

ДОСЛІДЖЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ПОПЕРЕЧНОЇ ЖОРСТКОСТІ РЕЙКО-ШПАЛЬНОЇ РЕШІТКИ СУМІЩЕНОЇ КОЛІЇ

В даній статті наведені результати досліджень, що стосуються горизонтальної жорсткості рейко-шпальної решітки суміщеної колії.

Ключові слова: суміщена колія, деформація, скріплення, горизонтальна жорсткість.

Суміщена колія – це конструктивне рішення, що дозволило в межах одного земляного полотна улаштувати дві рейкові колії ширини 1520 та 1435 мм. Укладання рейкових плітей на суміщеній колії дозволить залізницям скоротити експлуатаційні витрати та підвищити ефективність конструкції суміщеної колії. Одним з найважливіших параметрів у дослідженні стійкості суміщеної безстикової колії є приведений горизонтальний момент інерції рейко-шпальної решітки, який характеризує здатність колії чинити опір горизонтальним поперечним деформаціям. Приведений момент інерції – це відношення поперечної жорсткості рейко-шпальної решітки як балки до модуля пружності рейкової сталі.

В перших дослідженнях рейко-шпальна решітка розглядалася як балка із жорстким закріпленням одного кінця. Для такої схеми закріплення жорсткість визначалася по методу початкових параметрів за формулою [1]:

$$EI = \frac{M_0 l^2}{2y} + \frac{Q_0 l^3}{6y} - \frac{q_0 l^4}{24y} - \frac{(q_1 - q_0) l^5}{120ey}, \quad (1)$$

де M_0 – згинальний момент, що діє у перерізі, який збігається з початком координат;

Q_0 – поперечна сила, що діє у перерізі, який збігається з початком координат;

q_0 та q_1 – ординати розподіленого навантаження відповідно у перерізі, який збігається з початком координат, та у першому перерізі;

e – відстань між перерізом, який збігається з початком координат, та першим перерізом;

l – довжина балки;

y – прогин балки.

В подальшому жорсткість рейко-шпальної решітки, що піднята краном за середню шпалу, визначалася за формулою:

$$EI = \frac{Pl^3}{48y}, \quad (2)$$

де P – поперечна сила;

l – довжина балки;

y – прогин балки.

Експериментальні дослідження, проведені Маркар'яном М. А. [1], показали, що похибка визначення приведенного моменту інерції зменшується з ростом прикладеної сили. При навантаженнях більше 0,5 т на ланку довжиною 12,5 м при рейках Р50 похибка не перевищує 7%, і приведений момент інерції являється постійною величиною. Встановлено також, що розходження у величинах прогинів по лівій та правій рейковій нитці знаходиться в межах похибки вимірювань, а тому дані прогини можуть бути прийняті рівними. Але величина приведенного моменту інерції значно залежить від ступені притиснення клем до підшви рейки. В даних дослідженнях коефіцієнт горизонтальної жорсткості рейко-шпальної решітки β для залізобетонних шпал при затяжці гайок клемних болтів крутним моментом 150 Н·м склав 2,5. Коефіцієнт горизонтальної жорсткості рейко-шпальної решітки визначається за формулою:

$$\beta = \frac{I_{ршр}}{2I_{рейки}}, \quad (3)$$

де $I_{ршр}$ – приведений горизонтальний момент інерції рейко-шпальної решітки;

$I_{рейки}$ – горизонтальний момент інерції однієї рейки.

Метою даних досліджень є порівняння жорсткості рейко-шпальної решітки звичайної та суміщеної колії.

В даній роботі проведено експеримент по визначенню горизонтальної жорсткості звичайної рейко-шпальної решітки та горизонтальної жорсткості рейко-шпальної решітки суміщеної колії. Для досліджень було зібрано три рейко-шпальні решітки: рейко-шпальна решітка звичайної колії з двох рейок типу Р65 довжиною 9,483 м, 18 шпал типу Ш1, та скріплення типу КБ-65; рейко-шпальна решітка звичайної колії з двох рейок типу Р65 довжиною 12,495 м, 23 залізобетонних шпал, та скріплення типу

КПП-5.2; рейко-шпальна решітка суміщеної колії зібрана з чотирьох рейок типу Р65 довжиною 12,505 м, 19 шпал типу Ш2С, та скріплення типу КПП-5.2. Рейко-шпальні решітки піднімаються двома козловими кранами за дві точки. Захват здійснюється за одну рейку. При підніманні рейко-шпальної решітки шпали намагаються зайняти вертикальне положення. В результаті того, що рейко-шпальна решітка піднята за дві точки, відбувається деформація. Стріла вигину вимірюється посередині вигнутої решітки. Піднімання решітки здійснюється спочатку за одну рейку декілька раз, опускаючи та піднімаючи, потім за іншу.

Розрахункова схема експериментальних досліджень представлена на рис. 1.

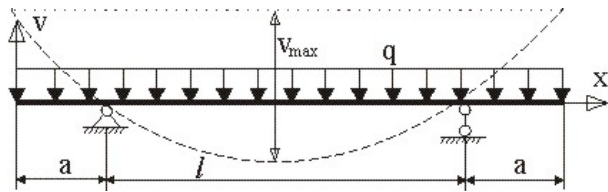


Рис. 1. Розрахункова схема експерименту

Під час експериментів стріла вигину $V_{\max}$ вимірювалася посередині, де поточна координата $x = a + l/2$. З теорії опору матеріалів [2] відомо, що

$$V_{\max} = \frac{qal^3}{24EI} \left(1 - 6\frac{a^2}{l^2} - 3\frac{a^3}{l^3} \right) + \frac{ql^4}{16EI} \left(\frac{5}{24} - \frac{a^2}{l^2} \right), (4)$$

де $V_{\max}$ – прогин балки, де поточна координата $x = a + l/2$;

q – ордината рівномірно розподіленого навантаження;

EI – жорсткість балки;

l – відстань між опорами балки;

a – довжина консольної частини балки.

При відомих значеннях q , a , l , та $V_{\max}$ можна знайти жорсткість рейко-шпальної решітки EI .

Дослідження горизонтальної бічної жорсткості звичайної колії проводилися на рейко-шпальній решітці довжиною 9483 мм, скріплення типу КБ-65, рейки Р65. Рейко-шпальна решітка була піднята за дві точки, що знаходяться від торців рейок на відстані 340 мм. Кількість шпал типу Ш1 – 18 шт.

В результаті підйому від власної ваги рейко-шпальна решітка деформувалася, утворюючи стрілу прогину (рис. 2).



Рис. 2. Дослідження горизонтальної бічної жорсткості звичайної безстикової колії зі скріпленням типу КБ-65

В таблиці 1 представлено виміряні значення стріли прогину звичайної рейко-шпальної решітки. Середнє значення стріли прогину складає 142,5 мм.

Таблиця 1

Стріли вигину рейко-шпальної решітки звичайної колії зі скріпленням типу КБ-65

Номер досліджу	Стріли вигину, мм
1	152
2	155
3	155
4	131
5	131
6	131

Дослідження горизонтальної бічної жорсткості суміщеної безстикової колії проводилися на рейко-шпальній решітці довжиною 12505 мм, скріплення типу КПП-5, рейки Р65. Рейко-шпальна решітка була піднята за дві точки, що знаходяться від торців рейок на відстані 760 мм. Кількість шпал типу Ш2С – 19 шт. В результаті підйому від власної ваги рейко-шпальна решітка деформувалася, утворюючи стрілу прогину (рис. 3).

В таблиці 2 представлено виміряні значення стріли прогину суміщеної рейко-шпальної решітки. Середнє значення стріли прогину складає 235,9 мм.

Дослідження горизонтальної бічної жорсткості звичайної безстикової колії зі скріпленням типу КПП-5.2 проводилися на рейко-шпальній решітці довжиною 12495 мм, рейки Р65 (рис. 4). Рейко-шпальна решітка була піднята за дві точки, що знаходяться від торців рейок на відстані 590 мм. Кількість шпал – 23 шт.



Рис. 3. Дослідження горизонтальної бічної жорсткості суміщеної безстикової колії

Таблиця 2

Стріли вигину рейко-шпальної решітки суміщеної колії

Номер досліду	Стріли вигину, мм
1	231
2	230
3	234
4	231
5	234
6	234
7	240
8	239
9	240
10	239
11	240
12	239

В таблиці 3 представлено виміряні значення стріли прогину звичайної рейко-шпальної решітки зі скріпленням типу КПП-5.2.

Середнє значення стріли вигину рейко-шпальної решітки звичайної колії зі скріпленням типу КПП-5.2 складає 495,7 мм.

Розрахунок жорсткості рейко-шпальної решітки представлено в таблиці 4. Прийняті позначення відповідають розрахунковій схемі (див. рис. 1).



Рис. 4. Дослідження горизонтальної бічної жорсткості звичайної безстикової колії зі скріпленням типу КПП-5.2

Таблиця 3

Стріли вигину рейко-шпальної решітки звичайної колії зі скріпленням типу КПП-5.2

Номер досліду	Стріли вигину, мм
1	484
2	499
3	511
4	481
5	494
6	505

Таблиця 4

Розрахунок жорсткостей рейко-шпальних решіток

Тип РШР	q , кН/см	a , см	l , см	$V_{\max}$, см	EI , кН/см ²
звичайна КБ-65	0,0657	34	880,3	14,3	40207421
суміщена КПП-5.2	0,0816	76	1098,5	23,6	78166162
звичайна КПП-5.2	0,0613	59	1131,5	49,6	30379409

Таким чином, результати експериментальних досліджень показали, що звичайна колія зі скріпленням КБ-65 більш жорстка, ніж зі скріпленням КПП-5.2. Горизонтальна поперечна жорсткість рейко-шпальної решітки суміщеної колії більша в 2,6 рази в порівнянні зі звичайною колією.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бесстыковой путь [Текст]: Труды всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта № 244 / за ред. Е. М. Бромберга. – М. : Трансжелдориздат, 1962. – 216 с.
2. Писаренко, Г. С. Справочник по сопротивлению материалов [Текст] / Г. С. Писаренко, А. П.

Яковлев, В. В. Матвеев. — К. : Наук. думка,
1988. — 736 с.

М. А. АРБУЗОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ ЖЕСТКОСТИ РЕЛЬСО-ШПАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ СОВМЕЩЕННОГО ПУТИ

В данной статье приведены результаты исследований, касающиеся горизонтальной жесткости рельсо-шпальной решетки совмещенного пути.

Ключевые слова: совмещенный путь, деформация, скрепление, горизонтальная жесткость.

М. А. ARBUZOV

INVESTIGATIONS OF HORIZONTAL TRANSVERSE STIFFNESS OF THE RAIL-SLEEPER COMBINATION OF COMBINED RAILWAY

This article presents the results of studies concerning the of horizontal transverse stiffness of the rail-sleeper combination of combined railway.

Keywords: combined railway, deformation, fastning, horizontal stiffness.