схемою розкладання брусів.

Згідно з дослідженням жорсткості стрілочного переводу на залізобетонних брусах [7] модуль пружності в місці розташування i -го бруса можна розрахувати за такою залежністю:

$$U_i = \sqrt[3]{\frac{\beta_i^4}{64E\alpha_i I_i}}, \quad (4)$$

де: E – модуль пружності рейкової сталі;

α_i – коефіцієнт, який враховує, наскільки неавантажені рейкові нитки впливають на жорсткість авантажених на i -му брусі і може змінюватися від 1 до 2 [7];

I_i – момент інерції металевих частин переводу (рамна рейка, рамна рейка з гостряком, хрестовина, колійна рейка з контррейкою) відносно горизонтальної осі на i -му брусі.

Щодо приведенного моменту інерції металевих частин ($\alpha_i I_i$) стрілочного переводу прийнято такі припущення: моменти інерції хрестовини та гостряка постійні по довжині; момент інерції хрестовини дорівнює подвійному моменту інерції рейки; на ділянці хрестовинної нитки між коренем гостряка й хрестовиною момент інерції дорівнює подвійному моменту рейки; на ділянці контррейкової нитки між коренем гостряка й контррейкою момент змінюється за лінійним законом – від подвійного моменту рейки в корені до моменту контррейки з рейкою; від заднього кінця хрестовини та від кінця контррейки до кінця переводу момент зменшується до моменту рейки за лінійним законом.

Для i -ї одиночної опори співвідношення її жорсткості та складових виразимо через відому формулу загальної жорсткості двох послідовно з'єднаних пружних елементів:

$$\frac{1}{C_i^{оп}} = \frac{1}{C_{ск,i}^{оп}} + \frac{1}{C_{бз,i}^{оп}}. \quad (5)$$

Жорсткість вузла скріплення ($C_{ск,i}^{оп}$) для ділянок стрілочного переводу, на яких застосовувалося звичайне скріплення типу КБ з двома прокладками, прийmemo за даними лабораторних досліджень.

Жорсткість вузла скріплення з однією прокладкою для i -ї одиночної опори визначимо за відомим виразом (підкладка працює як штамп)

$$C_{ск,i}^{оп} = \varpi_i \cdot C, \quad (6)$$

де: ϖ_i – площа спеціальної стрілочної підкладки на i -му брусі;

C – коефіцієнт постелі прокладки (сила, яка викликає одиничну деформацію одиниці площі прокладки) визначається лабораторним шляхом.

Після цього, знаючи загальну жорсткість і жорсткість вузла скріплення одиночної опори, отримаємо жорсткість основи під i -м брусом ($C_{бз,i}^{оп}$):

$$C_{бз,i}^{оп} = \frac{C_i^{оп} \cdot C_{ск,i}^{оп}}{C_{ск,i}^{оп} - C_i^{оп}}. \quad (7)$$

Вихідні дані

Натурні вимірювання вертикальної жорсткості стрілочних переводів на залізобетонних брусах, придатні для отримання детальних вертикальних приведених жорсткостей проміжного скріплення та баласту із земляним полотном по довжині стрілочного переводу, були виконані кафедрою «Колія та колійне господарство» та Колієвипробувальною галузевою науково-дослідною лабораторією Дніпропетровського інституту інженерів залізничного транспорту (ДІІТ) у першій половині 70-х років під час натурних випробувань на міцність дослідних звичайних одиночних стрілочних переводів на залізобетонних брусах марки 1/11 типу Р65 з підхилом

металевих частин і типу Р50 без підхилу [7, 8].

Перевід типу Р65 був укладений у колію 1970 або 1971 року, конструкція його металевих частин аналогічна металевим частинам переводу марки 1/11 типу Р65 з підхилом, що укладався на дерев'яних брусах [9, 10]. Перевід типу Р50 укладено 1975 року, його металеві частини були подібні до металевих частин серійного стрілочного переводу типу Р50 марки 1/11 на дерев'яних брусах колії 1520 мм [8, 9]. Характеристики обох переводів, відповідно до даних дослідження та довідників [8, 9, 11-13], наведено в таблиці 1.

Табл. 1 – Характеристики дослідних переводів

Характеристика	Стрілочний перевід типу	
	Р65	Р50
Ширина колії, мм	1 520	
Практична довжина, мм	34 483	33 525
Теоретична довжина, мм	28 048	26 902
Довжина переднього вильоту рамної рейки, мм	2 765	4 323
Початковий кут гостряка	0° 39' 11,83"	0° 40' 51,50"
Радіуси, мм: гостряка перевідної кривої	400 000*, 300 990 300 990	297 259 297 259
Гостряк: довжина, мм конструкція	12 500 Зі спеціального гострякового профілю, гнучкий	6 515 Зі спеціального гострякового профілю, жорсткий
Хрестовина: довжина, мм конструкція	6 832 Суцільнолита, без лафета	4 950 Збірна типу спільного відливка осердя з найбільш зношуваною частиною вусовика, без лафета
Довжина контррейки, мм	6 660	4 050

* – до перерізу головки гостряка 75 мм.

Відповідно до наявних даних [8, 10, 11], обидва комплекти залізобетонних брусів склалися з 81 бруса: для переводу типу Р65 довжиною від 2,75 м до 5,25 м, для переводу типу Р50 – від 2,75 м до 5,5 м. Бруси поперечно напружені, постійного трапецієподібного перерізу, висотою та шириною зверху 230 мм, шириною знизу 320 мм. На верхній постелі брусів зроблено виїмки для розташування в них підкладок і передач горизонтальних

зусиль на бетон. Бруси розташовані симетрично відносно бісектриси кута переводу. Епюри розкладання брусів наведено на рисунку 2.

Металеві частини стрілочних переводів кріпилися до брусів за допомогою проміжного роздільного скріплення із закладними болтами та гумовими рифленими прокладками:

а) у передньому вильоті, з'єднувальній частині між хрестовиною та стрілкою, за хрес-

товиною й контррейкою – типу КБ з прокладками між підкладкою та брусом і рейкою та підкладкою;

б) у межах гострияка та на певній відстані за його коренем, під хрестовиною та на деякій відстані до та після неї, а також у межах контррейки – особливої конструкції, до складу якого входили спеціальні стрілочні підкладки, суттєво довші, ніж звичайні підкладки КБ-65 чи КБ-50, жорсткі клемі КС-1 (судячи зі світлин та рисунків, наведених у роботах [9, 10, 14]) та упорки різного типу. Прокладка між рейковим елементом і підкладкою відсутня, є лише прокладка між підкладкою та брусом.

На переводі типу Р65 товщина прокладок між підкладкою та брусом і рейкою та підкладкою становила 6 мм [14], на переводі типу Р50: між підкладкою та брусом – 14 мм, рейкою та підкладкою – 6 мм [8]. Переводи були укладені на щебеневий баласт з піщаною подушкою, загальна товщина якої для переводу типу Р65 становила 60...70 см [8, 14].

Жорсткість переводів у натурних умовах було визначено влітку за методикою ДШТу, характерними рисами якої є: використання спеціальної вимірювальної системи з базисними точками електропрогиномірів, розташованими за межами баластної призми на відстані 1...1,5 м від рейки; застосування оригінального гідравлічного обладнання, змонтованого на базі критого чотиривісного вагона; запис результату вимірювання за допомогою двокоординатного самописа у вигляді графічної залежності вертикального переміщення рейки від сили. Під час вимірювання до рейкового елемента прикладалося статичне вертикальне навантаження величиною 140...160 кН у перерізах по осі бруса. Якісний аналіз отриманих залежностей $y=f(P)$ для переводу типу Р65 дозволив авторам апроксимувати їх чотирма прямолінійними ділянками в діапазонах навантажень 0...40 кН, 40...80 кН, 80...120 кН та 120...160 кН, для переводу типу Р50 – двома: 0...60 кН та 60...160 кН. На їхню думку, для досліджень взаємодії колії та рухомого складу найбільше підходять дані, отримані в діапазоні навантажень 80...120 кН [7, 8].

На рисунку 2 наведено результати визначення вертикальної жорсткості рейкових елементів обох переводів по прямому напрямку в діапазоні навантажень 80...120 кН для переводу типу Р65 і 60...160 кН – типу Р50.

По переводу типу Р65 на момент вимірювання було пропущено майже 60 млн т вантажу [7], визначення жорсткості переводу типу Р50 виконано не пізніше ніж через 3 місяці після його укладання [8]. У звіті про виконані дослідження [8] не наведено станцію, на якій був укладений перевід, але мало ймовірно, щоб дослідну конструкцію розмістили на вантажонапруженій ділянці. Тому вважати, що процес стабілізації баласту на переводі типу Р50 за 3 місяці ще не завершився і він перебуває в неущільненому стані, – цілком правомірно. Дані по переводу типу Р65 були опубліковані в роботі [7], а по переводу типу Р50, на жаль, повністю раніше не публікувалися.

Вертикальна пружність гумових прокладок і скріплень, до складу яких вони входять, нелінійно залежить від навантаження, яке передається від рейки, і монтажних зусиль від клемних і закладних болтів (наочніше це спостерігається зі збільшенням товщини прокладок) [15-17]. Монтажне зусилля на один вузол скріплення залізобетонної шпали становить 15...20 кН [15, 18], це відповідає крутному моменту клемних і закладних болтів приблизно 120 Нм [19]. Зазвичай за розрахунковий приймається діапазон навантажень 40...80 кН (з урахуванням монтажних зусиль діапазон сил, у якому потрібно визначити жорсткість прокладок, дорівнюватиме 60...100 кН), це узгоджується з навантаженням, яке сприймає одиночна шпала від рухомого складу, а нелінійність залежності жорсткості від навантаження в цьому інтервалі – найменша [15, 16]. Слід наголосити, що таке навантаження на одиночну шпалу цілком корелює з розрахунковим діапазоном навантаження 80...120 кН (60...160 кН) на рейку, при якому визначалася жорсткість переводу.

Коефіцієнти постелі прокладок і жорсткості скріплень, залежно від товщини прокладок, визначені за даними лабораторних досліджень [15-17, 20] та наведені в таблиці 2. У більшості випадків коефіцієнт постелі прокладки розраховано шляхом ділення жорсткості прокладки відповідної товщини на її площу, а жорсткість скріплення – як загальну жорсткість двох послідовно з'єднаних пружних елементів, аналогічно наведені залежності (5). Під час розрахунків використовувалися середні значення жорсткостей.

Розміри спеціальних стрілочних підкладок обох дослідних переводів у літературі

ІНФРАСТРУКТУРА

знайти не вдалося. Для їх визначення скористаємося тим, що конструкція металевих частин переводів на залізобетонних брусах аналогічна конструкції металевих частин відповідних переводів на дерев'яних брусах, які виготовляли на той час серійно.

Довжини спеціальних підкладок залежать від місця укладання, конструкції та розмірів скріплення, за допомогою якого металеві частини переводу прикріплюються до підкладки, відстані між рейками (робочими гранями осердя хрестовини) та (або) ширини жолобів між вусовиком і осердям хрестовини (контр-

рейкою та колійною рейкою), розмірів закладного болта з гайкою, ізоляційної втулки та шайб скріплення типу КБ. У цій статті прийнято, що за коренем гостряка, перед хрестовиною і після неї спеціальні підкладки укладаються до тих пір, поки відстань між рейками прямої та бокової колії стане достатньою для укладання окремих підкладок типу КБ, а ширина шару бетону між їх краями становитиме 80 мм і більше. Довжини спеціальних підкладок під гостряком та за його коренем прийняті однаковими для обох рейкових ниток.

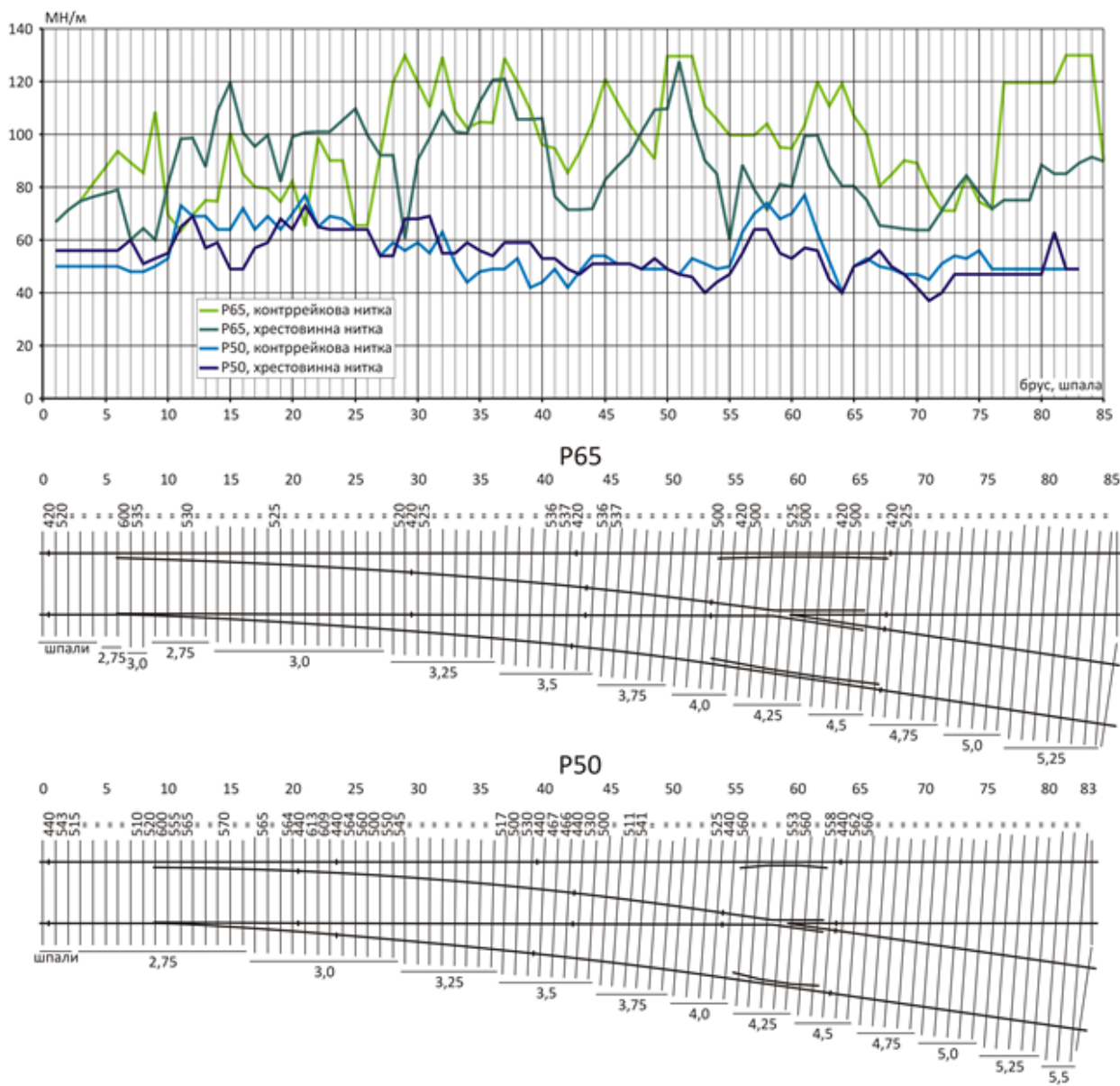


Рис.2 – Вертикальна жорсткість дослідних стрілочних переводів типів P50 і P65 на залізобетонних брусах (прямий напрямок)

Табл. 2 – Коефіцієнти постелі прокладок і жорсткості скріплення типу КБ з прокладками різної товщини

Показник	Величина за джерелом			
	[15]	[16]	[17]	[20]
Коефіцієнт постелі прокладки товщиною 6 мм, МН/м ³	5600	–	6500	7300
Коефіцієнт постелі прокладки товщиною 14 мм, МН/м ³	2300	–	3000	1700
Жорсткість скріплення з прокладками товщиною 6 мм, МН/м	103	–	125	–
Жорсткість скріплення з нашпальною прокладкою товщиною 14 мм, підрейковою – 6 мм, МН/м	68	102	91	–

Параметри, від яких залежить довжина підкладки, прийнято на підставі рисунків та світлин, наведених у роботах [9, 10, 14, 21], натурних вимірів (хрестовина типу Р50 марки 1/11, виготовлена в 1981 році) або визначено за загальновідомими формулами розрахунку одиночного звичайного стрілочного переводу. Розміри закладного болта з гайкою, ізоляційної втулки та шайб скріплення типу КБ запозичено з довідника [22]. Як приклад, на рисунку 3 наведено схему, яка використовувалася для визначення довжини спеціальної стрілочної підкладки, розташованої на 6-му брусі переводу типу Р65 (за основу взято рисунок 33 з роботи професора С. В. Амеліна [21]).

Мінімальні довжини підкладок розраховано для кожного бруса, межі отриманих величин залежно від частини переводу та номери брусів, на яких їх укладено, наведено в таблиці 3.

Ширина спеціальних стрілочних підкладок, розташованих під гостряком, для переводу типу Р65 становить 200 мм [21], типу Р50 – 180 мм [9]; решти спеціальних підкладок для обох переводів – 180 мм [9].

Моменти інерції металевих частин переводів відносно горизонтальної осі наведено в таблиці 4. Моменти інерції рейки, гостряка, контррейки спеціального профілю взято з довідника [12].

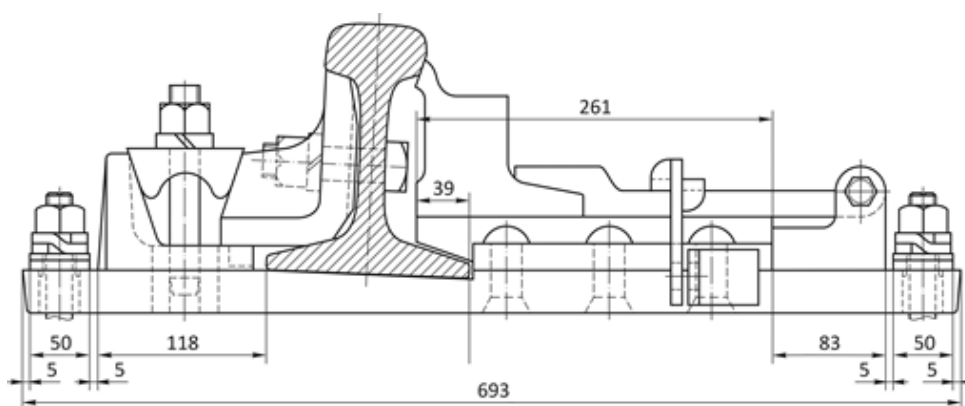


Рис. 3 – Приклад визначення довжини спеціальної стрілочної підкладки

Табл. 3 – Мінімальні довжини спеціальних стрілочних підкладок

Частина переводу	Стрілочний перевід типу			
	Р50		Р65	
	Номери брусів	Довжина, мм	Номери брусів	Довжина, мм
Гостряк та ділянка за його коренем	9-33	548-810	6-32	610-800
Хрестовина з прилеглими ділянками	52-70	470-814	52-71	680-809
Контррейка з колійною рейкою	56-62	440-481	53-67	467-533

Табл. 4 – Моменти інерції металевих частин переводів

Частина переводу	Момент інерції відносно горизонтальної осі, см^4 , для переводу типу	
	P50	P65
Рейка, рамна рейка	2 018	3 548
Гостряк з рамною рейкою	3 026	5 560
Контррейка з колійною рейкою	3 448	5 876

Результати розрахунків

Жорсткості скріплення та коефіцієнти постелі прокладок описуються не конкретними величинами, а певними інтервалами (див. табл. 2), тому приведені вертикальні жорсткості колії в межах обох дослідних стрілочних переводів отримано у вигляді функцій від довжини переводу, які характеризують мінімальні та максимальні значення жорсткостей.

Аналіз формул (1)–(7) дає підстави стверджувати, що максимальні значення приведеної жорсткості скріплення відповідають най-

більшим значенням жорсткості вузла скріплення й коефіцієнта постелі прокладки, мінімальні – найменшим. Для приведеної жорсткості баласту із земляним полотном під стрілочними переводами навпаки: найбільші значення отримуємо за найменших величин жорсткостей вузла скріплення і коефіцієнта постелі прокладки, найменші – за найбільших.

Результати розрахунків для дослідних переводів наведено на рисунках 4 і 5.

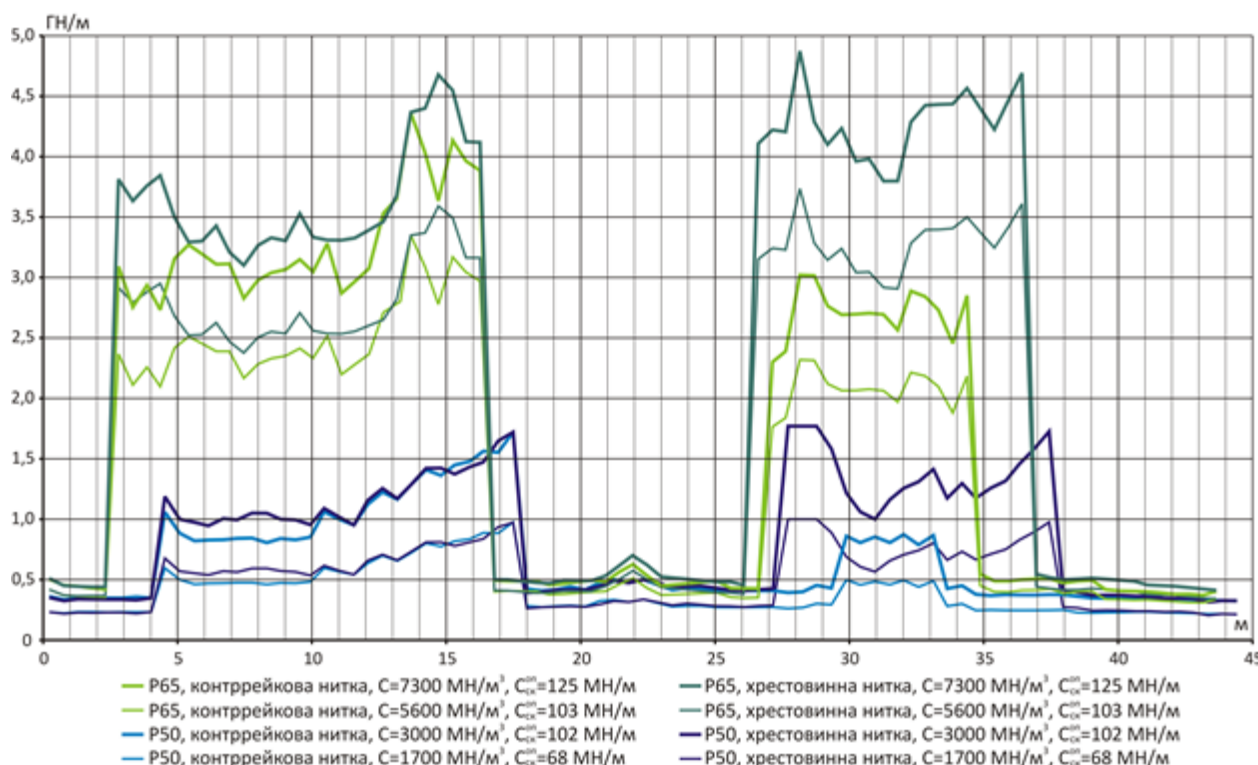


Рис. 4 – Приведені вертикальні жорсткості скріплення дослідних стрілочних переводів типів P50 і P65 на залізобетонних брусах (прямий напрямок)

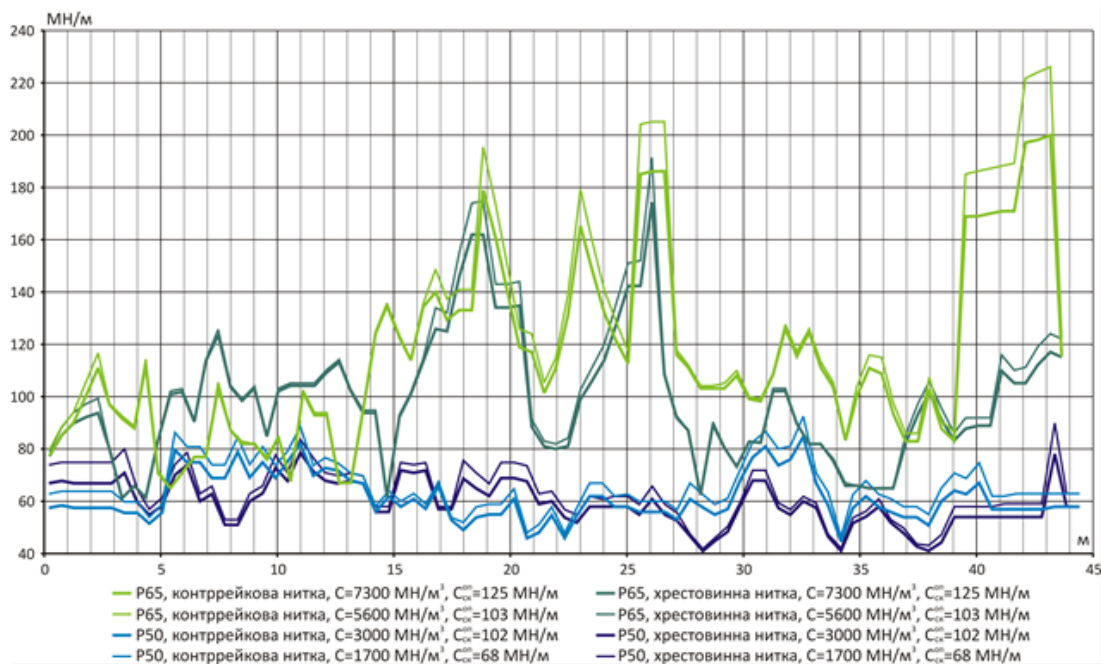


Рис. 5 – Приведені вертикальні жорсткості баласту із земляним полотном під дослідними стрілочними переводами типів P50 і P65 на залізобетонних брусах (прямий напрямок)

Ці дані підтверджують загальновідомі положення, що для стрілочного переводу на залізобетонних брусах приведена жорсткість скріплення залежить від жорсткості прокладок, а приведена жорсткість баласту із земляним полотном прямо пропорційна ступеню ущільнення баласту. Також одержані результати свідчать про те, що для стрілочного переводу на залізобетонних брусах величини приведеної жорсткості скріплення суттєво відрізняються на ділянках переводу, на яких застосовується звичайне проміжне скріплення та укладені спеціальні стрілочні підкладки. Ця різниця прямо пропорційна жорсткості прокладок.

Зважаючи на відсутність натурних даних щодо жорсткості сучасних серійних стрілочних переводів на залізобетонних брусах у достатньому для нашого дослідження обсязі та враховуючи отримані результати, спрогнозуємо межі приведених статичних вертикальних жорсткостей скріплення та баласту із земляним полотном по прямому напрямку для найпопулярнішого на залізницях України серійного переводу типу P65 марки 1/11 на залізобетонних брусах – проекту 1740 та його аналогів.

У розрахунках використано залежності жорсткості рейкових елементів від довжини стрілочних переводів, наведені на рисунку 2. Для одержання максимальних значень задія-

но дані, характерні для переводу типу P65, мінімальних – типу P50. У разі незбігу розташування брусів переводу проекту 1740 і дослідних переводів необхідні дані одержано шляхом лінійної інтерполяції. Відстань між брусами прийнято згідно з інструкцією ЦП-0269 [23]. Відповідно до вимог стандарту ДСТУ 2805-94 [24] на залізобетонні бруси сучасних стрілочних переводів укладають рифлені гумові прокладки товщиною 10 мм, під рейку – товщиною 7 мм. За браком сучасних надійних даних для розрахунків прийнято, що коефіцієнт постелі прокладки товщиною 10 мм становить 1700...7300 MN/m³, а скріплення КБ з прокладками товщиною 10 мм і 7 мм – 68...125 MN/m. Розміри підкладок надано АТ «Дніпропетровський стрілочний завод».

Максимальні значення приведеної жорсткості скріплення для переводу проекту 1740 одержано за умови $C=7300$ MN/m³ і $C_{ск,i}^{оп}=125$ MN/m, мінімальні – при $C=1700$ MN/m³ і $C_{ск,i}^{оп}=68$ MN/m. Максимальні значення приведеної жорсткості баласту із земляним полотном – за умови $C=1700$ MN/m³ і $C_{ск,i}^{оп}=68$ MN/m, мінімальні – $C=7300$ MN/m³ і $C_{ск,i}^{оп}=125$ MN/m.

Отримані результати наведено на рисунках 6 і 7.

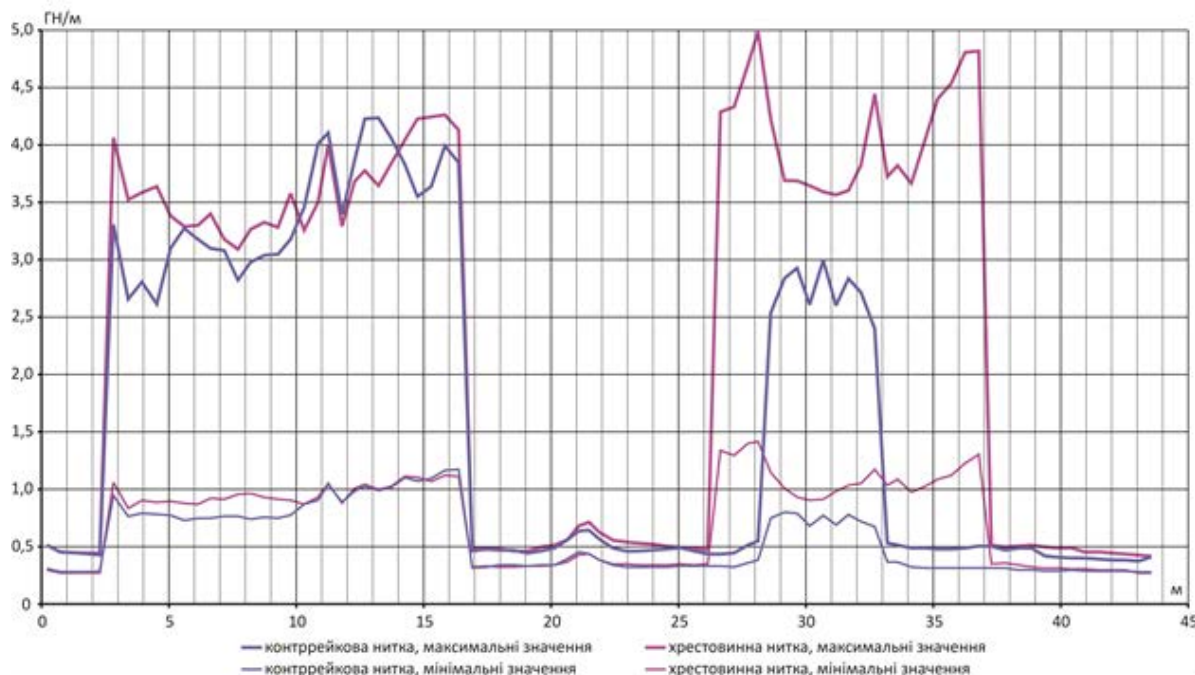


Рис. 6 – Межі приведених вертикальних жорсткостей скріплення стрілочного переводу типу Р65, проєкту 1740 на залізобетонних брусах (прямий напрямок)

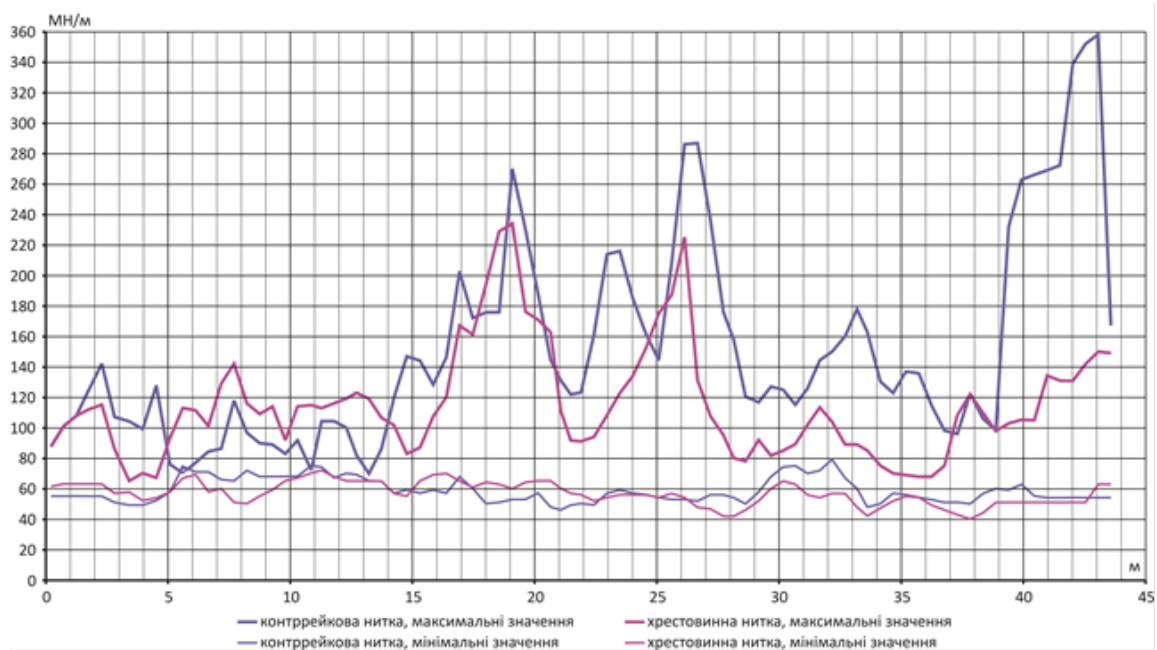


Рис. 7 – Межі приведених вертикальних жорсткостей баласту із земляним полотном під стрілочним переводом типу Р65, проєкту 1740 на залізобетонних брусах (прямий напрямок)

Висновок

Наведені в цій роботі методика розрахунку й дані натурних вимірювань вертикальної жорсткості стрілочних переводів на залізобетонних брусах та результати лабораторних випробувань скріплення дозволяють детально розраховувати вертикальні приведені жо-

рсткості скріплення і баласту із земляним полотном стрілочних переводів на залізобетонних брусах, змінні по його довжині та різні для контррейкової та хрестовинної ниток. Використання цих даних сприятиме наближенню результатів теоретичних досліджень взаємодії колії й рухомого складу в межах

стрілочного переводу до результатів відповідних натурних випробувань.

Література

1. Фришман М. А. Выбор расчетной схемы для определения вертикальных сил при движении экипажа по стрелочному переводу / М. А. Фришман, Р. С. Липовский, В. П. Гнатенко, Н. П. Кущенко // Исследования взаимодействия пути и подвижного состава. Труды Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта. – 1975. – Вып. 167/16. – С. 25-30.

2. Вериго М. Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава / М. Ф. Вериго, А. Я. Коган; под ред. М. Ф. Вериго. – Москва: Транспорт, 1986. – 559 с.

3. Орловский А. Н. Обоснование выбора расчетной схемы для исследования взаимодействия колеса и пути в зоне неровностей / А. Н. Орловский, В. Н. Клименко // Вопросы путевого хозяйства и проектирования железных дорог. Труды Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта. – 1965. – Вып. 57. – С. 42-49.

4. Золотарский А. Ф. Железобетонные шпалы для рельсового пути / А. Ф. Золотарский, Б. А. Евдокимов, Н. М. Исаев, Л. Г. Крысанов, В. В. Серебренников, В. Ф. Федулов; под ред. А. Ф. Золотарского. – Москва: Транспорт, 1980. – 270 с.

5. Даниленко Э. И. Расчет сил взаимодействия пути и подвижного состава в пределах крестовины при помощи персональной ЭВМ / Э. И. Даниленко, К. В. Моисеенко // Исследования взаимодействия пути и подвижного состава: межвуз. сб. трудов. – Днепропетровск: б/и, 1997. – С. 92-104.

6. Даниленко Э. И. Расчетно-теоретический метод определения упругодинамических параметров для обычной конструкции пути и многониточных путей / Э. И. Даниленко // Исследования взаимодействия пути и подвижного состава: межвуз. сб. трудов. – Днепропетровск: б/и, 1997. – С. 32-41.

7. Фришман М. А. Вертикальная жесткость стрелочного перевода на железобетонных брусках / М. А. Фришман, А. Н. Орловский, Г. К. Жилин // Исследования взаимодействия пути и подвижного состава. Труды Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта. – 1974. – Вып. 148. – С. 3-9.

8. Исследование работы стрелочного перевода типа Р50 марки 1/11 на железобетонных брусках: отчет по НИР (заключит.) / Днепропетровский институт инженеров железнодорожного транспорта им. М. И. Калинина; рук. М. А. Фришман; исп.: А. Н. Орловский [и др.]. № госрегистрации 74044393. – Днепропетровск, 1975. – 233 с.

9. Симон А. А. Современные стрелочные переводы / А. А. Симон, Н. Н. Путря, Н. Н. Елсаков. – Москва: Транспорт, 1977. – 190 с.

10. Путря Н. Н. Стрелочные переводы с железобетонными брусками / Н. Н. Путря, Л. Г. Крысанов, Н. С. Евстифеев // Путь и путевое хозяйство. – 1971. – № 11. – С. 9-11.

11. Смыков Е. К. Опыт механизированной укладки перевода с железобетонными брусками / Е. К. Смыков, Е. И. Войтович // Путь и путевое хозяйство. – 1971. – № 11. – С. 11-14.

12. Справочник инженера-путейца: в 2 т. / под ред. В. В. Басилова и М. А. Чернышева. – Москва: Транспорт, 1972. – Т.1. – 768 с.

13. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути: ЦП-2913. – Москва: Транспорт, 1972. 223 с.

14. Исследование работы стрелочных переводов на железобетонных основаниях. Раздел: Динамические прочностные испытания стрелочного перевода на железобетонных брусках типа Р65 марки 1/11 с подуклонкой: отчет по НИР / Днепропетровский институт инженеров железнодорожного транспорта им. М. И. Калинина; рук. М. А. Фришман; исп.: А. Н. Орловский [и др.]. № госрегистрации 72023623. – Днепропетровск, 1971. – 305 с.

15. Лысюк В. С. Влияние жесткости и неровностей пути на деформации, вибрации и силы взаимодействия его элементов / под ред. В. С. Лысюка // Труды Всесоюзного научно-исследовательского институт железнодорожного транспорта. – 1969. – Вып. 370. – 270 с.

16. Евдокимов Б. А. Исследование вертикальной жесткости промежуточных скрепленных типа КБ / Б. А. Евдокимов, Б. С. Куликовский // Вестник Всесоюзного научно-исследовательского институт железнодорожного транспорта. – 1972. – № 2. – С. 32-35.

17. Шахунянц Г. М. Некоторые вопросы исследования работы резиновых прокладок повышенной упругости для пути с железобетонными шпалами / Г. М. Шахунянц, А. А.

Демидов // Исследование работы скреплений и рельсов. Труды Московского института инженеров железнодорожного транспорта. – 1971. – Вып. 354. – С. 3-76.

18. Исследование работы верхнего строения пути на монолитном железобетонном основании / под ред. Г. М. Шахунянца и М. А. Фришмана. – Днепропетровск: б/и, 1971. – 142 с.

19. Жилин Г. К. Теоретическое исследование работы скреплений под нагрузкой на переводе с железобетонными брусками / Г. К. Жилин, Н. П. Настечик // Исследования взаимодействия пути и подвижного состава. Труды Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта. – 1975. – Вып. 167/16. – С. 87-97.

20. Фришман М. А. Исследование деформативных свойств путевых прокладок / М. А. Фришман, Ю. Д. Волошко, Н. П. Настечик // Исследования взаимодействия пути и подвижного состава. Труды Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта. – 1975. – Вып. 167/16. – С. 8-20.

21. Амелин С. В. Соединения и пересечения рельсовых путей / С. В. Амелин. – Москва: Транспорт, 1968. – 262 с.

22. Каменский В. Б. Справочник дорожно-го мастера и бригадира пути / В. Б. Камен-

ский, Л. Д. Горбов. – Москва: Транспорт, 1985. – 487 с.

23. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України: ЦП-0269. – Затв. наказом Укрзалізниці від 01.03.2012 р. № 072-Ц. – Київ: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2012. – 456 с. – (Галузевий норм. док-ум.).

24. Прокладки гумові для рейкової колії. Технічні умови: ДСТУ 2805-94. – [чинний від 1996-01-01]. – Київ: Держстандарт України, 1996. – 50 с. (Національний стандарт).

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Мойсеєнко Костянтин Володимирович, к. т. н., доцент, провідний інженер-технолог відділу механізації колійних робіт структурного підрозділу «Дніпровське науково-конструкторське технологічне бюро колійного господарства» філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту»

АТ «Укрзалізниця».

Пл. Вокзальна, 11ж, м. Дніпро, 49038, Україна.

Тел.: +38 056 793 23 41.

E-mail: t.mala@dp.uz.gov.ua.

«ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ УКРАЇНИ» ДЕ ПЕРЕДПЛАТИТИ ВИДАННЯ?

Оформити передплату на **науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України»** на поточні квартали 2021 року можливо у кожному поштовому відділенні України за **Каталогом видань України** або на **офіційному сайті ДП «Преса» www.presa.ua**.

Періодичність видання журналу – 4 рази на рік.

Передплатний індекс: для індивідуальних передплатників – 74126, для підприємств і організацій – 40294.

Передплату підприємства та фізичні особи також можуть **оформити на договірних умовах у видавця журналу** філії «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця» за зверненням до директора по адресу:

03038, м. Київ, вул. Івана Федорова, 39.

Електронна пошта: ztu1520mm@gmail.com.

Тел.: +38 (044) 465-38-11; +38 (044) 309-68-93.