

## РЕЗУЛЬТАТИ НАТУРНОГО ВИПРОБУВАННЯ НА МІЦНІСТЬ СТРІЛОЧНОГО ПЕРЕВОДУ ТИПУ Р65 МАРКИ 1/11 ПРОЕКТУ 65111Ж

Наведено результати натурального випробування на міцність стрілочного переводу типу Р65 марки 1/11 проекту 65111Ж.

Изложены результаты натурального испытания на прочность стрелочного перевода типа Р65 марки 1/11 проекта 65111Ж.

The results of full-scale strength test of the switch type R65 mark 1/11 of the design 65111Zh are presented.

Дослідний перевід типу Р65 марки 1/11 проекту 65111Ж запроектовано ДІПТом та Науково-конструкторським технологічним бюро колійного господарства Укрзалізниці й виготовлено ВАТ «Дніпропетровський стрілочний завод».

У порівнянні з аналогом – переводом проекту 1740 – дослідний перевід проекту 65111Ж має такі принципові відмінності: збільшена ширина колії по боковому напрямку з 1 520 мм до 1 530 мм, а радіус перевідної кривої з 300 000 мм до 338 095 мм; використано пружне проміжне кріплення (клеми типів КП-2 та КП-3); суттєво збільшені відстані між залізобетонними брусами. За однакових довжин переводів у комплекті брусів для переводу проекту 65111Ж на дев'ять брусів менше, ніж у переводі проекту 1740. Крім того, на відміну від проекту 1740, у дослідному переводі застосовуються: суцільнолита хрестовина, гостряк гнучкого типу, контррейковий вузол із незалежним кріпленням контррейки, підкладки з виштампуваними ребордами, «гасителі динамічних ударів».

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ

Дослідний стрілочний перевід укладений на головній колії ст. Івківка Придніпровської залізниці (перевід № 3). На початок випробування по ньому було пропущено близько 55 млн т вантажу брутто, з них близько 15 млн т – по боковому напрямку. Стан переводу на початку та протягом випробування відповідав вимогам чинної на той час «Інструкції по устрою та утриманню колії залізниць України» (ЦП/050) [1].

Під час випробування використовувався спеціальний дослідний поїзд: для реалізації швидкостей до 80 км/год включно він складався з двох електровозів серії ВЛ8, двох порожніх

та двох завантажених щеченом піввагонів на візках моделі 18-100 з таким навантаженням на вісь: порожні вагони 5,5...5,6 т, перший завантажений – 18,2 т, другий – 24,5 т; для швидкостей більше 80 км/год як дослідний поїзд використовувався один локомотив серії ЧС7.

Поїздки виконувалися човником (туди і назад) зі швидкостями 5, 20, 40, 60, 80, 100, 120 і 140 км/год по прямому напрямку та 5, 15, 25, 40, 50 – по боковому. З кожною швидкістю було зроблено від 8 до 16 заїздів (половина заїздів у протишерстному напрямку, половина – у шерстному).

Під час випробування досліджувалися напруження в кромках рейкових елементів; вертикальні та горизонтальні сили, що діють на металеві частини, та відповідні їм переміщення рейкових елементів. Допустимі величини сил, деформацій та напружень в елементах стрілочного переводу становлять (відповідно до рекомендацій, розроблених експертами V комісії ОСЗ):

1. Напруження в кромках рейкових елементів, МПа:

– гостряки .....	275
– контррейки .....	330
– решта елементів.....	250

2. Вертикальні сили взаємодії колеса та рейки у межах стрілки та з'єднувальної частини, кН.....

200	
3. Переміщення рейкових елементів, мм:	
– вертикальні .....	10
– горизонтальні .....	4

Місця встановлення приладів були визначені з урахуванням результатів раніше виконаного випробування стрілочного переводу проекту 65109Ж-01 [2]. Схеми установки приладів по прямому й боковому напрямках дослідного переводу наведені на рис. 1.

Випробування та розшифровка одержаних даних виконані Колієвипробувальною ГНДЛ ДНУЗТ. Характеристики приладів, методику їх установки та обробки одержаних результатів, техніка статистичної обробки та аналізу одержаних даних не відрізнялися від наведених у [2].

### НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН ПЕРЕВОДУ ПІД ЧАС РУХУ ДОСЛІДНОГО ПОЇЗДА ПО ПРЯМОМУ НАПРЯМКУ

Одержані результати відповідно до типу екіпажа та швидкості його руху наведено в табл. 1-5.

Максимальні значення напружень, сил та деформацій завжди реєструвалися під колесами локомотивів серій ВЛ8 і ЧС7 та піввагона з навантаженням на вісь 24,5 т при швидкостях руху дослідного поїзда 80 або 140 км/год.

Для всіх показників та екіпажів спостерігається зростання досліджуваних величини зі збільшенням швидкості. Зміна швидкості з 5 км/год до 80 (140) км/год призводить до збільшення напружень у рейкових елементах та вертикальних сил на 7...26 % (електровоз серії ВЛ8 та піввагони) й на 3...67 % (локомотив серії ЧС7), а горизонтальних сил у 1,5 разу для ВЛ8 та піввагона та в 3,6 разу – для ЧС7.

*Напруження в рейкових елементах.* Крім гостряка, напруження в кожному перерізі рейки визначалися в трьох точках: в обох кромках

підшови та в неробочій кромці головки. Як уже зазначалося в [2], напруження в неробочій кромці головки необхідно знати для визначення горизонтальної сили, що діє на рейку, за методикою д-ра техн. наук О. П. Єршкова, тому як самостійна величина вони не аналізувались.

Найбільші напруження для всіх типів екіпажів та швидкостей руху дослідного поїзда спостерігались у зовнішній кромці підшови рейки. Їх максимальні ймовірні величини перевищували відповідні напруження у внутрішніх кромках у середньому на 34...39 % (для різних екіпажів), а максимальна різниця складала 83...123 %. Тому подальші висновки стосуються лише їх.

Величини напружень залежать від місця розташування приладу: для гостряка різниця між найменшим та найбільшим значеннями доходила до 44 %, для з'єднувальної частини – до 79 %. Для різних швидкостей розташування максимумів теж не було постійним, хоча при однакових швидкостях положення максимумів для різних екіпажів не дуже відрізнялися між собою. Максимальні значення напружень у межах рамних рейок склали 141,5 МПа, гостряка – 121,7 МПа (прилад «б»), з'єднувальної частини – 143,6 МПа, що не перевищує відповідних допустимих значень.

*Напруження в контррейці.* Гістограма напружень у неробочій грані контррейки не дає змоги використати для вирівнювання цих даних

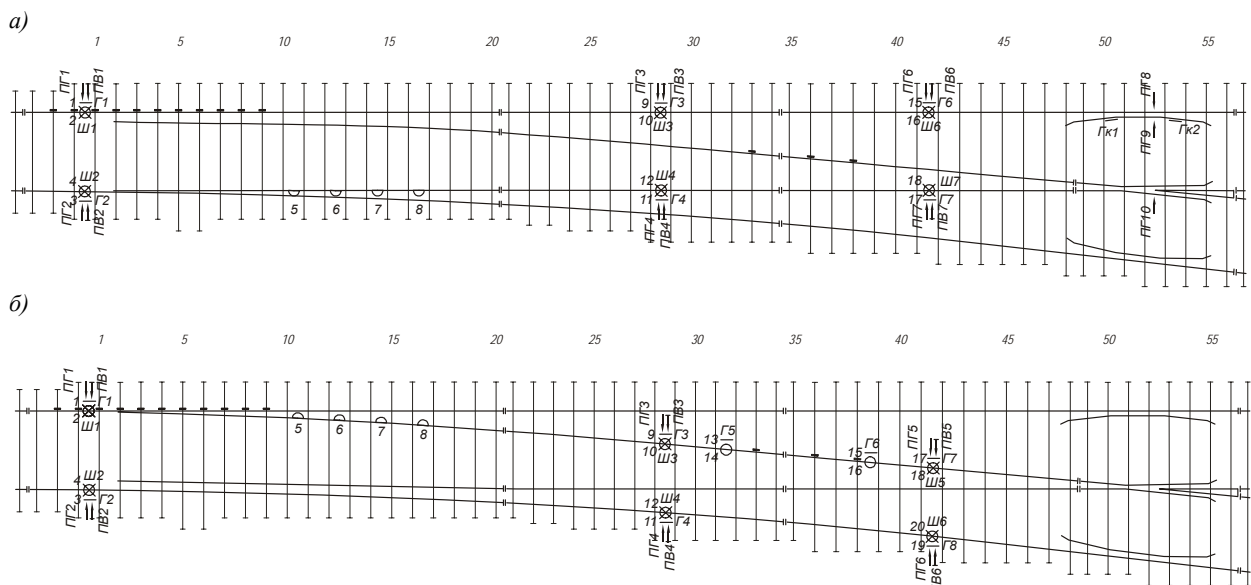


Рис. 1. Схеми установки приладів: а – по прямому напрямку переходу; б – по боковому

- Умовні позначення:
- × – прилад для вимірювання вертикальних сил, що діють на рейкові елементи;
  - D, — – прилади для вимірювання напружень відповідно в кромці підшови та головки рейки;
  - ↑, ↓ – прилади для вимірювання відповідно вертикальних і горизонтальних переміщень рейки;
  - Гк – прилад для вимірювання напружень у неробочій грані контррейки;
  - ⊕ – «гаситель динамічних ударів»

Середні ( $\bar{\sigma}$ ) та максимальні ймовірні ( $\sigma_{\max}^i$ ) величини напружень у рейкових елементах, одержані під час руху дослідного поїзда по прямому напрямку, МПа

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год															
	5		20		40		60		80		100		120		140	
	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$
Рамні рейки																
ВЛ8	92,9	124,0	94,0	123,3	94,6	122,0	103,7	134,3	106,2	141,5	–	–	–	–	–	–
Порожній піввагон	40,4	62,0	44,5	62,1	44,7	65,6	44,9	70,4	51,3	86,2	–	–	–	–	–	–
Піввагон 18,2 т/в	76,5	103,4	79,7	109,2	85,7	118,3	84,0	113,4	95,5	127,4	–	–	–	–	–	–
Піввагон 24,5 т/в	96,3	118,3	92,9	119,3	96,1	123,7	94,9	129,9	103,6	138,7	–	–	–	–	–	–
ЧС7	92,3	118,9	–	–	–	–	103,9	116,8	107,1	120,6	90,4	114,9	80,0	122,6	97,8	139,9
Гостряк																
ВЛ8	85,6	117,7	76,2	100,3	81,0	111,4	83,1	113,8	81,0	111,2	–	–	–	–	–	–
Порожній піввагон	30,5	46,7	22,8	45,6	25,1	43,4	26,9	41,9	25,3	53,6	–	–	–	–	–	–
Піввагон 18,2 т/в	67,1	85,3	61,1	75,1	69,6	92,7	64,4	96,6	86,0	118,7	–	–	–	–	–	–
Піввагон 24,5 т/в	87,0	104,2	76,0	100,6	94,3	121,0	81,3	110,2	88,1	121,7	–	–	–	–	–	–
ЧС7	65,7	79,0	–	–	–	–	63,4	97,4	76,2	94,6	81,2	101,5	81,2	103,9	86,6	113,6
З'єднувальна частина																
ВЛ8	73,2	96,7	69,0	95,5	67,8	97,0	69,9	100,9	78,1	112,0	–	–	–	–	–	–
Порожній піввагон	19,0	31,6	19,1	33,2	22,7	37,2	22,2	34,7	25,2	58,8	–	–	–	–	–	–
Піввагон 18,2 т/в	54,4	71,8	50,4	67,1	46,7	72,6	57,1	85,1	64,9	97,4	–	–	–	–	–	–
Піввагон 24,5 т/в	67,3	94,2	62,2	91,7	81,0	105,0	71,3	104,3	84,4	118,5	–	–	–	–	–	–
ЧС7	74,8	85,8	–	–	–	–	69,1	88,2	70,3	95,1	84,2	114,7	76,0	117,9	79,2	143,6

нормальний закон розподілу – на ній присутні два максимуми. Перший, більший за модулем, розташований у від'ємній частині осі абсцис (-20...0 МПа), другий, менший, – у додатній (40...70 МПа).

Це пояснюється тим, що під час руху по прямому напрямку переводу більшість осей екіпажа проходить контррейку без контакту з нею (напруження стискання, більший максимум). Лише деяка частина осей направляється контррейкою, що й обумовлює удар колеса об неї та, як наслідок, появу напружень розтягнення.

Зважаючи на це, у табл. 2 наведено лише інтервали експериментально одержаних напружень. Максимальне значення напруження складає 185,7 МПа, що майже в 1,8 разу менше за допустиму величину.

*Вертикальні сили та переміщення рейок.* Максимальні значення сил у межах рамних рейок досягли 189,8 кН, з'єднувальної частини – 194,0 кН. Причому в обох випадках ці величини зареєстровано під колесами піввагона, завантаженого до повної вантажопідйомності.

Найбільше вертикальне переміщення зафіксовано в передньому вильоті рамних рейок теж

під колесами піввагона з навантаженням на вісь 24,5 т при швидкості руху 80 км/год та складає майже 6,0 мм (за межами переднього вильоту вертикальні переміщення не досягали 2,7 мм).

Величини сил та переміщень не перевищують допустимих у всьому діапазоні швидкостей.

*Горизонтальні сили та переміщення рейок.* Максимальні значення горизонтальних сил у межах рамних рейок складають 52,0 кН, з'єднувальної частини – 55,2 кН.

У зв'язку з тим, що прилади для реєстрації горизонтальних переміщень рейок були розташовані в кожному перерізі колії один навпроти іншого, найчастіше один із них фіксував переміщення рейки всередину колії (від'ємна величина), а інший – назовні. Але модулі від'ємних значень перевищували додатні значення на 30...40 %. Це можна пояснити відсутністю на переводі підхилу рейок та незначними горизонтальними силами, що діють на металеві частини під час руху поїздів по прямому напрямку. Найбільше значення переміщення по довжині переводу складає -2,2 мм.

Таблиця 2

Напруження в неробочій грані контррейки, МПа

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год							
	5	20	40	60	80	100	120	140
ВЛ8	-19,4...115,3	-15,1...97,8	-15,5...146,4	-19,0...81,4	-14,6...164,9	–	–	–
Порожній піввагон	-10,9...16,5	-13,4...30,1	-13,4...32,3	-18,6...30,6	-21,2...43,9	–	–	–
Піввагон 18,2 т/в	-14,6...-6,6	-13,4...-9,9	-11,6...-8,6	-19,9...103,4	-27,1...74,5	–	–	–
Піввагон 24,5 т/в	-15,4...48,1	-16,8...43,1	-16,8...23,7	-23,7...75,4	-27,5...-16,8	–	–	–
ЧС7	-1,7...5,4	–	–	-1,7...7,5	-1,5...10,2	-1,5...86,8	-21,3...134,3	-18,3...185,7

**Середні ( $\bar{P}$ ) та максимальні ймовірні ( $P_{\max}^i$ ) величини вертикальних сил, одержані під час руху дослідного поїзда по прямому напрямку, кН**

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год															
	5		20		40		60		80		100		120		140	
	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$
Рамні рейки																
ВЛ8	117,8	143,2	116,5	153,8	118,1	151,8	125,0	150,0	115,7	157,8	–	–	–	–	–	–
Порожній піввагон	24,6	44,8	21,1	52,9	31,9	52,7	30,5	50,7	34,5	63,1	–	–	–	–	–	–
Піввагон 18,2 т/в	91,8	110,6	88,7	136,8	98,5	141,2	97,8	139,0	96,1	149,8	–	–	–	–	–	–
Піввагон 24,5 т/в	129,5	155,8	126,9	161,9	134,2	183,3	137,2	177,2	120,1	189,8	–	–	–	–	–	–
ЧС7	110,7	132,8	–	–	–	–	114,6	132,1	118,7	141,3	104,3	140,7	120,8	151,8	122,0	165,9
З'єднувальна частина																
ВЛ8	119,4	149,2	119,5	147,9	129,3	155,3	129,1	159,1	136,3	176,4	–	–	–	–	–	–
Порожній піввагон	28,4	46,4	31,0	47,4	30,9	64,2	31,7	62,3	40,7	71,0	–	–	–	–	–	–
Піввагон 18,2 т/в	97,5	122,0	91,5	121,7	94,3	145,9	102,9	142,8	114,2	167,7	–	–	–	–	–	–
Піввагон 24,5 т/в	137,8	165,9	130,8	163,0	138,7	185,6	132,0	181,8	156,0	194,0	–	–	–	–	–	–
ЧС7	117,5	128,6	–	–	–	–	128,7	147,0	121,4	143,9	131,7	159,0	132,0	165,9	137,8	192,8

Ходова рейка та контррейка в межах хрестовинного вузла на кожному кінці бруса розміщені на одній підкладці, тому їх переміщення пов'язані між собою. Розподіли цих переміщень практично не відрізняються від нормальних, спостерігається тільки невелика позитивна асиметрія для переміщень рейки та негативна – для переміщень контррейки. Цілком імовірно, що за наявності більшої кількості горизонтальних ударів – як це спостерігалось під час випробування переводу проекту 65109Ж-01 [2] – розподіл був би двомодальним. Переміщення хрестовини відповідають нормальному закону краще. Найбільші значення переміщень рейки досягають -2,3 мм, контррейки 3,6 мм, хрестовини -1,3 мм.

Таким чином, горизонтальні переміщення елементів дослідного стрілочного переводу теж не перевищують допустимої величини.

### НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН ПЕРЕВОДУ ПІД ЧАС РУХУ ДОСЛІДНОГО ПОЇЗДА ПО БОКОВОМУ НАПРЯМКУ

Результати досліджень напружень, сил та деформацій, одержані під час руху дослідного поїзда по боковому напрямку, наведено в табл. 6-10. У всіх випадках найбільші значення показників зареєстровано під колесами електровоза серії ВЛ8 та піввагона з навантаженням на вісь 24,5 т.

*Напруження в рейкових елементах.* Аналогічно випробуванням [2], напруження в зовнішніх та внутрішніх кромках підшви рейок відрізняються більшою мірою, ніж під час руху дослідного поїзда по прямому напрямку (у зовнішніх кромках напруження більші в середньому в 1,7...1,8 разу при максимальній різниці в 3,2 разу).

У передньому вильоті рамних рейок найбільші напруження реєструвалися приладом «1»

Таблиця 4

**Середні ( $\bar{H}$ ) та максимальні ймовірні ( $H_{\max}^i$ ) величини горизонтальних сил, одержані під час руху дослідного поїзда по прямому напрямку, кН**

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год															
	5		20		40		60		80		100		120		140	
	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$
Рамні рейки																
ВЛ8	10,2	37,6	5,1	29,8	5,2	28,5	5,8	32,5	8,9	38,3	–	–	–	–	–	–
Порожній піввагон	0,6	10,4	2,1	11,7	2,1	12,3	2,1	14,2	4,5	22,1	–	–	–	–	–	–
Піввагон 18,2 т/в	2,7	21,3	2,2	21,5	4,8	29,7	6,5	23,8	16,4	42,0	–	–	–	–	–	–
Піввагон 24,5 т/в	9,5	29,7	4,9	21,9	9,6	31,8	10,4	34,2	13,6	42,2	–	–	–	–	–	–
ЧС7	11,2	26,6	–	–	–	–	11,4	36,7	10,5	31,3	8,2	22,5	8,2	40,7	12,0	52,0
З'єднувальна частина																
ВЛ8	6,0	26,2	5,8	27,2	6,2	29,3	7,4	34,2	10,2	38,6	–	–	–	–	–	–
Порожній піввагон	-1,4	-10,5	-1,7	-10,6	-1,2	-9,8	-2,4	-11,3	6,4	28,5	–	–	–	–	–	–
Піввагон 18,2 т/в	0,2	15,5	3,8	16,2	8,6	15,5	6,4	21,0	8,3	35,5	–	–	–	–	–	–
Піввагон 24,5 т/в	2,8	30,7	1,1	31,3	11,2	26,8	6,2	26,7	14,8	30,0	–	–	–	–	–	–
ЧС7	3,0	15,5	–	–	–	–	3,7	20,3	9,6	28,3	16,7	46,2	9,5	46,5	7,8	55,2

## Горизонтальні переміщення ходової рейки, контррейки та хрестовини, мм

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год															
	5		20		40		60		80		100		120		140	
	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$
Ходова рейка																
ВЛ8	-0,31	-1,81	-0,28	-2,15	-0,24	-1,68	-0,26	-1,81	-0,39	-1,78	-	-	-	-	-	-
Порожній піввагон	-0,33	-0,73	-0,36	-0,88	-0,28	-0,75	-0,26	-1,06	-0,13	-1,01	-	-	-	-	-	-
Піввагон 18,2 т/в	-0,69	-1,10	-0,73	-1,25	-0,68	-1,30	-0,52	-1,69	-0,43	-1,81	-	-	-	-	-	-
Піввагон 24,5 т/в	-0,62	-1,59	-0,74	-1,60	-0,96	-1,66	-0,78	-1,65	-0,73	-2,24	-	-	-	-	-	-
ЧС7	-0,87	-1,46	-	-	-	-	-1,18	-1,48	-1,28	-1,74	-0,37	-1,78	-0,72	-1,45	-0,69	-1,28
Контррейка																
ВЛ8	0,79	2,34	1,05	3,26	1,17	3,58	1,16	3,24	1,34	3,40	-	-	-	-	-	-
Порожній піввагон	0,27	0,80	0,33	0,92	0,42	0,93	0,45	1,10	0,49	1,54	-	-	-	-	-	-
Піввагон 18,2 т/в	0,36	0,54	0,34	0,68	0,56	1,18	0,59	1,36	0,94	2,39	-	-	-	-	-	-
Піввагон 24,5 т/в	0,41	1,31	0,47	1,43	0,66	2,17	0,73	1,83	0,87	1,83	-	-	-	-	-	-
ЧС7	0,32	0,97	-	-	-	-	0,83	1,56	0,99	1,82	1,69	2,96	0,47	0,89	0,44	0,95
Хрестовина																
ВЛ8	-0,28	-0,81	-0,20	-0,66	-0,11	-0,83	-0,05	-0,81	-0,13	-1,28	-	-	-	-	-	-
Порожній піввагон	-0,16	-0,45	-0,13	-0,64	-0,09	-0,41	-0,06	-0,56	-0,10	-0,81	-	-	-	-	-	-
Піввагон 18,2 т/в	-0,21	-0,72	-0,19	-0,79	-0,13	-0,56	-0,10	-0,72	-0,15	-0,97	-	-	-	-	-	-
Піввагон 24,5 т/в	-0,29	-0,78	-0,17	-0,75	-0,12	-0,48	-0,11	-0,77	-0,24	-1,26	-	-	-	-	-	-
ЧС7	-0,20	-0,36	-	-	-	-	0,02	0,36	0,04	0,24	-0,13	-0,54	-0,25	-0,54	-0,36	-0,78

у випадку пошерстного напрямку руху дослідного поїзда. Найбільше значення одержано при швидкості 40 км/год – 208,3 МПа. Хочеться відмітити, що зі збільшенням швидкості дослідного поїзда з 5 км/год до 50 км/год напруження збільшилися лише на 8 %.

Максимальні напруження в підшві гостряка спостерігалися теж у повному перерізі (як і під час випробування переводу проекту 65109Ж-01 [2]), але ближче до кінця стругання (прилади «5» та «6»). Найбільша величина зареєстрована в разі протишерстного напрямку руху дослідного поїзда зі швидкістю 50 км/год і складає 181,5 МПа.

Розташування максимумів напружень у підшві рейок з'єднувальної частини для піввагонів та локомотива відрізняються між собою. Для ВЛ8 найбільші напруження були зареєстровані приладом «9», а для піввагонів – приладами «15», «17» та «19» (при швидкості 25 км/год та більше – тільки приладами, що розміщувалися на зовнішній рейці). Максимальне значення одержано при швидкості 50 км/год – 179,2 МПа.

Таким чином, напруження у рейкових елементах дослідного стрілочного переводу допустимих не перевищують.

Таблиця 6

Середні ( $\bar{\sigma}$ ) та максимальні ймовірні ( $\sigma_{\max}^i$ ) величини напружень у рейкових елементах, одержані під час руху дослідного поїзда по боковому напрямку, МПа

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год									
	5		15		25		40		50	
	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\max}^i$
Рамні рейки										
ВЛ8	150,6	184,6	151,8	184,6	142,7	178,4	156,7	188,7	166,5	199,2
Порожній піввагон	58,2	78,2	57,0	74,3	49,7	77,7	60,8	83,8	60,5	89,0
Піввагон 18,2 т/в	115,5	145,9	125,3	145,7	117,2	134,6	137,7	160,4	134,2	170,4
Піввагон 24,5 т/в	156,2	192,3	151,2	191,1	148,6	185,3	168,7	208,3	171,5	203,1
Гостряк										
ВЛ8	105,7	141,2	104,2	133,8	99,3	139,5	117,1	150,8	139,2	181,5
Порожній піввагон	33,4	54,0	32,5	47,9	35,4	64,0	35,9	49,0	39,1	55,1
Піввагон 18,2 т/в	60,2	90,1	63,8	83,9	64,0	87,0	65,9	100,2	73,7	103,8
Піввагон 24,5 т/в	82,5	116,6	78,6	108,4	78,3	103,6	95,4	130,5	97,8	128,7
З'єднувальна частина										
ВЛ8	136,3	155,0	130,9	165,4	122,4	161,1	137,4	178,9	135,8	179,2
Порожній піввагон	22,6	41,5	25,7	40,4	20,2	38,8	24,9	45,1	26,8	44,7
Піввагон 18,2 т/в	65,6	83,3	67,2	88,7	71,5	95,8	74,0	107,6	75,2	116,3
Піввагон 24,5 т/в	76,7	109,3	81,0	113,7	91,6	121,0	100,2	130,4	99,4	135,8

Вертикальні сили та переміщення рейок. Максимальні значення вертикальних сил одержано при швидкості 50 км/год і вони складають 193,5 кН для переднього вильоту рамних рейок та 195,7 кН для з'єднувальної частини. Допустима величина в обох випадках не перевищена.

Різниця між вертикальними переміщеннями рейок, одержаними під час руху дослідного по-

їзда по боковому та по прямому напрямках, практично відсутня.

Горизонтальні сили та переміщення рейок, зміна ширини колії. Якісні картини напружень, горизонтальних сил та переміщень головки рейки добре збігаються між собою, що підтверджує тісний зв'язок між напруженнями в зовнішніх кромках та горизонтальними силами.

Таблиця 7

**Середні ( $\bar{P}$ ) та максимальні ймовірні ( $P_{\max}^i$ ) величини вертикальних сил, одержані під час руху дослідного поїзда по боковому напрямку, кН**

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год									
	5		15		25		40		50	
	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$	$\bar{P}$	$P_{\max}^i$
Рамні рейки										
ВЛ8	129,8	163,3	121,2	153,7	117,9	154,0	128,4	166,4	144,3	188,7
Порожній піввагон	29,8	59,3	28,3	53,4	29,7	52,5	29,5	50,6	29,0	57,8
Піввагон 18,2 т/в	90,9	126,1	101,0	119,4	90,0	130,8	100,0	139,3	102,5	130,2
Піввагон 24,5 т/в	135,7	162,4	127,4	162,1	132,6	161,7	156,1	178,9	149,6	193,5
З'єднувальна частина										
ВЛ8	135,1	159,3	142,4	171,1	138,2	168,9	141,2	183,0	147,0	185,8
Порожній піввагон	33,2	49,5	35,0	54,1	28,6	51,1	34,4	64,7	31,0	54,6
Піввагон 18,2 т/в	98,1	112,5	100,7	121,8	98,4	125,6	97,7	135,4	100,1	126,2
Піввагон 24,5 т/в	133,3	155,9	121,4	167,9	129,9	168,9	147,3	180,9	146,7	195,7

Таблиця 8

**Середні ( $\bar{H}$ ) та максимальні ймовірні ( $H_{\max}^i$ ) величини горизонтальних сил, одержані під час руху дослідного поїзда по боковому напрямку, кН**

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год									
	5		15		25		40		50	
	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$	$\bar{H}$	$H_{\max}^i$
Рамні рейки										
ВЛ8	41,8	57,4	70,3	85,8	66,2	88,3	80,3	104,6	75,4	107,0
Порожній піввагон	14,6	34,8	19,2	28,0	13,1	26,3	24,4	35,4	22,9	33,2
Піввагон 18,2 т/в	35,3	45,0	52,4	73,6	53,4	61,2	64,8	84,0	56,6	71,7
Піввагон 24,5 т/в	50,7	64,9	52,8	81,0	61,4	88,2	70,4	91,3	79,4	88,7
З'єднувальна частина										
ВЛ8	35,7	67,3	59,3	93,0	64,8	93,8	85,5	110,4	84,2	107,0
Порожній піввагон	5,3	17,5	10,1	22,1	11,8	28,2	4,9	32,5	11,0	25,0
Піввагон 18,2 т/в	23,2	41,9	26,4	56,7	39,6	52,8	38,0	59,2	38,0	64,5
Піввагон 24,5 т/в	21,8	49,8	33,0	52,2	37,1	62,5	43,7	66,6	41,4	71,6

Таблиця 9

**Середні ( $\bar{y}$ ) та максимальні ймовірні ( $y_{\max}^i$ ) величини горизонтальних переміщень рейкових елементів, одержані під час руху дослідного поїзда по боковому напрямку, мм**

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год									
	5		15		25		40		50	
	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$	$\bar{y}$	$y_{\max}^i$
Рамні рейки										
ВЛ8	0,72	1,38	1,24	2,05	1,40	2,14	1,42	2,28	1,53	2,07
Порожній піввагон	-0,40	-0,86	-0,22	-0,69	0,53	0,86	0,53	0,77	0,82	1,06
Піввагон 18,2 т/в	-0,47	-0,80	0,72	1,22	0,98	1,37	1,22	1,78	1,27	1,59
Піввагон 24,5 т/в	0,53	0,96	0,60	1,07	1,08	1,55	1,55	2,01	1,34	1,81
З'єднувальна частина										
ВЛ8	0,96	1,53	2,17	2,87	2,10	2,65	2,54	3,31	2,55	3,09
Порожній піввагон	-0,35	-0,78	0,49	1,19	0,51	1,34	0,60	1,26	0,62	1,04
Піввагон 18,2 т/в	-0,69	-0,84	0,64	0,97	0,74	1,15	0,56	1,30	0,98	1,41
Піввагон 24,5 т/в	0,27	0,82	0,61	0,87	0,70	1,12	0,74	1,39	0,76	1,08

**Середні ( $\bar{\Delta}$ ) та максимальні ймовірні ( $\Delta_{\max}^i$ ) величини зміни ширини колії,  
одержані під час руху дослідного поїзда по боковому напрямку, мм**

Рухомий склад	Швидкість руху, км/год									
	5		15		25		40		50	
	$\bar{\Delta}$	$\Delta_{\max}^i$	$\bar{\Delta}$	$\Delta_{\max}^i$	$\bar{\Delta}$	$\Delta_{\max}^i$	$\bar{\Delta}$	$\Delta_{\max}^i$	$\bar{\Delta}$	$\Delta_{\max}^i$
<b>Рамні рейки</b>										
ВЛ8	0,95	1,44	1,12	1,78	1,51	1,92	1,37	2,09	1,81	2,58
Порожній піввагон	-0,55	-1,01	0,30	0,87	0,67	1,36	0,27	0,70	0,50	1,05
Піввагон 18,2 т/в	0,53	1,04	1,30	1,73	1,79	1,94	1,38	2,27	1,56	1,86
Піввагон 24,5 т/в	1,02	1,67	0,97	1,45	1,62	2,24	2,25	2,88	2,27	2,32
<b>З'єднувальна частина</b>										
ВЛ8	1,02	1,53	1,73	2,43	1,53	2,24	2,90	3,54	2,39	3,12
Порожній піввагон	-0,55	-1,16	-0,69	-1,46	1,12	1,44	0,75	1,17	0,63	1,13
Піввагон 18,2 т/в	0,41	1,11	0,66	1,29	0,66	1,19	1,14	2,07	1,23	2,21
Піввагон 24,5 т/в	0,77	1,50	0,82	1,26	0,64	1,14	1,43	2,10	1,27	1,73

Максимальні значення горизонтальних сил та переміщень у межах рамних рейок складають, відповідно, 107,0 кН та 2,3 мм, для з'єднувальної частини – 110,4 кН і 3,3 мм, що перебуває в межах інтервалу допустимих величин. Максимуми зареєстровано при швидкостях дослідного поїзда 40...50 км/год. Напрямок переміщення рейок збігається з напрямком дії горизонтальної сили.

Залежність зміни ширини колії від швидкості теж добре збігається з графіками горизонтальних сил. Максимальне збільшення ширини колії складає 2,9 мм для переднього вильоту рамної рейки та 3,5 мм для з'єднувальної частини.

### ВИСНОВОК

Показники напружено-деформованого стану стрілочного переводу типу Р65 марки 1/11 проекту 65111Ж, одержані під час його натурального

випробування на міцність, не перевищують допустимих величин при всіх реалізованих швидкостях руху дослідного поїзда (по прямому напрямку – до 140 км/год, по боковому – до 50 км/год).

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Інструкція по устрою та утриманню колії залізниць України. ЦП-0050 [Текст]: затв.: Наказ Укрзалізниці 06.04.98. № 82-Ц. – К.: Транспорт України, 1999. – 248 с.
2. Орловський, А. М. Результати натурального випробування на міцність стрілочного переводу типу Р65 марки 1/9 проекту 65109Ж-01 [Текст] / А. М. Орловський, В. П. Гнатенко, К. В. Мойсєненко // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2010. – Вип. 31. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2010. – С. 129-137.

Надійшла до редколегії 15.12.2009.

Прийнята до друку 28.12.2009.