

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

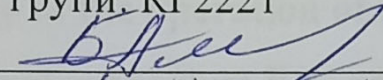
Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
(назва факультету/ННЦ)

«Транспортна інфраструктура»
(повна назва кафедри)

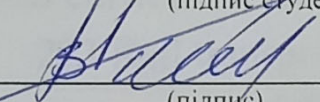
Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

на тему: **Дослідження роботи проміжних скріплень в колії**

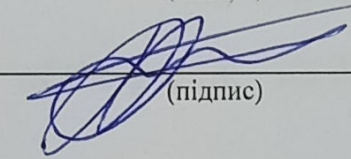
за освітньою програмою «Залізничні споруди тп колійне господарство»
зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: групи: КГ2221
студент 
(підпис студента)

/Олена БОНДАРЕЦЬ /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

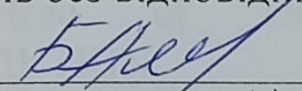
Керівник: 
(підпис)

/доцент Володимир АНДРЕЄВ /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер: 
(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент 
(підпис)

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Building, architecture and infrastructure

(faculty/TRC)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis

Master

(higher education degree)

on the topic: **Study of the operation of intermediate fasteners in the track**
according to educational curriculum Railway structures and track facilities
in the Specialization: 273 Rail transport

(Specialization and its code)

Done by the student of the group: KГ2221 /Olena BONDARETS /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/Associate Professor Volodymyr
ANDRIEIEV /

(position, name, surname)

Normative controller :

/Head of Dept. Oleksii
TIUTKIN/

(position, name, surname)

Dnipro – 2024

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Залізничні споруди та колійне господарство»

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

Олексій ТЮТЬКІН

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата

02.03.2023

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту Бондарець Олені Миколайовні

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження роботи проміжних скріплень в колії»

Керівник роботи: Андреев Володимир Сергійович, к.т.н., доцент

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від «01» березня 2023 р. № 196ст

2. Строк подання студентом роботи: «15» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Результати аналізу літературних джерел, що отримані під час пошуку в Internet.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1.. Розділ 2. Розділ 3. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, до 10 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Розділ 1 - 3	Андрєєв В.С		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1		
2	Розділ 2		
3	Розділ 3		
4	Висновки. Оформлення ВКР.		
5	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.		
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри		
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	22.01.2024	

Студент

_____ (підпис)

Олена БОНДАРЕЦЬ

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Володимир АНДРЕЄВ

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра: **Дослідження роботи проміжних скріплень в колії** складається з 67 стор., 38рис., 6 табл., 23 літературних джерел.

Метод дослідження – аналітичний.

В даній магістерській роботі розглядається робота скріплень в колії. Для порівняння були обрані декілька видів проміжних скріплень. За отриманими даними були зроблені висновки про роботу даних скріплень в колії.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, ПРОМІЖНІ СКРІПЛЕННЯ, НАПРУЖЕННЯ. КПП-5, КБ-65

ЗМІСТ

ВСТУП	стор
	7
	8
	8
	17
	24
	51
ВИСНОВОКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	66
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	70

ВСТУП

Українські залізниці являють собою потужну транспортну систему. За насиченістю залізницями території наближаються до найбільш розвинених європейських держав.

Поряд з цим, українські залізниці мають специфічні умови експлуатації, які характеризуються значно більшими об'ємами перевізної роботи порівняно із західноєвропейськими залізницями, інтенсивністю руху поїздів і суттєво більшими масами поїздів та осьовими навантаженнями від рухомого складу. Створення і функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів України та впровадження швидкісного руху ще більше ускладнює умови експлуатації вітчизняних залізниць. Все це свідчить про необхідність розвитку і впровадження на вітчизняних залізничних лініях технічного прогресу та реконструкції колії, застосування більш прогресивних та надійних конструкцій верхньої будови колії, в тому числі підрейкової основи і рейкових скріплень та необхідність раціонально їх застосовувати залежно від експлуатаційних умов.

До 1996-97 р.р. на українських залізницях на головних коліях на залізобетонних шпалах застосовувалися тільки підкладочні рейкові скріплення типу КБ з жорсткою клемою і 2-витковими пружними шайбами. Безпідкладкові скріплення старих конструкцій типів ЖБ і ЖБР для залізобетонних шпал застосовувались дуже рідко і лише на коліях з малою інтенсивністю руху. Більш широке застосування зазнали безпідкладкові скріплення з появою пружних пруткових клем після 1996-97 р.р. Впровадження таких скріплень на Україні почалось із застосуванням польських пружних скріплень типу СБ-3. Після 2000 р. на вітчизняних залізницях почали широко застосовуватися безпідкладкові скріплення типів КПП-1, КПП-5 вітчизняного виробництва.

Впровадження сучасної вітчизняної безпідкладкової конструкції колії з пружними рейковими скріпленнями типу КПП на залізобетонних шпалах, які

не поступаються прогресивним закордонним конструкціям, є об'єктивною необхідністю, обґрунтованою насамперед економічною недоцільністю застосування типових підкладкових конструкцій зі скріплень типу КБ на швидкісних ділянках та на ділянках з помірною вантажонапруженістю. Але, разом з тим впровадження безпідкладкової конструкції колії з вітчизняними пружними скріпленнями, яка є малометалоємною та малообслуговуваною, вимагає необхідного наукового обґрунтування стосовно ефективності її роботи при сучасних та перспективних умовах експлуатації на залізницях України.

1 КОНСТРУКЦІЇ СКРІПЛЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Проміжне скріплення типу КБ -65

В скріпленнях типу КБ (рис. 1.2) підкладку, що має дві реборди, укладають в заглиблення у верхній постелі шпал і прикріплюють до шпали двома закладними болтами, які вставляються в шпальні отвори та після повороту на 90^0 упираються плечиками в закладну шайбу. Під гайкою та шайбою закладного болту встановлюють текстолітову втулку, що забезпечує електричну ізоляцію болт у від підкладки. Під підкладку укладається ізоляційна гумова рифлена прокладка, яка дозволяє також знизити жорсткість конструкції. Звичайна гумова прокладка має товщину 7 мм, а в шпалах із заглибленням для підрейкової площадки - 14 мм. В отвори реборд у вигляді ластівчиного хвосту вставляють клемні болти, що закріплюють клеми. Упираючись однією лапкою в підкладку, а другою - в підшву рейки, дві жорсткі клеми фіксують рейку на підкладці. Для зменшення жорсткості рейкового скріплення типу КБ і більшої стабільності прижимання підшви рейки до шпали під гайку клемного болту укладають двовиткову шайбу, а під підшву рейки прокладки. Положення рейки можна регулювати по висоті до 14 мм укладанням додаткових прокладок під підшву. Скріплення типу КБ відрізняються металоємкістю і багато детальністю: на укладання 1км колії зі скріплення ми КБ і рейками Р65 витрачається близько 40 т металу; на 1 шпалу потрібно 4 закладні та 4 клемні болти, що на один кілометр складає близько 16000 болтів.

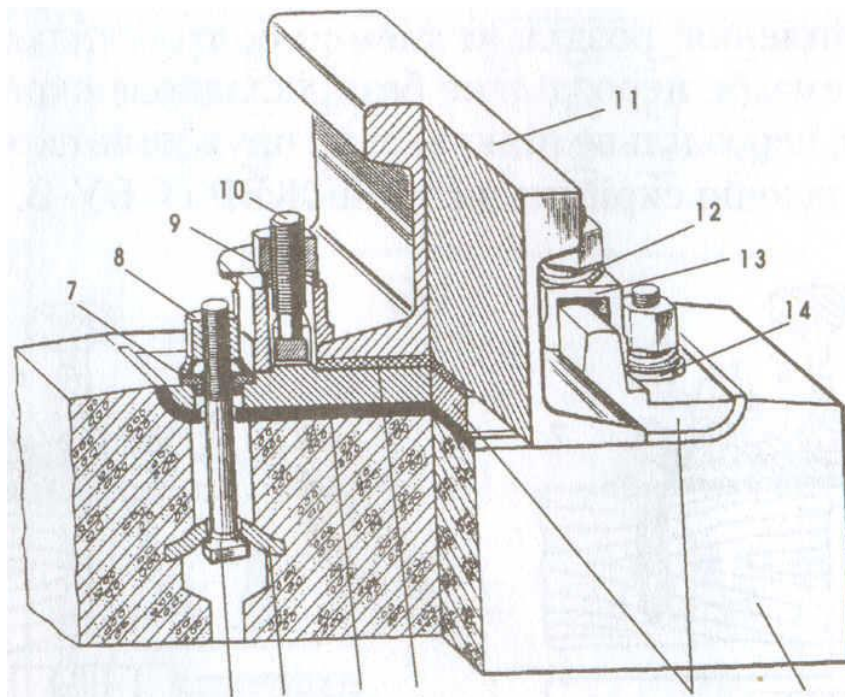


Рисунок 1.2 - Роздільне клемно-болтове проміжне скріплення типу КБ із жорсткими клемами:

1 - залізобетонна шпала; 2 - підкладка; 3 - прокладка під підшву рейки; 4 - прокладка під підкладку; 5 - закладна шайба; 6 - закладний болт; 7 - текстолітова втулка; 8 - гайка закладного болту; 9 - гайка клемного болту; 10 - клемний болт; 11 - рейка; 12 - шайба клемного болту; 13 - клема; 14 - шайба закладного болту.

Проміжне пружне скріплення типу КПП-7

Поширення швидкісних ділянок колії на Україні при змішаному русі вимагало розробки зовсім нового типу скріплення, здатного забезпечити надійну роботу колії. Відповідно до цього було розроблене безпідкладочне шурупо-дюбельне проміжне пружне скріплення типу КПП-7. Пружне скріплення типу КПП-7 призначене для застосування у безстиковій колії на залізобетонних шпалах типу Ш-7, із рейками типу Р65.

Скріплення типу КПП-7 складається з двох пружних клем типу КП-7, прокладки типу ПРП-7, двох шайб типу ШГ-7, двох шайб типу ШВ-7, двох вкладишів ізолюючих типу ВІП-7 та чотирьох колійних шурупів типу ШК-7. Загальний вигляд і розміри елементів скріплення типу КПП-7 наведені на рис. 1.19.

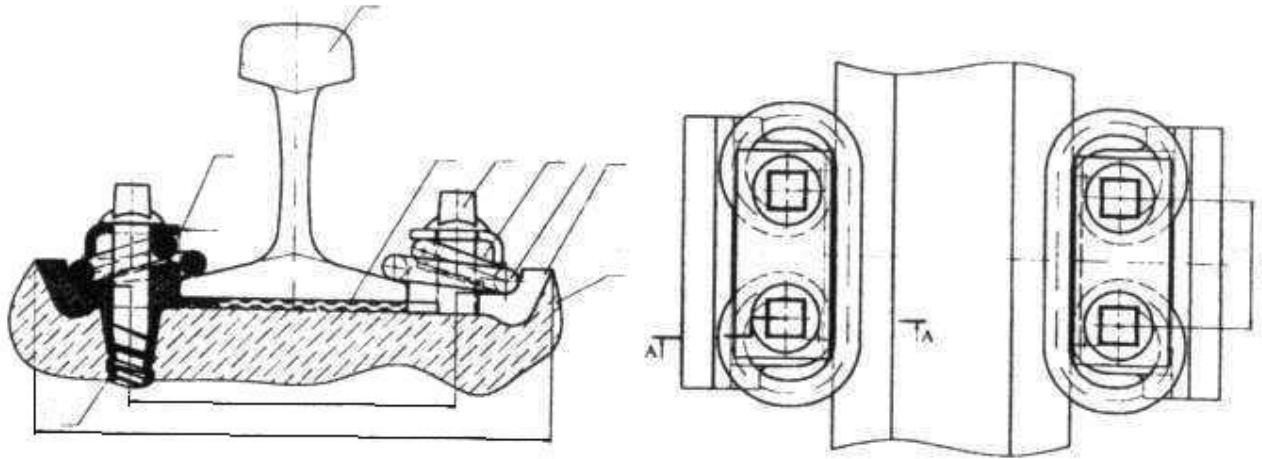


Рисунок 1.3 – Безпідкладочне проміжне пружне скріплення типу

КПП-7 з клемою типу КП-7

1 – клема пружна типу КП-7; 2 – прокладка типу ПРП-7; 3 – шайба типу ШГ-7; 4 – шайба типу ШВ-7; 5 – вкладиш ізолюючий типу ВІП-7; 6 – шуруп типу ШК-7; 7 – дюбель; 8 – шпала залізобетонна типу Ш-7

Особливості конструкції

Пружні клеми типу КП-7 призначені для прикріплення рейки до залізобетонних шпал типу Ш-7. кожна пружна клема типу КП-7 забезпечує притиснення рейок до основи із зусиллям не менше 12,5 кН. Постійне притиснення рейки до основи повинно бути із зусиллям (обох пружних клем типу КП-7) не менше 25 кН.

Вкладиші ізолюючі типу ВІП-7 призначені для утримання ширини колії та електричної ізоляції елементів скріплення.

Прокладки типу ПРП-7 призначені для забезпечення пружності підрейкової основи, що зменшує динамічні навантаження від рухомого складу і захищає залізобетонні шпали від руйнування.

Шайби типу ШГ-7 (шайби Г-подібні) призначені для утримання у вертикальній площині шурупа.

Безпідкладкове рейкове скріплення типу ЖБР

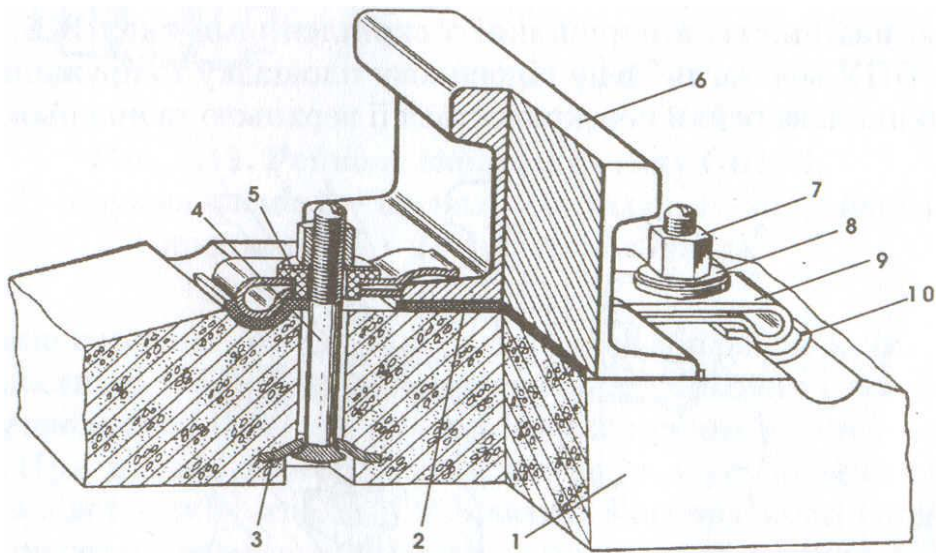


Рисунок 1.4 – Безпідкладкове рейкове скріплення типу ЖБР

1 - залізобетонна шпала; 2 - прокладка під подошву рейки; 3 - закладна шайба; 4 - закладний болт; 5 - текстолітова втулка; 6 - рейка; 7 - гайка закладного болту; 8 - шайба закладного болту; 9 - пружин на клема; 10 - ізоляційна прокладка клеми

Безпідкладкове скріплення типу ЖБР (рис. 1.18) відрізняється підвищеною надійністю в порівнянні з скріпленнями типу ЖБ, також, як і скріплення БПУ, має заглиблену підрейкову площадку та пружинну пруткову клеми, якою подошва рейки перекривається її верхньою та нижньою вітками

2 АНЛІЗ РОБОТИ СКРІПЛЕНЬ КБ-65 ТА КПП-7 В КОЛІЇ (за даними експериментальних досліджень)

Підвищення вантажонапруженості на території Укрзалізниці, збільшення швидкості руху до 160 км/год та осьового навантаження, суттєво вплинуло на забезпечення стабільності роботи залізничної колії в цілому.

Одним із факторів по забезпеченню стабільності роботи залізничної колії, являється надійність зв'язків рейок з підрейковою основою, що забезпечується проміжними рейковими скріпленнями. За останні роки запропоновано та розроблено десятки видів конструкцій проміжних рейкових скріплень, але тільки деякі з них прийняті для широкої експлуатації. Однак підчас тривалої експлуатації на ділянках з великою вантажонапруженістю, особливо в кривих малого радіуса, та в стрілочних переводах (в передньому вильоті рамної рейки та в перевідній кривій), де відбувається збільшення поїзного навантаження в поперечно-горизонтальній площині – інтенсивно порушується надійність роботи елементів окремих видів проміжного рейкового скріплення, із-за частоти відмов його елементів. Це призводить до незабезпечення стабільності характеристик конструкції верхньої будови колії між плановими ремонтами, що нерідко супроводжується додатковими затратами на певних стадіях експлуатації проміжних рейкових скріплень.

Причиною цього є недостатність науково-обґрунтованих вимог, по забезпеченню надійності роботи елементів вузла проміжних рейкових скріплень на протязі всього міжремонтного періоду.

Із використанням залізобетонних шпал, одночасно підвищилась і жорсткість залізничної колії, тим самим збільшуючи імовірність появи різних дефектів та пошкоджень в рейках, а також і вібраційної взаємодії між елементами верхньої будови колії. Незадовільний вплив вище зазначених факторів в певній мірі проявляється опором конструкції колії збільшеному поїзному навантаженню в поперечно-горизонтальній площині. Це в основному спостерігається особливо в кривих малого радіуса та в стрілочних переводах, особливо в передньому вильоті рамної рейки та в перевідній

кривій, де величина дії бічних сил згідно з статистичним аналізом коливається від 75 до 130 кН.

Результатом дії таких сил є поява у певних місцях елементів скріплення значного напружено-деформованого стану, що впливає на стабільність роботи елементів вузла проміжного рейкового скріплення типу КБ та КПП-5, які на даний час є основними по всій мережі Укрзалізниці.

Найбільш-достовірні місця напружено-деформованого стану в елементах вузла проміжного рейкового скріплення, в яких в подальшому підчас тривалої експлуатації можуть виникнути пошкодження переважно від дії бічних сил, визначались в основному експериментальними методами, що проводились у 60-70-х роках минулого століття, або в окремих випадках теоретичними розрахунками.

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год			
		40	60	80	
КПП 7	Середнє значення	143	150	152	160
	Середньоквадратичне відхилення	21,9	24,5	17,9	16
	Максимально ймовірна величина	198	212	196	200
	Максимально спостережена величина	161	197	187	186
КБ	Середнє значення	140	130	125,6	142
	Середньоквадратичне відхилення	8	14,4	23,2	16,2
	Максимально ймовірна величина	160	167	183,6	182
	Максимально спостережена величина	148	152	173	167

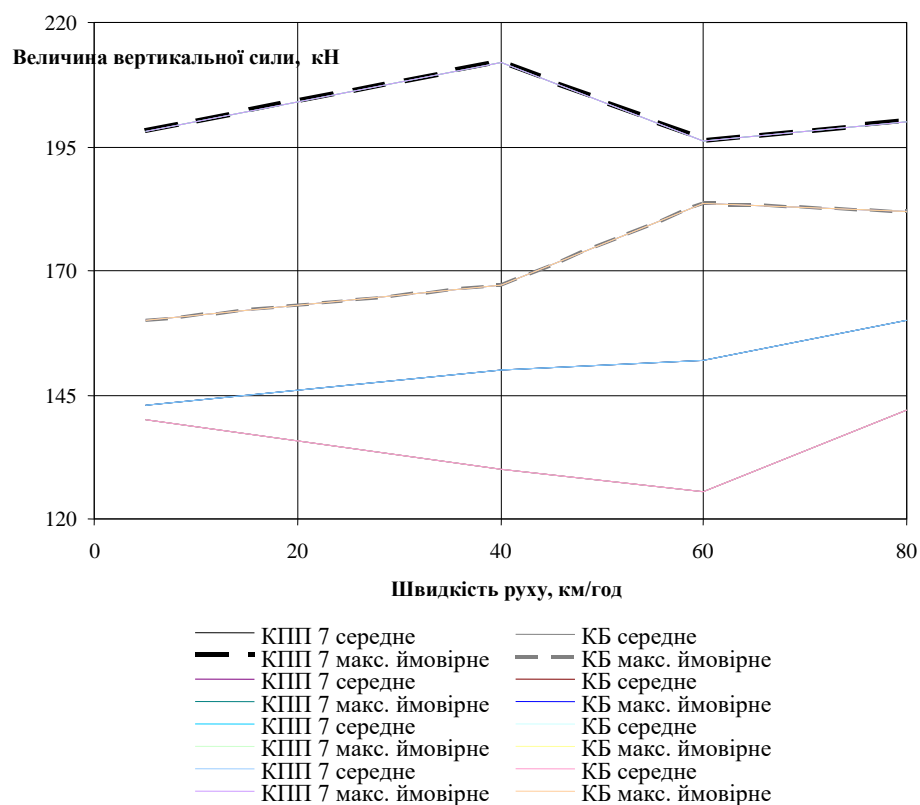


Рисунок 2.1 – Графік зміни величини вертикальних сил, що діють на рейку, під час руху локомотиву ЧС-2 з різною швидкістю, кН

Таблиця 2.2 – Вертикальні сили, що діють на рейку, під час руху піввагону з нормативним завантаженням 91 т, кН

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год			
		5	40	60	80
КПП 7	Середнє значення	139	158	137	163
	Середньоквадратичне відхилення	18,4	25	23	25
	Максимально ймовірна величина	185	220	194	227
	Максимально спостережена величина	168	212	183	229
КБ	Середнє значення	137	134	127,3	129
	Середньоквадратичне відхилення	6,7	28	24,3	25,8
	Максимально ймовірна величина	153,8	203	188	194
	Максимально спостережена величина	145	165	167	191

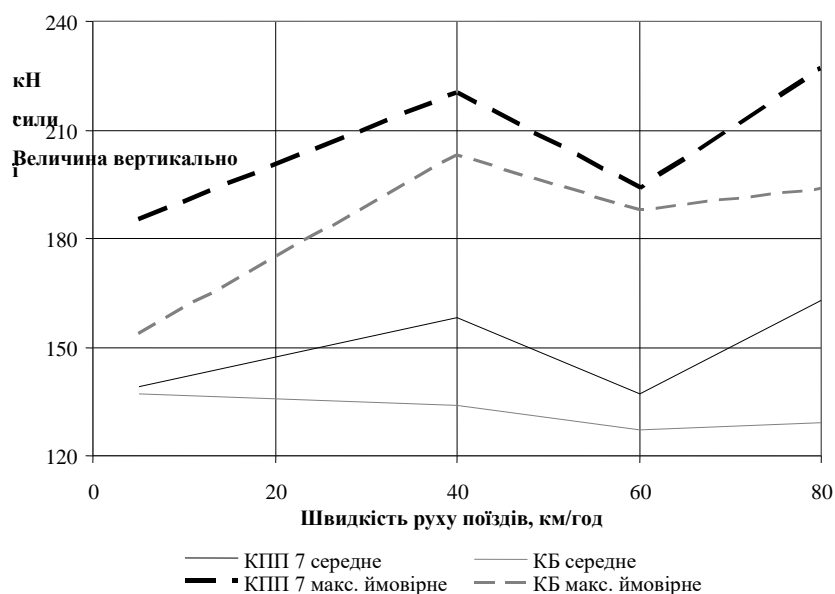


Рисунок 2.2 – Графік зміни вертикальних сил, що діють на рейку, під час руху з різною швидкістю піввагона з нормативним завантаженням 91 т, кН

Таблиця 2.3 – Вертикальні сили, що діють на рейку, під дією пасажирського вагону, кН

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год			
		5	40	60	80
КПП 7	Середнє значення	84,9	77	79	103
	Середньоквадратичне відхилення	8,6	17,7	14	10
	Максимально ймовірна величина	106	159	114	129
	Максимально спостережена величина	92	146	116	123
КБ	Середнє значення	101,5	130	97,8	129
	Середньоквадратичне відхилення	4,3	12,4	19	14
	Максимально ймовірна величина	112	161	145	164
	Максимально спостережена величина	106	165	131	148

2.1 АНАЛІЗ ВЕРТИКАЛЬНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ РЕЙКИ ПІД ДІЄЮ КОЛЕС РІЗНИХ ЕКІПАЖІВ

Результати вертикальних переміщень рейки приведені в таблицях 2.4–2.5.

Середні значення переміщення рейки на ділянці колії зі скріпленням КПП-7 не перевищують 1,5-1,6 мм. В той же час переміщення рейки на ділянці колії зі скріпленням КБ у середньому дорівнював 4,0–4,4 мм. Середньоквадратичне відхилення величини переміщення на дослідній і

контрольній ділянках було незначним і не перевищувало 0,09 мм на ділянці колії зі скріпленням КПП-7, і 0,3 мм – на ділянці колії зі скріпленням КБ. Тому максимально ймовірні величини прогинів не перевищували 1,7 мм на колії зі скріпленням КПП-7, і 4,9 мм – на ділянці колії зі скріпленням КБ.

Як бачимо, в даних дослідах зі скріпленням КБ вертикальні переміщення рейки більші в 1,5 рази. Пояснити це можна тільки різною жорсткістю колії в частині, яка залежить від жорсткості баластового шару, та люфтами, що утворилися після тривалої обкатки поїздами, як дослідної, так і контрольної ділянок.

Дані вимірювань показують, що величина вертикального переміщення рейки практично не залежить від швидкості руху екіпажів. Під колесами локомотиву ЧС2 і напіввагоном отримані майже однакові величини вертикального переміщення рейки. Під колесами пасажирського вагону вертикальні переміщення рейки за величиною були значно менші, ніж під локомотивом ЧС2 і напіввагоном, тому в звіті не подаються.

Дослідження колії зі скріпленням КПП-5 на Львівській залізниці показали, що під колесами різних типів екіпажів пружні переміщення рейки не перевищували 3,5 мм. Досліди роботи такої самої колії на Південно-Західній залізниці показали, що вертикальні переміщення не перевищували 2,7 мм. Інші дослідження, наприклад [1], показали, що колія зі скріпленням КБ і рейками типу Р65 прогиналися до 3 мм.

Але в цілому можна зробити висновок про те, що колія зі скріпленням КПП-7 отримує вертикальні прогини рейки, величини яких знаходяться в межах величин характерних для конструкції колії з залізобетонними шпалами і скріпленням КБ-65.

Таблиця 2.4 – Величина вертикального пружного переміщення (прогину) головки рейки під локомотивом ЧС-2, мм

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год			
		5	40	60	80
КПП 7	Середнє значення	1,22	1,56	1,54	1,67
	Середньоквадратичне відхилення	0,03	0,07	0,1	0,05
	Максимально ймовірна величина	1,30	1,74	1,79	1,80
	Максимально спостережена величина		1,64	1,7	1,8
КБ	Середнє значення	4,37	4,03	4,21	3,82
	Середньоквадратичне відхилення	0,18	0,08	0,07	0,33
	Максимально ймовірна величина	4,81	4,23	4,39	4,66
	Максимально спостережена величина				

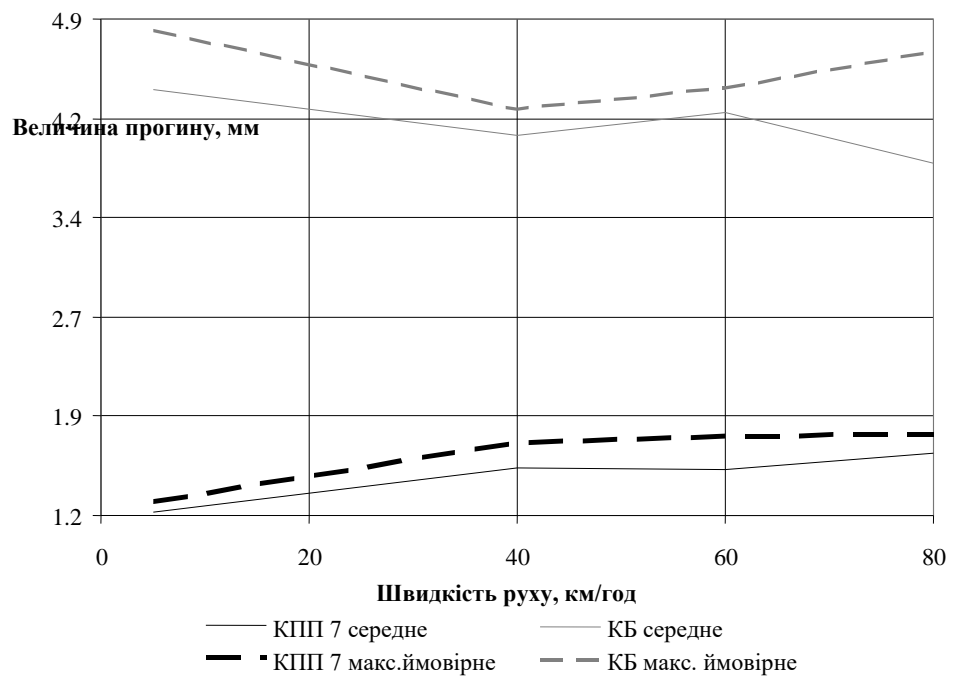


Рисунок 2.4 – Величина вертикального пружного переміщення (прогину) головки рейки під локомотивом ЧС-2, мм

Таблиця 2.5 – Величина вертикального пружного переміщення(прогину) рейки під напіввагоном з нормативним завантаженням 91 т, мм

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год			
		5	40	60	80
КПП 7	Середнє значення	0.98	1.48	1.5	1.6
	Середньоквадратичне відхилення	0.09	0.06	0.08	0.04
	Максимально ймовірна величина	1.21	1.63	1.70	1.70
	Максимально спостережена величина		1.62	1.7	1.7
КБ	Середнє значення	4.18	4.04	4.36	4.09
	Середньоквадратичне відхилення	0.19	0.09	0.11	0.32
	Максимально ймовірна величина	4.38	4.26	4.64	4.88
	Максимально спостережена величина				

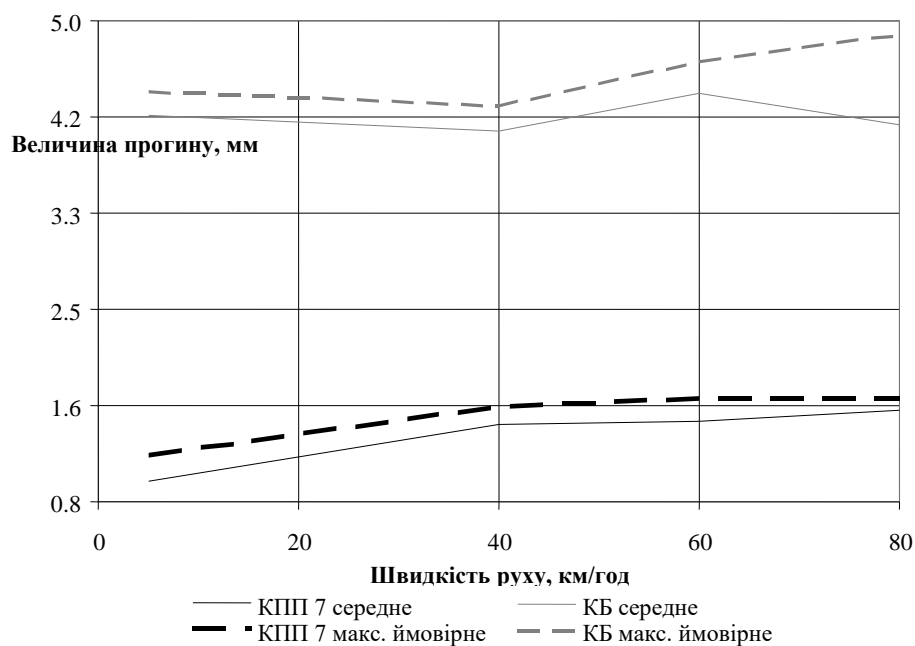


Рисунок 2.5 – Величина вертикального пружного переміщення(прогину) рейки під напіввагоном з нормативним завантаженням 91 т, мм

2.2 АНАЛІЗ НАПРУЖЕНЬ В КРОМКАХ ПІДОШВИ РЕЙОК

Головний елемент колії – рейка, відіграє вирішальну роль у безпеці руху поїздів. Динамічні напруження, що виникають під час руху екіпажів, є одним із основних показників міцності рейки. При впровадженні нових елементів конструкції колії обов'язково необхідно проаналізувати вплив рухомого складу на величину напружень, що виникають в рейці. Нормована величина допустимих напружень розтягання-стискання рейки складає 240 МПа. В експериментальних випробуваннях колії досліджувалися напруження розтягання кромки рейки, які виникають в результаті згинання рейки.

Результати вимірів напружень кромки рейки аналізувалися окремо в кожному перерізі рейки, окремо для кожного екіпажу та його вісей в залежності від швидкості руху дослідного поїзда. В процесі випробувань колії щодня змінювалися локомотиви і бригади, що їх обслуговують. Це також було враховано при опрацюванні даних вимірів, шляхом згрупування даних так, щоб було отримане найбільше за величиною напруження в кромці рейки. Такий підхід дозволяє підсилити гарантії висновку про наявність міцності рейки за критерієм напружень розтягання-стискання.

Результати вимірювань напружень в підшві рейки приведені в таблицях 2.6– 2.7.

Найбільші за величиною напруження виникали під дією коліс локомотива ЧС2. На дослідній ділянці колії зі скріпленням КПП-7 величина напружень не перевищувала в середньому 113 МПа, максимально ймовірна величина складала 143 МПа, максимальна спостережена – 140 МПа. На контрольній двлянці колії зі скріпленням КБ-65 середня величина напружень не перевищує 138 МПа, а максимально ймовірна – 182 МПа. Максимальна спостережена величина напруження не перевищує 168 МПа. При зміні швидкості руху дослідного поїзда від 40 км/год до 80 км/год середня величина напружень в підшві рейки зростає від 91 МПа до 113 МПа, тобто в 1,25 рази більше, на ділянці колії зі скріпленням КПП-7, а на контрольній ділянці змінюється відповідно зі 122 МПа до 138 МПа, тобто збільшується в

1,13 рази.

Під колесами чотиривісних напіввагонів, завантажених нормативним вантажем 91 т, на дослідній ділянці колії зі скріпленням КПП-7 напруження в рейці в середньому не перевищували 82 МПа, а максимально ймовірна величина напруження складала 106 МПа. На контрольній ділянці середні величини напружень не перевищували 91 МПа, а максимально ймовірні – 143 МПа.

При зростанні швидкості руху під колесами напіввагонів напруження зростають. На дослідній ділянці колії зі скріпленням КПП при зміні швидкості від

40 км/год до 80 км/год середні значення напружень збільшилися від 59 МПа до 82 МПа, тобто в 1,4 рази. На контрольній ділянці зі скріпленням КБ-65 напруження відповідно зростають від 72 МПа до 91 МПа, тобто в 1,26 рази.

Максимальна величина спостережених напружень складала:

- на колії зі скріпленням КПП-7 – 113 МПа;
- на колії зі скріпленням КБ-65 – 146 МПа.

Випробування колії зі скріпленням КПП-7 показали, що напруження в підшві рейок не перевищують допустимої величини 240 МПа. Рівень напружень в рейках колії зі скріпленням КПП-7 відповідає рівню напружень в рейках, які вимірювалися на контрольній ділянці колії зі скріпленням КБ-65.

Таблиця 2.6 – Величина напружень, що виникають в кромці
 підошви рейки під локомотивом ЧС-2, МПа

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год		
		40	60	80
КПП 7	Середнє значення	91.2	94.4	113
	Середньоквадратичне відхилення	16.2	19.3	10.1
	Максимально ймовірна величина	131.7	142.7	138.3
	Максимально спостережена величина	115.0	137.0	130.0
КБ	Середнє значення	122	133.7	138
	Середньоквадратичне відхилення	13.1	19.3	15
	Максимально ймовірна величина	154.7	182	175
	Максимально спостережена величина	147.5	168	162

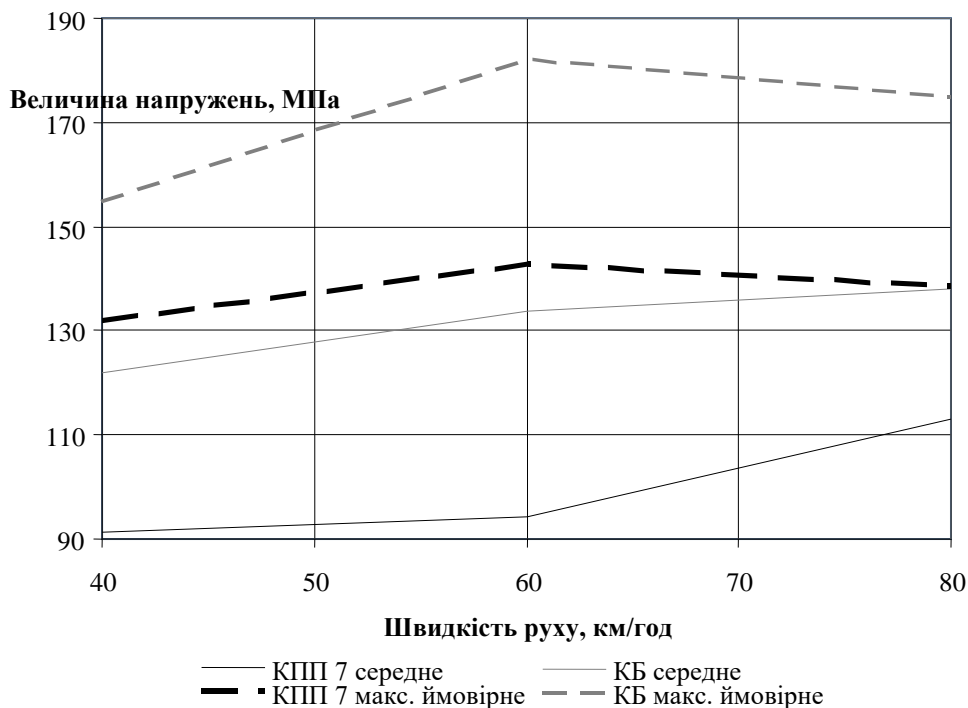


Рисунок 2.6 – Залежність величини напружень, що виникають в кромці підшви рейки під локомотивом ЧС-2 від швидкості руху, МПа

Таблиця 2.7 – Величина напружень, що виникають в кромці підшви рейки під напіввагоном з нормативним завантаженням 91 т, МПа

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год		
		40	60	80
КПП 7	Середнє значення	58,7	70,5	81,9
	Середньоквадратичне відхилення	9,8	14,2	6
	Максимально ймовірна величина	83,2	106	96,9
	Максимально спостережена величина	80	97	93
КБ	Середнє значення	71,7	88	91
	Середньоквадратичне відхилення	16	14,5	21
	Максимально ймовірна величина	111	124	143
	Максимально спостережена величина	107	110	119

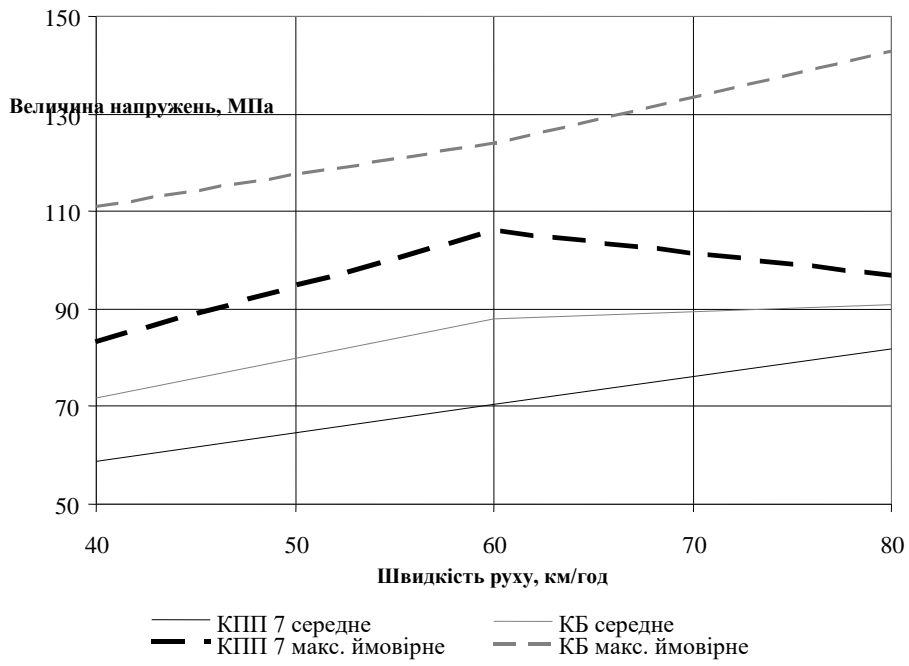


Рисунок 2.7 – Напруження, що виникають в кромці підшви рейки під напіввагоном з нормативним завантаженням 91 т, МПа

2.3 АНАЛІЗ БІЧНИХ СИЛ

Взаємодія поїзда і колії в горизонтальній площині оцінювалася величиною горизонтальної бічної сили та величиною бічного віджимання рейки, які виникають, головним чином, від набігання коліс екіпажів дослідного поїзда на бічну грань головки рейки.

Результати бічних сил, діючих на рейку від коліс різних екіпажів, приведені в таблицях 2.8–2.9.

Аналіз отриманих результатів показує наступне. Найбільші бічні сили виникають при низьких швидкостях, як на дослідній ділянці колії зі скріпленням КПП-7, так і на контрольній ділянці зі скріпленням КБ. Наприклад, на ділянці зі скріпленням КПП-7 найбільша середня величина бічної сили складає 72 кН при швидкості 5 км/год від дії коліс локомотива ЧС2 та 41,4 кН – від дії коліс напіввагона. При зростанні швидкості руху екіпажів середня величина бічної сили зменшується до 57,2 кН від дії локомотива ЧС2 і до 26,5 кН – від дії коліс напіввагона, тобто зменшилася в 1,26 рази під колесами ЧС2 і в 1,56 рази – від дії коліс напіввагона, тобто зменшуються в 1,26 рази.

На контрольній ділянці зі скріпленням КБ величина найбільшої середньої сили дорівнює 78 кН під дією коліс локомотива ЧС2 і 36,4 кН – під колесами напіввагонів. При збільшенні швидкості руху екіпажів до 80 км/год середні значення бічної сили зменшуються до 62 кН під дією коліс локомотива ЧС2 і до 28,8 кН – під колесами напіввагонів.

Максимальні ймовірні величини бічної сили на ділянці колії зі скріпленням КПП-7 дорівнюють 93 кН від дії коліс локомотива ЧС2 і 78 кН – від дії коліс напіввагонів. На контрольній ділянці колії зі скріпленням КБ максимальні ймовірні величини бічних сил не перевищують 113 кН під дією коліс локомотива ЧС2 і 80,7 кН – під колесами напіввагонів. Тобто, більш пружне в горизонтальному бічному напрямку скріплення КПП-7, у порівнянні зі скріпленням КБ, є причиною зменшення бічних сил під

локомотивом ЧС2 із тривісними візками в 1,1 рази за середніми величинами і в 1,2 – за максимально ймовірними.

Бічні сили в даних дослідях виявилися значно більшими, ніж в експериментальних дослідженнях колії зі скріпленням КПП-5, виконаних на Львівській та Південно-Західній залізницях. Так ці дослідження бічних сил під дією різних екіпажів показали, що максимальні ймовірні величини не перевищували 61 кН, і 37 кН – в дослідях на Південно-Західній залізниці [1]. Це говорить про те, що колія, де рейка охоплена полімерними вкладками, більш пружна в бічному напрямі, краще гасить бічну динаміку та виникаючі сили. Крім того, на Південно-Західній залізниці досліджувалася колія на ділянці кривої радіусом 1200 м під дією електровоза ВЛ8, який має двовісні візки, що значно покращують вписування ходових частин локомотива порівняно з локомотивом ЧС2 із тривісними візками. Досліди на Львівській залізниці виконувалися в кривій $R=600$ м.

Висновок. Вцілому дані дослідів вказують на те, що бічні сили за величиною значно менші, ніж сили вертикальні, а тому явище вкочування коліс поїзда на рейку по причині застосування в експлуатації скріплення КПП-7, не відбудеться.

Таблиця 2.8 – Бічна сила, що виникає в головці рейки, від руху локомотива ЧС-2, кН

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год			
		5	40	60	80
КПП 7	Середнє значення	71,7	64,1	55,2	57,23
	Середньоквадратичне відхилення	8,6	10,1	7,35	10,7
	Максимально ймовірна величина	93,2	89,4	73,6	84
	Максимально спостережена величина	80	84	70	80
КБ	Середнє значення		77,9	73,3	62
	Середньоквадратичне відхилення		14	8,4	7,9
	Максимально ймовірна величина		112,9	94,3	81,7
	Максимально спостережена величина		105	91,7	78,8

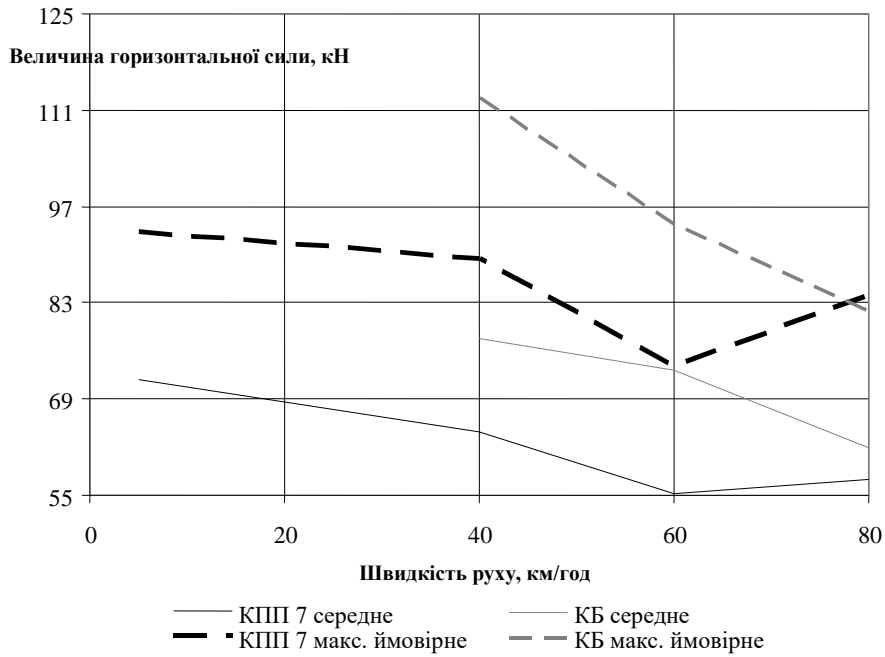


Рисунок 2.8 – Бічна сила, що виникає в головці рейки, від руху локомотива ЧС-2, кН

Таблиця 2.9 – Бічна сила, що діє на головку рейки під час руху напіввагону з нормативним завантаженням 91т, кН

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год			
		5	40	60	80
КПП 7	Середнє значення	41,4	27,7	24,1	26,53
	Середньоквадратичне відхилення	14,5	10,1	13,8	4,7
	Максимально ймовірна величина	77,7	53	58,6	38,3
	Максимально спостережена величина	79	38	46	37
КБ	Середнє значення		36,4	36,5	28,8
	Середньоквадратичне відхилення		7,8	17,7	14,7
	Максимально ймовірна величина		55,9	80,7	65,6
	Максимально спостережена величина		54	65,16	52,3

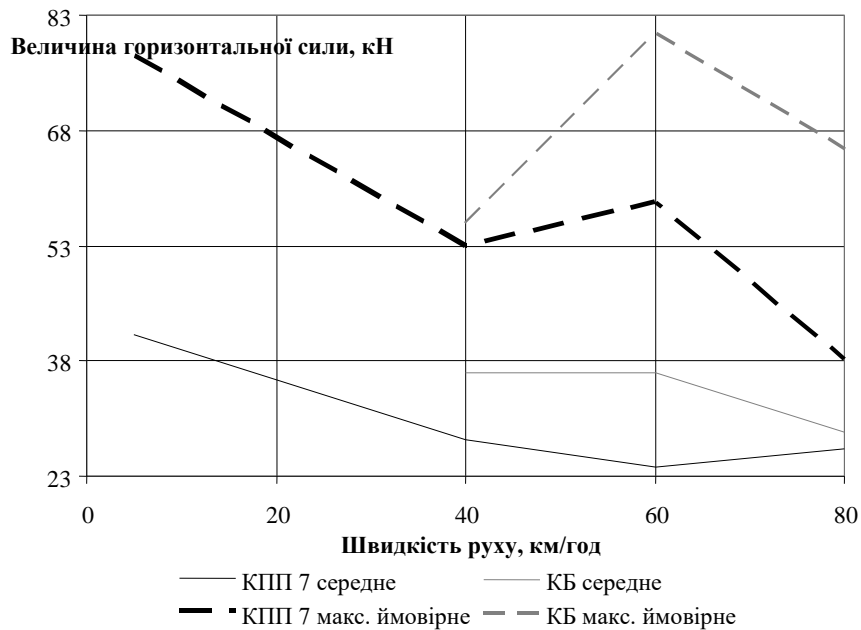


Рисунок 2.9 – Бічна сила, що діє на головку рейки під час руху напіввагону з нормативним завантаженням 91т, кН

2.5 АНАЛІЗ БІЧНОГО ВІДЖИМАННЯ ГОЛОВКИ РЕЙКИ

Бічне віджимання рейки – один із основних параметрів, по якому потрібно оцінювати наявність безпеки руху поїздів, якщо впроваджується в колію нова конструкція проміжного скріплення. Бічні віджимання – це горизонтальне поперечне переміщення головки рейки під дією коліс екіпажів дослідного поїзда. Бічне віджимання вимірюються за допомогою прогиномірів в тих самих перерізах колії, де визначалися бічні сили.

Результати вимірювань бічного віджимання головки наведені в таблицях 2.10–2.11. Проаналізуємо віджимання рейки під дією локомотива ЧС2.

Найбільші віджимання головки рейки мали місце при швидкості руху дослідного поїзда 40 км/год. З таблиці 2.10 видно, що під локомотивом ЧС2 більші віджимання головки рейки мали місце на ділянці зі скріпленням КБ і досягали в середньому 4,1 мм при швидкості руху 40 км/год. На ділянці колії зі скріпленням КПП-7 бічне віджимання в середньому не перевищувало 2,4 мм, що в 1,5 рази менше, ніж на ділянці колії зі скріпленням КБ. При

збільшенні швидкості руху до 80 км/год віджимання головки рейки зменшується і в середньому складає 3,1 мм на ділянці зі скріпленням КБ, і 2,2 мм – на ділянці зі скріпленням КПП-7. Максимально ймовірні величини віджимання головки рейки на ділянці зі скріпленням КБ дорівнюють 5,4 мм при швидкості руху 40 км/год і 4,1 мм – при швидкості руху 80 км/год. Ці ж величини на дослідній ділянці зі скріпленням КПП-7 складають 3,25 мм при швидкості 40 км/год і 2,9 мм – при швидкості 80 км/год.

Під колесами напіввагона бічні віджимання головки рейки виявилися значно меншими, ніж під колесами локомотива ЧС2. При швидкості руху 60 км/год величини бічного віджимання на ділянці колії зі скріпленням КБ і в середньому дорівнювали 1,7 мм, і 0,9 мм – на ділянці зі скріпленням КПП-7. При збільшенні швидкості руху екіпажів середня величина бічного віджимання під вагоном і локомотивом зростає, але не перевищує 1,9 мм на ділянці колії зі скріпленням типу КБ.

Під колесами напіввагона максимально ймовірні величини віджимання головки рейки на ділянці колії зі скріпленням КБ досягають 4,1 мм, як і під локомотивом. На ділянці зі скріпленням КПП-7 під напів вагоном максимально ймовірні величини віджимання склали 1,5 мм, тобто менші у 2,7 рази, ніж на контрольній ділянці зі скріпленням КБ, і в 2,1 рази менші, ніж під колесами локомотива ЧС2. Пояснити це можна різницею конструкцій візків напіввагона і локомотива ЧС2.

На Львівській залізниці в кривих ділянках колії $R=600$ м зі скріпленням

КПП-1 були зафіксовані найбільші бічні віджимання до 3,5 мм, а на Південно-Західній залізниці в кривих ділянках колії з $R=1200$ м – 2,6 мм.

У колії зі скріпленням КПП-7 під дією коліс ЧС-2 і вантажного напіввагона виникають бічні віджимання головки рейки до 3,25 мм, що значно менше бічних віджимань рейки, які спостерігаються при застосуванні скріплення типу КБ-65, і відповідає рівню значень віджимання рейки колії зі скріпленням типу КПП-5.

Таблиця 2.10 – Величина горизонтального віджимання головки рейки під локомотивом ЧС-2, мм

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год		
		40	60	80
КПП 7	Середнє значення	2,37	2,24	2,15
	Середньоквадратичне відхилення	0,35	0,33	0,27
	Максимально ймовірна величина	3,25	3,07	2,83
	Максимально спостережена величина	3,0	3,01	2,7
КБ	Середнє значення	4,1	3,9	3,16
	Середньоквадратичне відхилення	0,5	0,45	0,5
	Максимально ймовірна величина	5,4	5,01	4,3
	Максимально спостережена величина	4,9	4,54	4,2

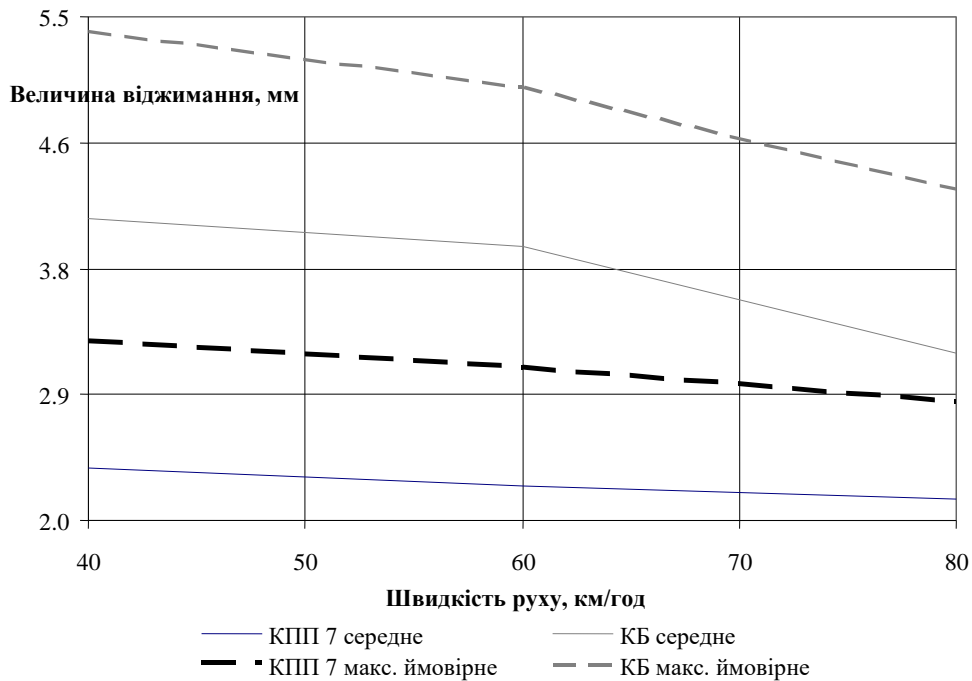


Рисунок 2.10 – Величина горизонтального віджимання головки рейки під локомотивом ЧС-2, мм

Таблиця 2.11 – Величина горизонтального віджимання головки рейки під напіввагоном з нормативним завантаженням 91 т, мм

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год		
		40	60	80
КПП 7	Середнє значення	0,93	0,33	0,57
	Середньоквадратичне відхилення	0,19	0,16	0,37
	Максимально ймовірна величина	1,41	0,73	1,50
	Максимально спостережена величина	1,3	0,7	1,3
КБ	Середнє значення	0	1,7	1,9
	Середньоквадратичне відхилення	0	0,96	0,6
	Максимально ймовірна величина	0	4,1	3,4
	Максимально спостережена величина		3,3	3

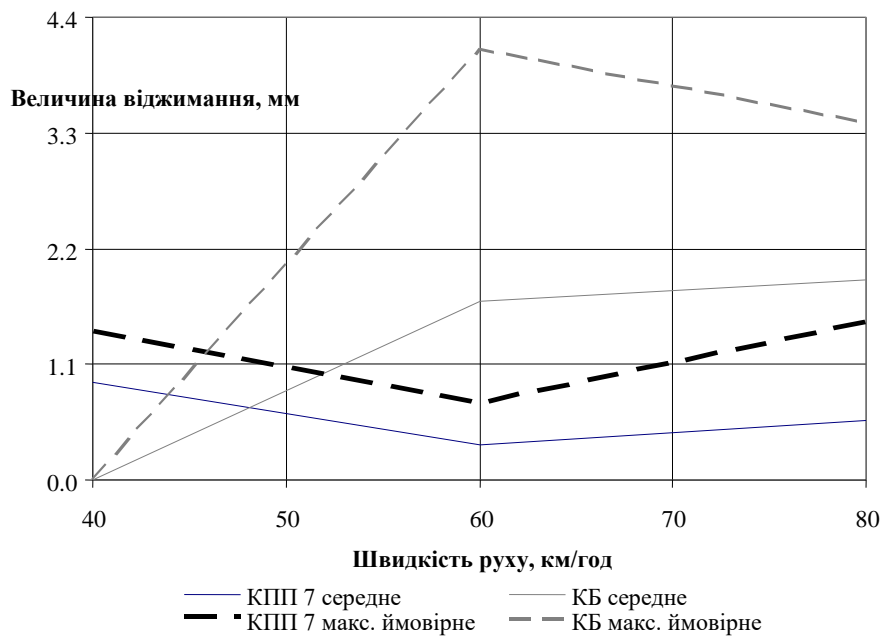


Рисунок 2.11 – Величина горизонтального віджимання головки рейки під напіввагоном з нормативним завантаженням 91 т, мм

2.6 АНАЛІЗ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ПРУЖНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ВУЗЛА СКРІПЛЕННЯ

Отримані результати наведені в таблицях 2.12-2.13. Наведені дані чітко показують на те, що деформативні характеристики скріплення КПП-7 значно нижчі, ніж скріплення КБ-65.

При швидкості руху локомотива ЧС-2 5 км/год, що практично відповідає умовам статичного навантаження, середнє значення вертикального стискання скріплення КПП-7 складає 0,3 мм, то скріплення КБ-65 стискається до 0,6 мм, тобто вдвічі більше. Під чотиривісним напіввагоном середня величина вертикальної деформації скріплення КПП-7 дорівнює 0,17 мм, а скріплення КБ-65 стискується до 0,46 мм.

Така велика різниця величини вертикальної деформації скріплень КПП-7 та КБ-65 пояснюється різною конструкцією скріплень. Скріплення КБ-65 має дві пружні гумові прокладки. Підрейкова прокладка має товщину 8 мм, а нащпальна – 12 мм.

Скріплення КПП-7 має тільки одну пружну поліуретанову прокладку ПРП-7 товщиною 10 мм. Конструкції рифлення гумових і поліуретанових прокладок різко відрізняються

Максимально ймовірні вертикальні деформації скріплення КПП-7 під дією локомотива ЧС-2 склали 0,43 мм, а скріплення КБ-65 – 0,85 мм. Під дією напіввагону максимальні ймовірні деформації скріплень відповідно дорівнювали 0,32 мм на ділянці зі скріпленням КПП-7, і 0,72 мм на ділянці колії зі скріпленням КБ-65.

Приведені дані отримані при швидкості руху дослідного поїзда 5 км/год, тобто при статичному завантаженні колії, тому похибки на вплив динамічних факторів практично відсутні. При інших швидкостях руху дослідного поїзда величина вертикальної деформації скріплення змінюється як у більшу, так і меншу сторони, що залежить від конкретних умов взаємодії пари колесо-рейка, а вони в кожному досліді різні, а тому не піддаються

узагальненню при виконанні аналізу.

Висновок по вертикальним деформаціям вузла скріплення.

Вузол дослідного скріплення КПП-7 отримує значно менші вертикальні деформації ніж вузол скріплення КБ-65. Це означає, що скріплення КПП-7 значно жорсткіше у вертикальному напрямі, ніж скріплення КБ-65. На вантажонапружених ділянках це може призвести до підвищення інтенсивності розладу баластового шару [].

Таблиця 2.12 – Вертикальні пружні деформації вузла скріплення від дії коліс локомотиву ЧС-2, мм

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год			
		5	40	60	80
КПП 7	Середнє значення	0.3	0.26	0.26	0.27
	Середньоквадратичне відхилення	0.05	0.05	0.04	0.03
	Максимально ймовірна величина	0.43	0.39	0.36	0.35
	Максимально спостережена величина	0.35	0.35	0.37	0.35
КБ	Середнє значення	0.6	0.42	0.37	0.31
	Середньоквадратичне відхилення	0.1	0.25	0.16	0.11
	Максимально ймовірна величина	0.85	1.05	0.78	0.58
	Максимально спостережена величина	0.74	0.81	0.67	0.58

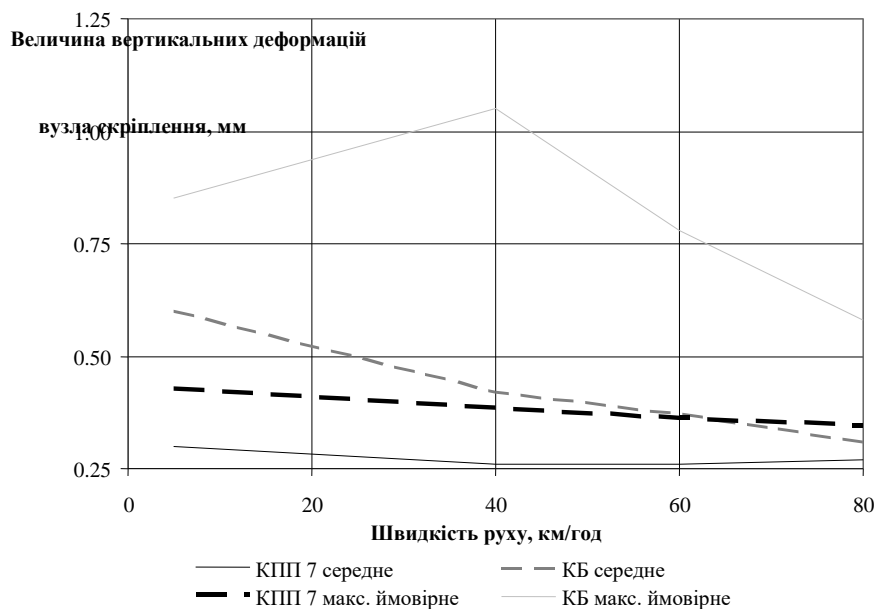


Рисунок 2.12 – Вертикальні пружні деформації вузла скріплення від дії коліс локомотиву ЧС-2, мм

Таблиця 2.13 – Вертикальні пружні деформації вузла скріплення від дії коліс під напіввагоном з завантаженням 91 т, мм

Тип скріплення	Величина дослідного параметру	Швидкість руху екіпажу, км/год			
		5	40	60	80
КПП 7	Середнє значення	0.17	0.18	0.25	0.26
	Середньоквадратичне відхилення	0.06	0.04	0.03	0.03
	Максимально ймовірна величина	0.32	0.28	0.33	0.34
	Максимально спостережена величина	0.21	0.3	0.33	0.36
КБ	Середнє значення	0.46	0.41	0.33	0.31
	Середньоквадратичне відхилення	0.1	0.24	0.19	0.11
	Максимально ймовірна величина	0.72	1	0.8	0.58
	Максимально спостережена величина	0.55	0.74	0.51	0.46

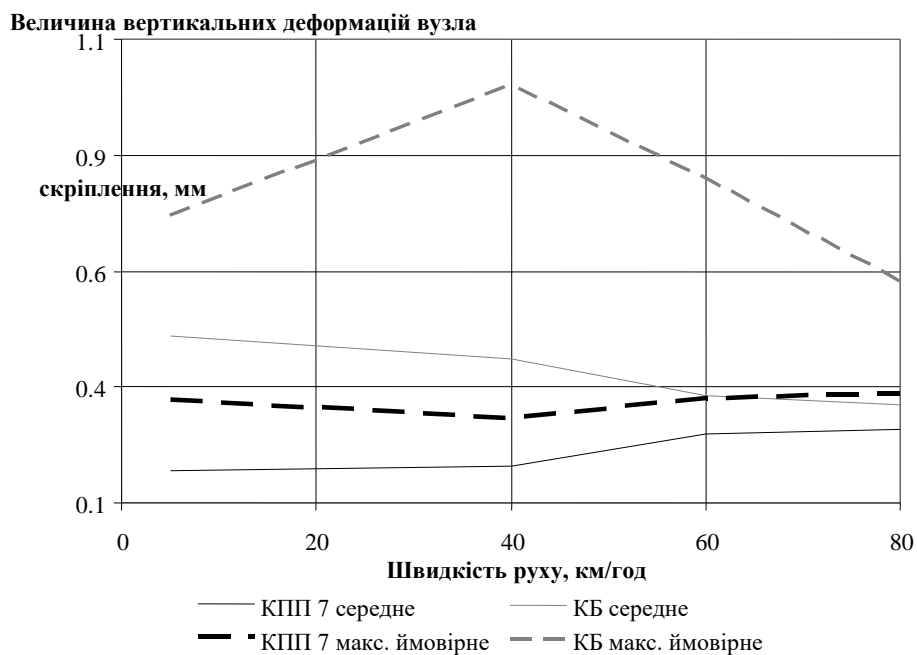


Рисунок 2.13 – Вертикальні пружні деформації вузла скріплення від дії коліс під напіввагоном з завантаженням 91 т, мм

У результаті виконаного аналізу показників було встановлено наступне:

Вертикальні сили, що діяли від колеса на рейку, для всієї сукупності екіпажів не перевищували 197 кН під локомотивом ЧС-2 і 219 кН – під напіввагоном. На контрольній ділянці колії зі скріпленням КБ-65 ці показники складають відповідно 173 кН і 191 кН, тобто менші в 1,2 рази.

Бокові сили, що діють від коліс екіпажів на головку рейки на дослідній колії зі скріпленням КПП-7, не перевищували 84 кН під колесами ЧС-2, 79

кН під напіввагонами. На контрольній ділянці зі скріпленням КБ-65 ці показники складають відповідно 112 кН і 81 кН – максимально ймовірні, та 105 кН і 65 кН – максимально спостережені. Тобто бічні сили на дослідній ділянці зі скріпленням КПП-7 менші в 1,3 рази, ніж на контрольній ділянці зі скріпленням КБ-65.

Вертикальні переміщення (прогини) рейки під дією коліс екіпажів на ділянці колії зі скріпленням КПП-7 не перевищували 1,8 мм під колесами ЧС-2 та 1,7 мм – під колесами напіввагонів.

На контрольній ділянці зі скріпленням КБ-65 ці показники такі:

4,8 мм – під колесами локомотива ЧС-2;

4,9 мм – під колесами напіввагонів.

Пружна деформація скріплення КПП-7 у вертикальній площині не перевищувала 0,37 мм під дією локомотива ЧС-2, і 0,36 мм – під дією напіввагонів. На контрольній ділянці зі скріпленням КБ-65 ці показники становили: 0,8 мм під колесами локомотива ЧС-2, і 0,74 мм – під напіввагонами. Тобто, вертикальна деформативність скріплення КПП-7 вдвоє менша ніж скріплення КБ-65.

Напруження в кромках підшви рейки на колії зі скріпленням КПП-7 під колесами локомотива ЧС-2 не перевищувала 143 МПа, під дією напіввагонів - 106 МПа. На контрольній ділянці колії зі скріпленням КБ-65 ці параметри дорівнюють: 168 МПа під дією локомотива ЧС-2; 119 МПа – під колесами напіввагонів.

Тобто, напруження в рейках на колії зі скріпленням КПП-7 на 12-17 % менше, ніж на колії зі скріпленням КБ-65 і не перевищують допустимої межі 240 МПа.

Бічні віджимання головки рейки під дією різних екіпажів на дослідній ділянці зі скріпленням КПП-7 не перевищує 3,3 мм під колесами локомотива ЧС-2 та 1,5 мм – під колесами 4-вісного напіввагона.

На контрольній ділянці зі скріпленням КБ-65 поперечні віджимання головки рейки досягали:

- 4,9 мм під колесами ЧС-2;
- 4,1 мм – під колесами напіввагона.

Як видно з цих даних, віджимання головки рейки на колії зі скріпленням КПП-7 значно менше, ніж на ділянці зі скріпленням КБ-65, і не перевищує 4 мм.

3 ПОРІВНЯННЯ РОБОТИ СКРІПЛЕНЬ ТИПУ КБ, КП, В КОЛІЇ ЗА ДАНИМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 АНАЛІЗ ВЕРТИКАЛЬНИХ СИЛ, ЩО ПЕРЕДАЮТЬСЯ ВІД ЕКІПАЖІВ НА РЕЙКИ

Отримані результати вертикальних сил, діючих від коліс на рейку різних екіпажів.

Аналіз приведених даних показує наступне:

- найбільші сили виникали на ділянці колії зі скріпленням А і в середньому досягали 148 кН, як під дією локомотивів, так і під колесами піввагонів, що рухалися з максимально дослідженою швидкістю 80 км/год;

– при зменшенні швидкості руху екіпажів до 5 км/год середня величина вертикальних сил зменшується і складає 123 кН під колесами локомотива, і 139 кН – під колесами піввагонів. Тобто, при зміні швидкості від 5 км/год до 80 км/год коефіцієнт динаміки складає 1,14–1,17;

– максимально ймовірні значення вертикальної сили досягають 196кН під локомотивами і 184 кН – під напіввагоном;

Висновок. Проведені дослідження показують, що на колії зі скріпленням КПП-7 вертикальні сили не перевищують за рівнем величини сил.

3.2 АНАЛІЗ ВЕРТИКАЛЬНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ РЕЙКИ ТА ШПАЛИ ПІД ДІЄЮ ЕКІПАЖІВ

Отримані в дослідах величини вертикальних переміщень аналізували для кожної рухомої одиниці поїзда, під окремими вісями екіпажу в залежності від швидкості руху поїзда. Результати вимірювання вертикальних переміщень рейки під дією коліс різних екіпажів приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вертикальні переміщення рейки, мм

Вид екіпажу	V, км/год	Середня величина	S	Максимальне ймовірне	Максимальне спостережене
Локомотив	5	2,63			
	40	2,52	0,15	2,88	2,79
	50	2,57	0,13	2,90	2,69
Локомотив ЧС 2	60	2,56	0,1	2,81	2,70
	60	2,39			
	80	2,49	0,15	2,86	2,70
піввагон	40	2,49	0,22	3,04	2,80
	50	2,69	0,11	3,02	2,86
	60	2,44	0,13	2,77	2,61
	80	2,52	0,12	2,81	2,61

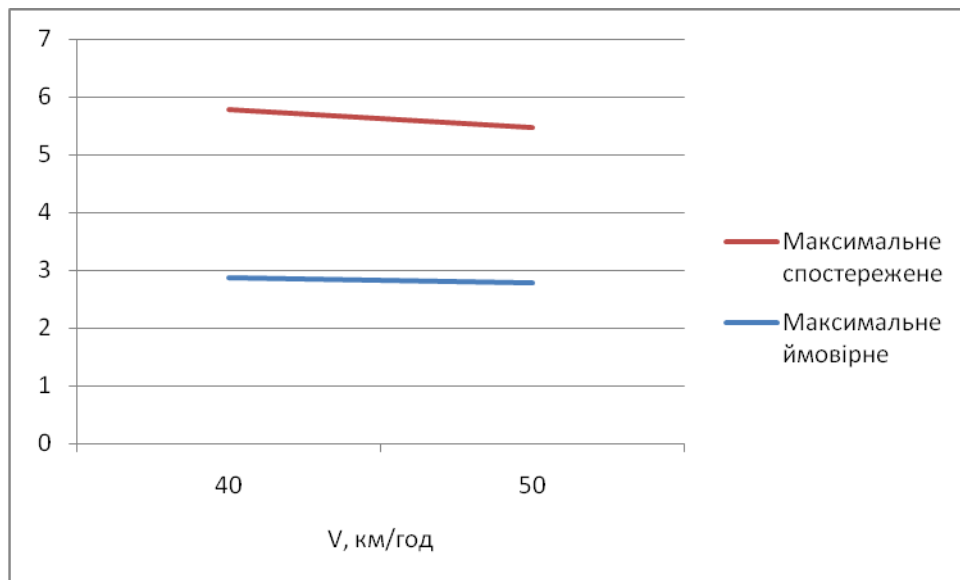


Рисунок 3.1 – Вертикальні переміщення рейки, мм (локомотив)

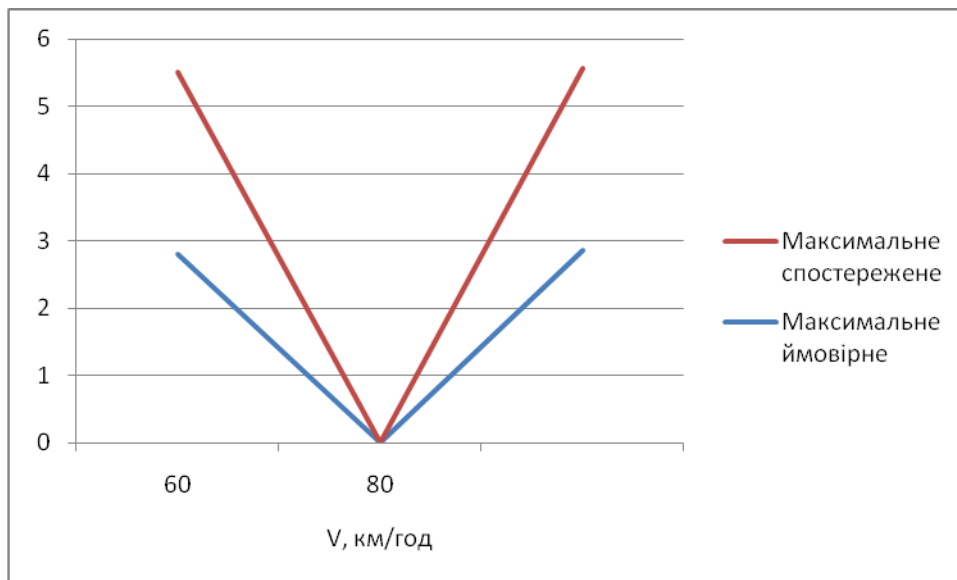


Рисунок 3.2 – Вертикальні переміщення рейки, мм (піввагон)

Аналіз результатів вказує на те, що під колесами пружні переміщення рейки за величиною не перевищує 3 мм практично і не залежить від швидкості руху поїздів.

Середня величина прогину рейки складає 2,6 мм, пояснити таку відносно малу величину прогину рейки можна тільки одним якісним ущільненням баластного шару під час виконання модернізації колії, яка була виконана за 8 місяців до наших дослідів.

Результати статистичної обробки отриманих величин вертикальних переміщень шпали надаються в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вертикальні переміщення шпали

Вид екіпажу	V, км/год	Середня величина	S	Максимальне ймовірне	Максимальне спостережене
Локомотив	5	3,10	0		
	40	2,79	0,21	3,26	3,14
	50	2,90	0,07	3,08	2,96
	60	2,68	0,09	2,90	2,86
Локомотив ЧС 2	60	2,60			
	80	2,61	0,07	2,79	2,66
Вагон	40	2,92	0,03	2,99	2,96
	50	2,76	0,10	3,01	2,88
	60	2,74	0,16	3,14	3,02
	80	2,56	0,10	2,80	2,66

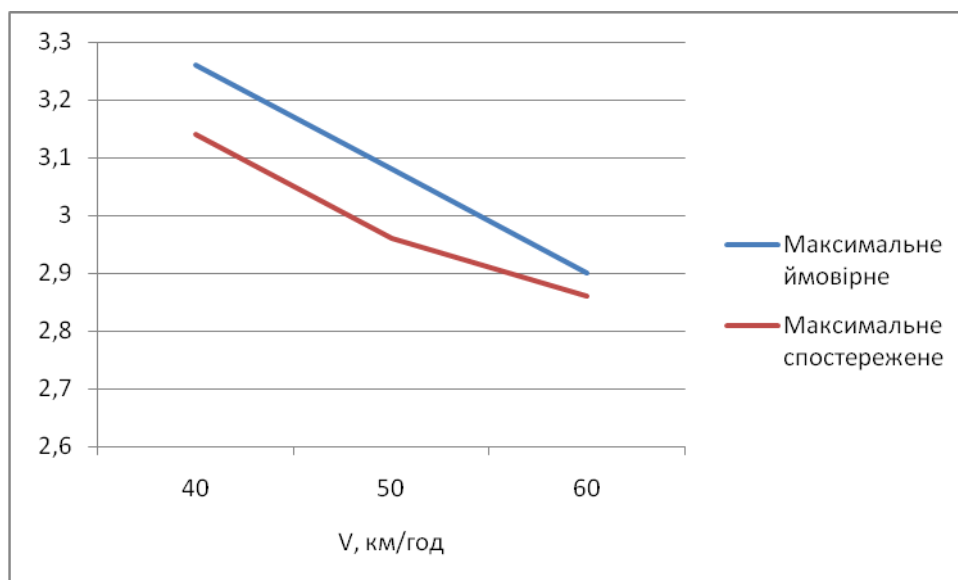


Рисунок 3.3 – Вертикальні переміщення шпали, мм (локомотив)

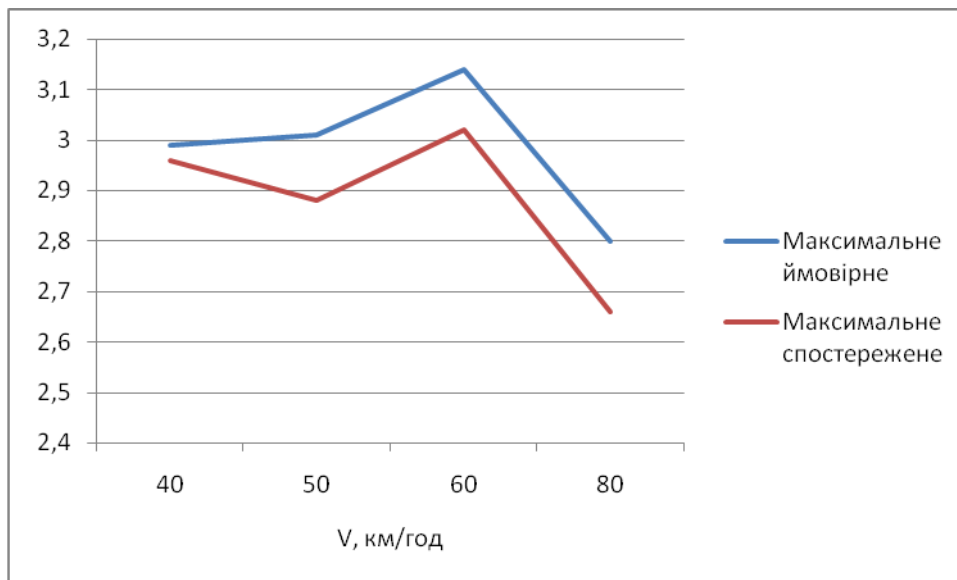


Рисунок 3.4 – Вертикальні переміщення шпали, мм (піввагон)

З неї видно, що вертикальні переміщення шпал в середньому складають $2,6 \div 3$ мм, в залежності від місця розташування шпали.

Максимальні ймовірні величини перевищення шпал не перевищують вертикальних на 3,3 мм, а максимальні спостережені – 3,2 мм. Якогось впливу швидкості руху екіпажів на змінну величину переміщення шпал не встановлено.

3.3 ДЕФОРМАЦІЯ ПІДРЕЙКОВОЇ ПРОКЛАДКИ

В конструкції скріплення А для створення пружності застосовується прокладка ЦП 204.

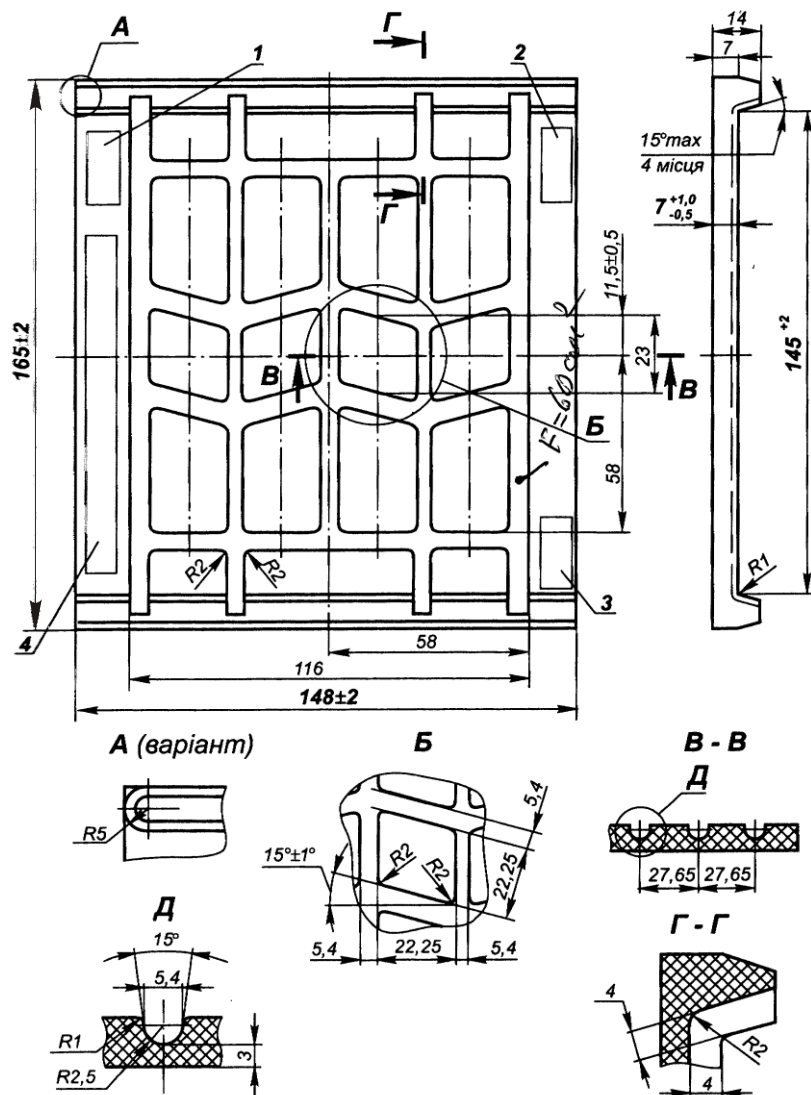


Рисунок 3.4 – Прокладка ЦП 204

Прокладка характерна тим, що має товщину 14 мм, рифлена поздовжніми жолобами різної глибини, та в центральній частині підсилена конструктивною нерівнопружністю. Для зачепу за шпалу прокладка має два крайові фланці трапецеїдальної форми. Загальна опорна форма прокладки складає $15,0 * 18,0 = 270 \text{ см}^2$.

Результати вимірів вертикальних пружних деформацій прокладки А надаються в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Залежність від швидкості руху екіпажів вертикальних пружних деформацій підрейкової прокладки скріплення А

Вид екіпажу	Швидкість, км/год	\bar{X} , мм	Середньо-квдр.відхил. S_x	Максимальне ймовірне, мм	Максимальне спостережене, мм
Локомотив	5	1,1			
	40	1,2	0,27	1,89	1,47
	50	1,2	0,08	1,41	1,31
	60	1,3	0,1	1,55	1,46
	60	1,08			
	80	1,40	0,08	1,61	1,52
Піввагон	40	1,08	0,19	1,56	1,26
	50	1,31	0,06	1,47	1,39
	60	1,30	0,15	1,68	1,53
	80	1,35	0,11	1,61	1,50

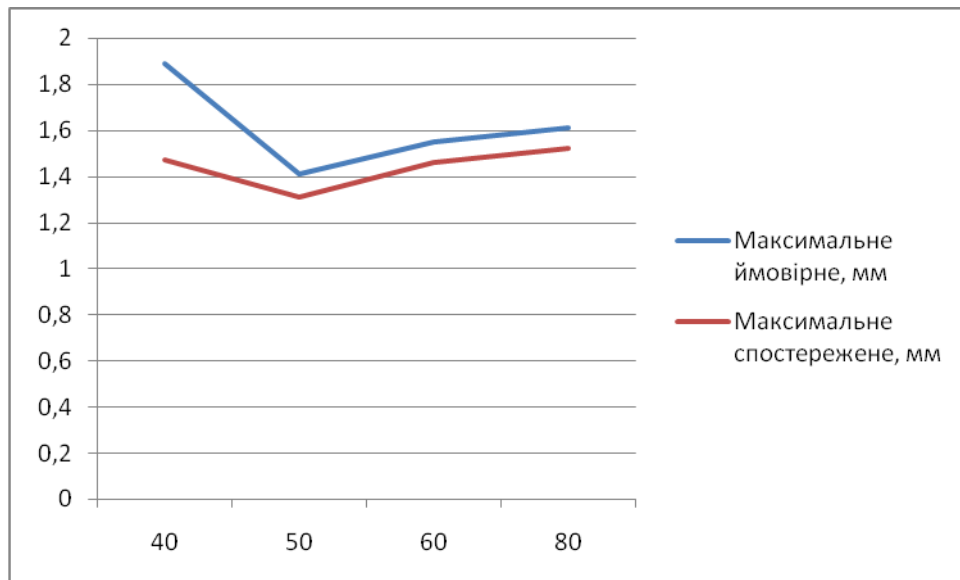


Рисунок 3.5 – Залежність від швидкості руху екіпажів вертикальних пружних деформацій підрейкової прокладки скріплення А (локомотив)

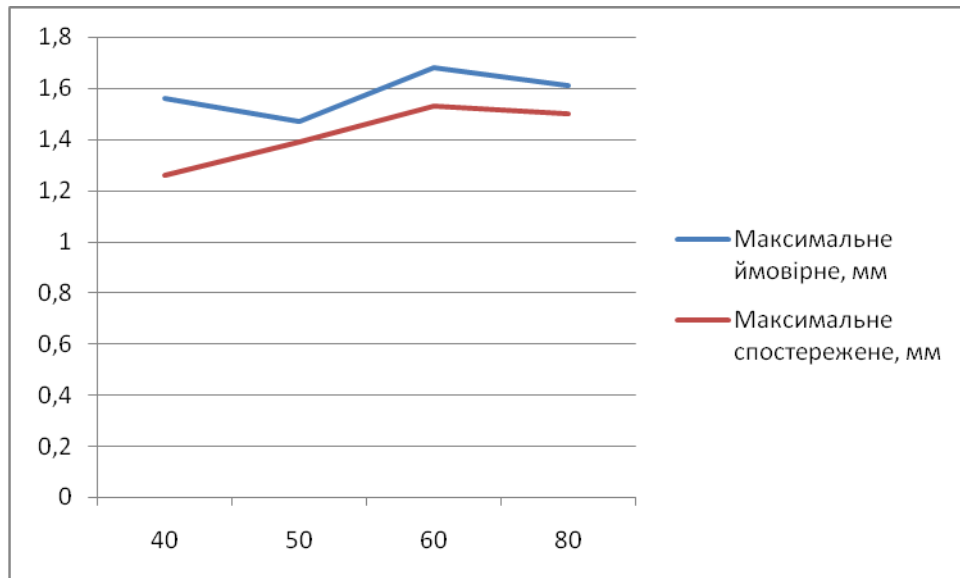


Рисунок 3.6 – Залежність від швидкості руху е вертикальних пружних деформацій підрейкової прокладки скріплення А (піввагон)

Величина вертикальної деформації прокладки А знаходилась як різниця пружних осідань рейки та шпали під дією тих самих екіпажів, які рухались з різними швидкостями.

Дані таблиці 3.3 показують, що в середньому величина деформації прокладки скріплення А знаходяться в межах 1,1÷1,4 мм під колесами локомотивів, причому при збільшені швидкості величина деформації збільшується.

Під піввагонами середня вертикальна деформація прокладки складає 1,1÷1,3 мм.

Були виконані також виміри вертикальних деформацій прокладки в зимовий період при $t = 0 \div 2$ °С.

Дослідження показали, що в середньому величини вертикальної деформації вузла скріплення складають:

- скріплення КБ-65 – 0,85 мм;
- скріплення КПП5, КПП7 – 0,50 мм;
- скріплення А – 0,90 мм.

Як бачимо скріплення А та КБ-65 мають однакову вертикальну жорсткість. Скріплення КПП5 та КПП7 вдвічі жорсткіші, це говорить про те, що А більш пружне скріплення, а ніж КПП5 та КПП7, що є значною перевагою скріплення А.

Якщо порахувати питомий тиск на підрейкову прокладку, то при силі тиску 50 кН, при врахуванні загальної площі прокладки він складає:

- скріплення КБ-65 – 2,4 МПа;
- скріплення КПП5, КПП7 – 1,85 МПа;
- скріплення А – 1,85 МПа.

Аналізуючи наведені данні ми бачимо, що на підрейкову прокладку скріплення КБ-65 загальний тиск в 1,35 рази більший ніж на прокладки А та КПП5, КПП7.

Але прокладки різних скріплень мають різну конструкцію рифлення, яку ми побачимо дивлячись на рисунки 3.7, 3.8, 3.9.

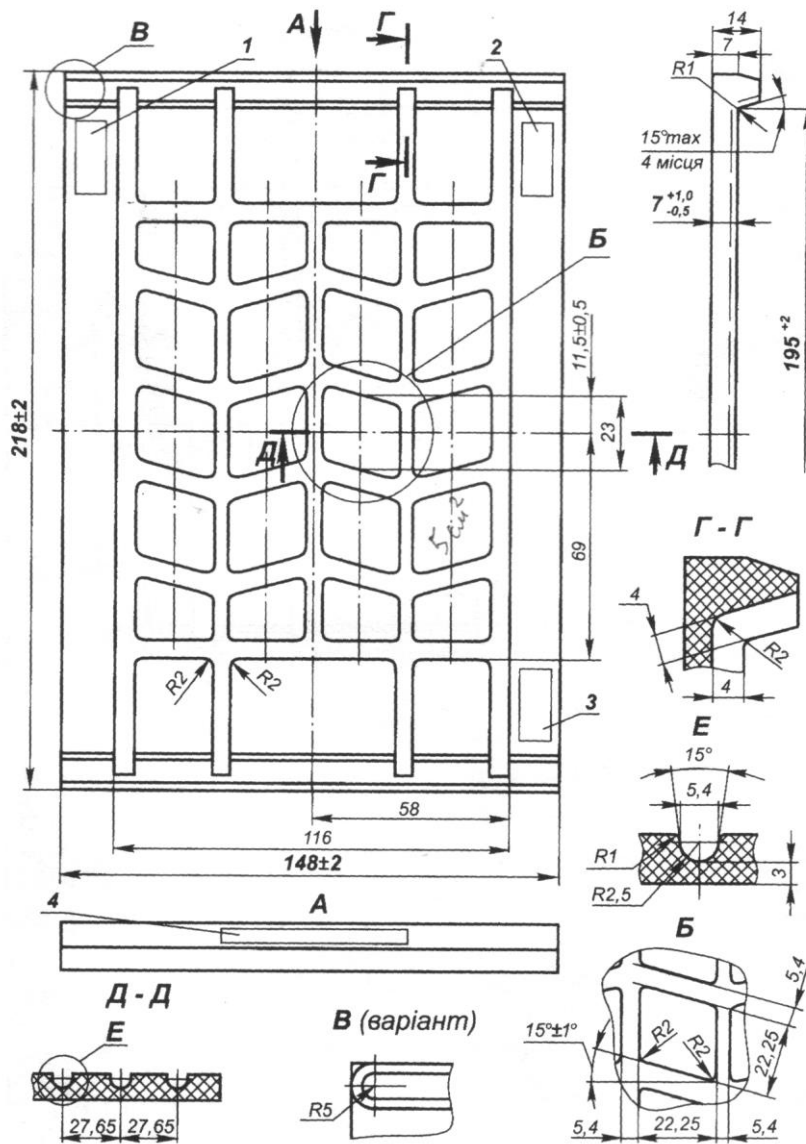


Рисунок 3.7 – Прокладка ЦП 204

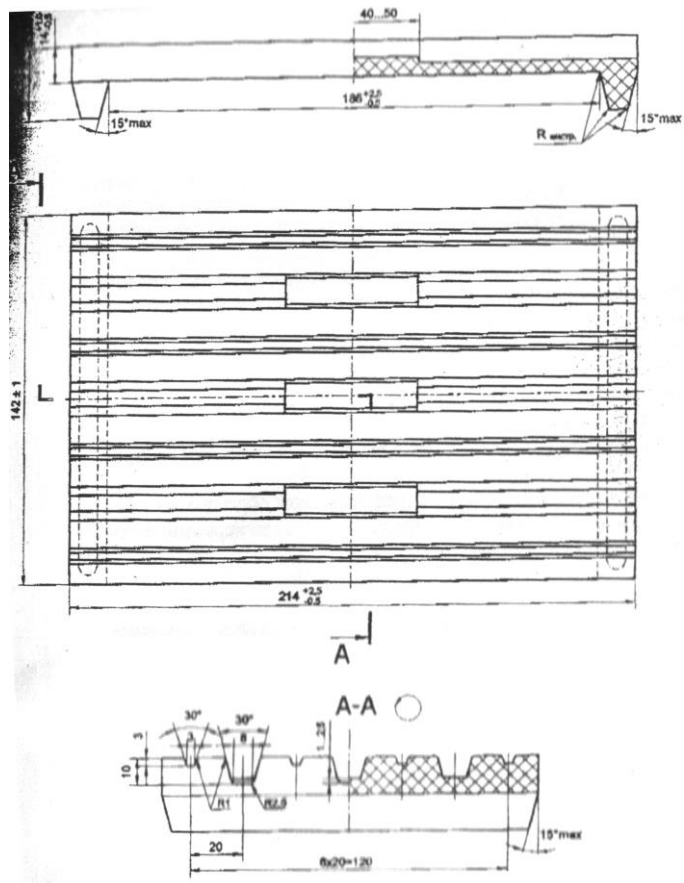


Рисунок 3.8 – Прокладка скріплення КБ-65

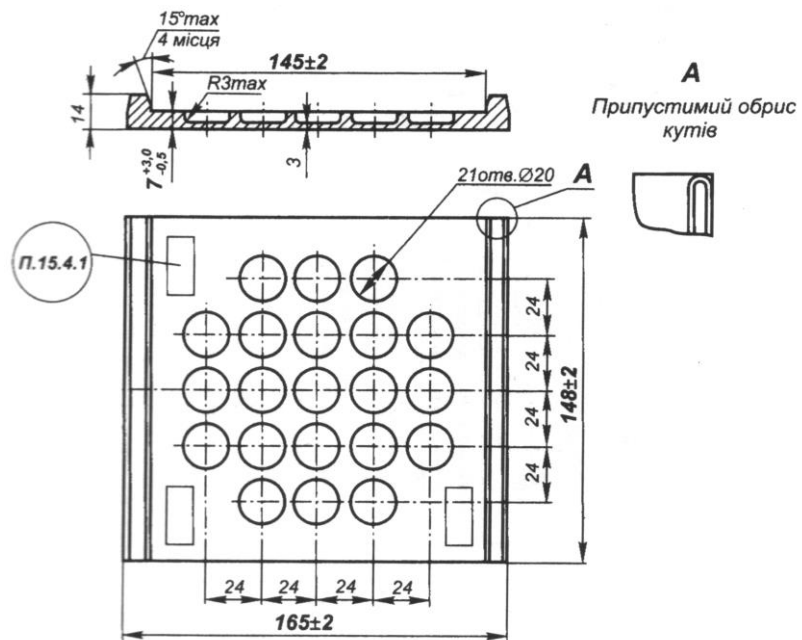


Рисунок 3.9 – Прокладка скріплення КПП-7

3.4. АНАЛІЗ БІЧНОГО ВІДЖИМАННЯ ГОЛОВКИ РЕЙКИ

Бічне віджимання головки рейки – один із основних параметрів, по якому слід оцінювати наявність безпеки руху поїздів, якщо впроваджується в колію нова конструкція скріплення.

Результати вимірювань величин бічного віджимання головки рейки під дією різних видів екіпажів, які рухалися з різною швидкістю, наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Горизонтальні поперечні віджимання головки рейки X , мм

Вид екіпажу	Швидкість, км/год	\bar{X}	S_x	Максимальне ймовірне	Максимальне спостережене
Локомотив	5	-1,0			
	40	-0,82	0,19	-1,31	-0,97
	50	-0,97	0,17	-1,38	-1,14
	60	-0,93	0,47	-2,1	-1,97
	60	-1,03			
80	-1,11	0,13	-1,44	-1,29	
Піввагон	40	-1,03	0,14	-1,39	-1,18
	50	1,02	0,31	1,8	1,43
	60	0,68	0,18	1,12	0,96
	80	0,87	0,26	1,52	1,13

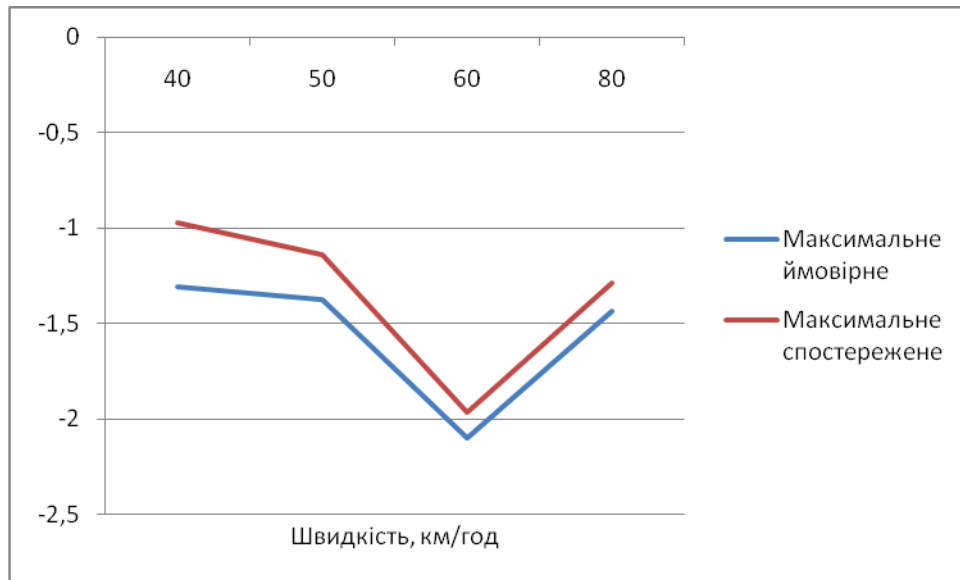


Рисунок 3.10 – Горизонтальні поперечні віджимання головки рейки X, мм (локомотив)

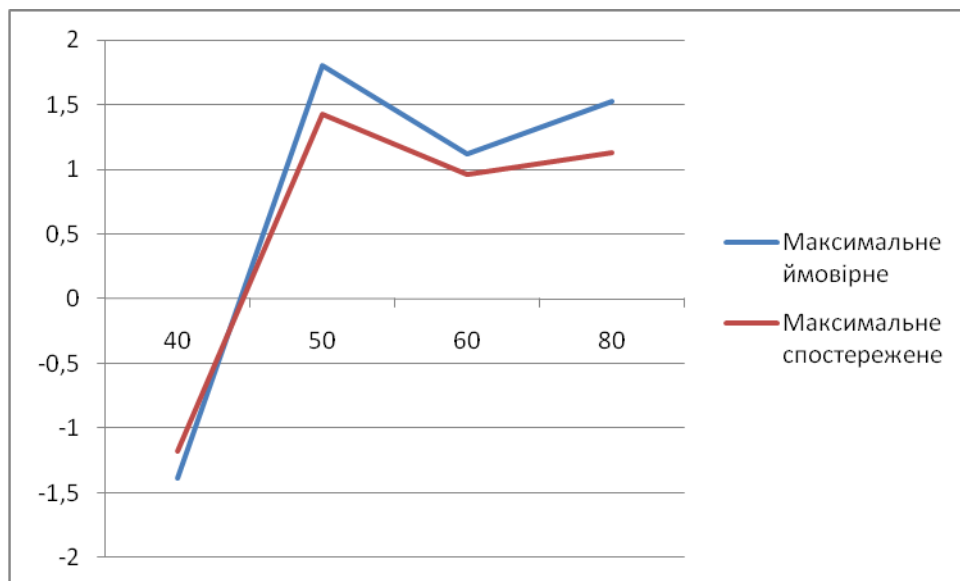


Рисунок 3.10 – Горизонтальні поперечні віджимання головки рейки X, мм (піввагон)

Аналізуючи дані таблиці 3.4 можна сказати наступне. В середньому на дослідженій ділянці зі скріпленням А величина бічного віджимання не перевищує 1,1 мм, як під локомотивами, так і під вагонами, незалежно від швидкості руху поїздів.

Максимальні ймовірні значення величини віджимання не перевищували 2,1 мм під локомотивами і 1,5 мм під піввагонами.

Можна зробити висновок, що в прямих ділянках колії зі скріпленням А величина бічних віджимань знаходиться в межах допустимих.

3.5 АНАЛІЗ НАПРУЖЕНЬ В КРОМКАХ ПІДОШВИ РЕЙОК

Результати для аналізу напружень в підшві рейки приведені в таблиці 3.5

Під колесами напіввагонів, скріпленням А напруження в рейці в середньому не перевищували 73,6 МПа, а максимально ймовірна величина напруження складала 93,7 МПа.

Максимальна величина спостережених напружень складала:

– на колії зі скріпленням А – 90,57 МПа;

Висновок. Випробування колії зі скріпленням А показали, що напруження в підшві рейок не перевищують допустимої величини 240 МПа.

Таблиця 3.5 – Величина напружень, що виникають в кромці підшви рейки

Вид екіпажу	Швидкість, км/год	\bar{X}	S_x	Максимальне ймовірне	Максимальне спостережене
Локомотив	5	59,2			79,1
	40	66,6	7,21	90,65	86,13
	50	67,9	8,84	89,21	83,42
	60	69,5	10,99	83,6	84,36
	60	70,1	7,7	71,22	65,35
	80	73,6	9,25	73,70	89,62
Піввагон	40	57,84	11,81	93,65	82,17
	50	56,27	11,3	89,21	83,75
	60	53,68	11,13	83,26	84,12
	80	70,41	12,77	93,70	90,57

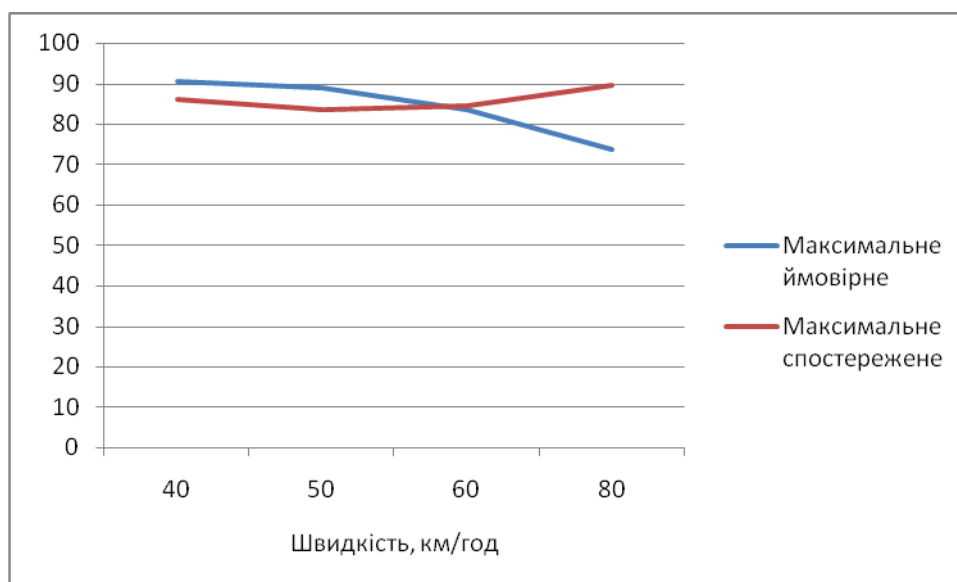


Рисунок 3.11 – Величина напружень, що виникають в кромці підшви рейки (локомотив)

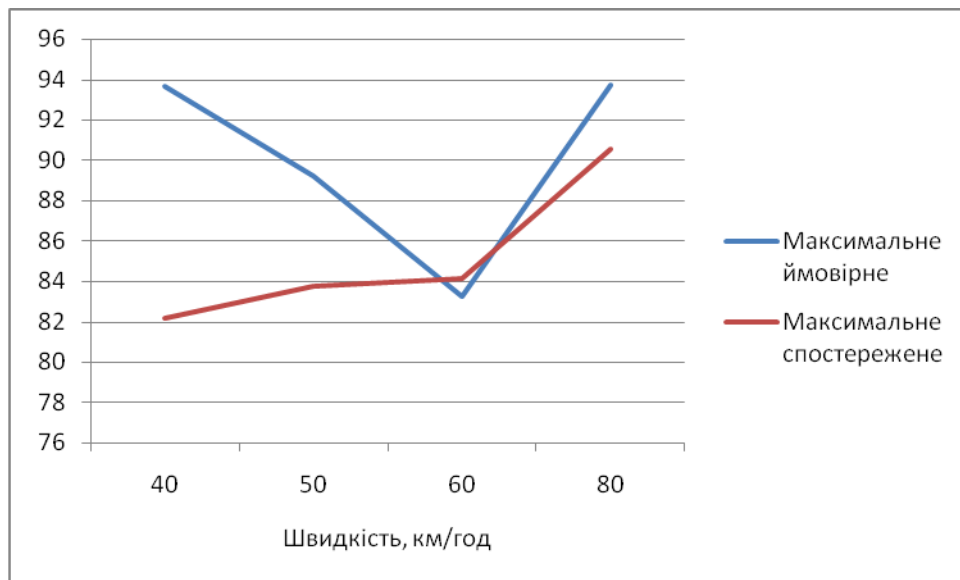


Рисунок 3.12– Величина напружень, що виникають в кромці підшви рейки (піввагон)

3.6 АНАЛІЗ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ПРУЖНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ВУЗЛА СКРІПЛЕННЯ

Вимірювання вертикального переміщення рейки та шпали в одному перерізі колії дозволяють оцінити вертикальні пружні деформації вузла скріплення від дії вертикального колісного навантаження екіпажів. Для цього необхідно знайти різницю цих переміщень, що й було зроблено.

При швидкості руху локомотивів 5 км/год, що практично відповідає умовам статичного навантаження, середнє значення вертикального стискання скріплення А складає 0,3мм. Під напіввагоном середня величина вертикальної деформації скріплення А дорівнює 0,19 мм. Така величини вертикальної деформації скріплень А пояснюється конструкцією скріплень.

Скріплення А має одну пружну поліуретанову прокладку за кресленням У5007.00.002 товщиною 14 мм. Конструкції рифлення гумових і поліуретанових прокладок різко відрізняються

Максимально ймовірні вертикальні деформації скріплення А під дією локомотива складала 0,37 мм. Під дією напіввагону максимально ймовірні деформації скріплень дорівнювали 0,29 мм.

Приведені дані отримані при швидкості руху графікового поїзда 5 км/год, тобто при статичному завантаженні колії, тому похибки на вплив динамічних факторів практично відсутні. При інших швидкостях руху дослідного поїзда величина вертикальної деформації скріплення змінюється як у більшу, так і меншу сторони, що залежить від конкретних умов взаємодії пари колесо-рейка, а вони в кожному досліді різні, а тому не піддаються узагальненню при виконанні аналізу.

3.7 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ НЕДОЛІКІВ СКРІПЛЕННЯ А

Конструкція скріплення А має суттєві переваги порівняно з іншими скріпленнями для залізобетонних шпал.

Скріплення А безболтове, мало детальне, дозволяє регулювати силу монтажне за рахунок ексцентричного елемента. Одна гумова прокладка підвищеної пружності товщиною 14 мм дозволяє створювати вертикальну жорсткість вузла скріплення за величиною такою ж, як дві прокладки вузла скріплення КБ-65 із загальною товщиною двох гумових прокладок 20 мм.

Скріплення А дозволяє регулювати положення рейки за висотою до 20 мм за рахунок можливого вкладання під рейку регулюючих прокладок. Це суттєва перевага скріплення А, тому що за часів конструкції колії з дерев'яними шпалами до 60-70 % регулювання положення рейки за рівнем виконувалось за рахунок вкладання під підкладку фанерних карток.

В той же час конструкція скріплення А має і суттєві недоліки:

- скріплення А надійно працює тільки в прямих та кривих радіусом 1200 м і більше;
- скріплення досить дороге коштує, оскільки анкер має велику масу, конструктивну складність і виготовляється ливарним (тобто дорогим) способом.
- за один рік експлуатації для створення достатніх за величиною монтажних сил притискання клемою рейки до шпали ексцентриковий регулятор було поставлено в 3-є положення. Якщо буде відбуватися релаксація матеріалу клеми та підрейкової прокладки, залишиться тільки одна можливість підтягнути клеми, повернувши ексцентрик в 4-е положення;
- наявність пружної клеми – це перевага, але поки що не знайдено матеріалу для пружної клеми, який би не релаксував;
- можна компенсувати ослаблення притискання клемою рейки до шпали застосовуючи спеціальні картки, але це додатковий елемент у вузлі скріплення;

– в разі значної релаксації підрейкової прокладки колія втратить протиугінні властивості, а ексцентрик може легко викотитись із вузла скріплення, тому таку прокладку слід замінити на нову. Крім того, Підрейкова площадка в шпалі має розмір 142 мм, що менше ширини підошви рейки. Якщо прокладка зноситься, то може наступити той випадок, коли підошва рейки своїми кромками (краями) буде контактувати із бетоном шпали, що дуже небезпечно. Відомо, що при спиранні рейки своїми кромками на опору можуть з'явитися повздовжні тріщини підошви рейки.

4 ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАЗНАЧЕНИХ СКРІПЛЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Як відомо, що найбільш розповсюдженими проміжними рейковими скріпленнями на території Укрзалізниці, які пройшли повний строк довготривалих експлуатаційних спостережень, являються підкладочні клемно-болтові скріплення типу КБ та нероздільне безболтове скріплення типу КПП. Скріплення типу КБ було піддано ретельним дослідженням в експлуатаційних умовах.

В результаті досліджень виявилось, що воно володіє рядом переваг, головною з яких – надійне прикріплення рейок до підрейкових опор. Одночасно було встановлено, що в початковому виконанні у колії із залізобетонними шпалами та скріпленнями типу КБ бокова жорсткість рейкової нитки по підшві в 1,4 рази вища, ніж в колії з дерев'яними шпалами. Із збільшенням жорсткості збільшується бокова дія, що передається на кожну шпалу. Бокова пружність рейкової нитки при проміжному рейковому скріпленні типу КБ забезпечується віджиманням разом із підшвою рейки металеві підкладки в результаті установки по всій ширині у заглиблення залізобетонної шпали, гумової прокладки. Однак типові 6-7 мм прокладки не давали можливості досягнути необхідної величини віджимання.

Крім цього, під дією бічного навантаження реборда гумової прокладки перерізала у місці її вигину, після чого металева підкладка упирається відповідно у тіло залізобетонної шпали, відбувається сколювання кромки бетону в тілі шпали. При цьому віджимання рейок відносно шпал зменшується, а жорсткість значно підвищується. У зв'язку з цим було виявлено, що одночасно відбуваються відступи із центруванням отворів для закладних та 19 клемних болтів, пов'язані із взаємним переміщенням рейкових опор (підкладок) в поперечному до осі колії напрямку. При порушенні центрування отворів в поперек колії різко погіршується

забезпечення надійної та сумісної взаємодії між елементами у вузлі проміжного рейкового скріплення в тому числі з опорами підчас прийняття ними горизонтальних поперечних сил, внаслідок чого: - окремі як закладні так і клемні болти є напружено-деформованими від їх згину в поперек колії, тоді як суміжні болти можуть тривалий час частково або взагалі не працювати; - порушується рівно-жорсткість колії в горизонтальній площині; - виникають відступи рейкової колії по шаблону. Вказані проблеми, що пов'язані із центруванням отворів, які виникають підчас експлуатації проміжного рейкового скріплення типу КБ призводять до зламів реборд металевих підкладок, що утримують клемний болт, а також стають основною причиною зламів закладних та клемних болтів, в яких підчас експлуатації в колії виникають згинальні напруження, у зв'язку з їх позацентровим розтягом. Підчас експлуатації колії із залізобетонними шпалами за міжремонтний період може бути пошкоджено до 43 % колійних прокладок, до 10 % металевих підкладок, закладних болтів та ізолюючих втулок з текстоліту.

Всі вище вказані проблеми у роботі проміжних рейкових скріплень типу КБ призводять до послаблення сил притискання рейок до підрейкових опор, сприяють появі угону безстикової колії та створюють перенапруження в елементах верхньої будови колії. В кінцевому результаті це відбивається на затратах праці при поточному утриманні колії. Однак дослідженнями вчених було обґрунтовано доцільність застосування прокладок з підвищеною пружністю. При використанні прокладок такого типу вихід рейок скорочувався в 3 рази, поперечно-горизонтальний тиск на шпали зменшується на 15-23 %. З використанням таких типів прокладок на думку вчених можна добитись зниження бокової жорсткості скріплень при залізобетонних шпалах, що вплинуло б на більш рівномірне розподілення величини бічної сили на елементи у вузлі проміжного рейкового скріплення типу КБ, та досягнути такого рівня бічної горизонтальної сили яка передається на рейку при дерев'яних шпалах із костильним скріпленням.

Стало очевидним, що параметри скріплень в основному визначаються жорсткістю клемних притискувачів і гумових прокладок важливим при цьому являється відношення вертикальних жорсткостей цих силових факторів. Дійсно, раціональне відношення жорсткісних параметрів пружних клем і гумових прокладок забезпечують надійну роботу рейкової колії та оптимальні параметри вертикальної жорсткості колії, особливо при використанні залізобетонних шпал.

Скріплення КПП-5 прикріплює рейку до шпали, без залізної підкладки. Є основним скріплення яке використовувалось протягом останніх 4 років. Має основне призначення для використання на прямих ділянках безстикової залізничної колій та криволінійних ділянках з радіусом не менше 350 м. Середній ресурс надійності становить 500 млн. т бруто пропущеного вантажу. Можливо укласти в колію з рейками типу Р65, Р50 або подібними європейського типу на залізобетонних шпалах. Скріплення складається з анкера закладного АЗ-2 в який кріпиться клема пружна типу КП-5.2 та забезпечує постійне притиснення рейки до шпали. Між клемою та рейкою встановлюється ізолюючий вкладиш ВІП-65.1 (ВІП-65.1-С). Для електричної ізоляції подошви рейки від залізобетонної шпали та зниження динамічних навантажень від рухомого складу встановлюють прокладку підрейкову ПРП-2.1.

Рейкове скріплення А вкладається в безстикову колію з залізобетонними шпалами ШС- А чи шпалами Ш-А05 (з покращеними експлуатаційними характеристиками на повздовжній та впоперек вісі колії зсув, посиленням центральній та торцевої частини), можливо укласти: в прямих ділянках залізничної колії та кривих, радіусом 350 м чи більших, с шириною рейкової колії 1520 мм (укладені дослідні ділянки в кривих радіусом менш ніж 300 м; виконуються дослідні роботи по шпалах ШС-А для ділянок колії в кривих, с шириною колії 1530 мм, також для перехідних с змінної шириною колії 1522, 1524, 1526 и 1528 мм); на мостах, з їздою, як на баласті зі шпалами типу ШС-А з елементами скріплень охоронних

пристосувань, так з безбаластним мостовим полотном; з шпалами типу ШС-А-Ч для укладання в челноках охоронних пристосувань та типу ШС-А-Ч1 для укладання в межах челноків чи усього мосту з баластним шаром між челноками; в тунелях (розроблена конструкція віброзахисної колії на лежнях). З кліматичних умов скріплення А можливо використовувати в регіонах з різними річними амплітудами температури рейок.

Аналіз норм улаштування залізничної колії їх експлуатаційних конструктивних особливостей дозволив отримати принципові висновки в тому числі особливості роботи проміжних скріплень для залізобетонних шпал.

1. Залізобетонні шпали на коліях знайшли широке застосування завдяки більш низькою вартістю та значно більшими термінами служби в колії в порівнянні з дерев'яними шпалами. Залізобетонні шпали укладають на ділянках з осьовими навантаженнями понад 295 кН в кривих радіусом менш ніж 350 м, та, як правило, ланкових конструкціях колії.

2. Для залізобетонних шпал в коліях з скріпленнями типу КБ. Цей тип скріплення має суттєві недоліки, перш за все - наявність чотирьох різьбових сполучень в кожному вузлі шпали, значну металоємкість, неможливість зміни ширини колії в кривих та колійних відводах ширини колії при її нормативній зміні. Дослідження експлуатації колій в магістральних залізницях показало, що при невеликих значеннях вантажонапруженості обґрунтованим є застосування безпідкладочних типів проміжних скріплень.

3. Колії незагального користування характеризуються вельми різноманітними експлуатаційними умовами, вантажонапруженість ділянок колій промислового транспорту може змінюватися від 1 млн. т бруто/км за рік до 40 млн. т бруто/км за рік та осьовими навантаженнями від 295 кН до 450 кН та більшими. Протяжність кривих в тому числі з радіусами менш ніж 350 м може досягати 60 %.

4. Окрім вище зазначених експлуатаційних особливостей слід звернути увагу на інтенсивне накопичування залишкової деформації внаслідок

високих осьових навантажень а також конструкційних особливостей спеціального та спеціалізованого рухомого складу. Особливості плану та профілю колії значно впливають на накопичення бічних сил. Забрудненість баластного матеріалу та укладання залізобетонних шпал приводить до збільшення нерівностей колії по вертикальній та горизонтальній площині. Значного росту динамічних сил.

5. Застосування в різноманітних умовах експлуатації промислових залізниць тільки скріплень типу КБ, які мають суттєві недоліки, визначені вище, не можна вважати раціональним.

Застосування нових проміжних скріплень з пружними елементами впливає на зміну витрат праці на періодичне підтягування болтів, виправочні роботи і регулювання ширини рейкової колії

Трудові витрати на періодичне підтягування болтів скріплення КБ-65 досягають 25-30% загальних трудових витрат на утримання безстикової колії.

Застосування скріплень з пружними клемами, за рахунок збільшення стабільності прикріплення і зменшення кількості болтів, зменшує ці витрати в 3-4 рази, що визначає зменшення загальних трудовитрат в середньому на 15%.

Витрати праці на виправку безстикової колії із залізобетонними шпалами складають 40-50 і досягають 55-65%. При підкладки конструкції 60% виправочних робіт виконуються за рахунок регулювання прокладок.

Амортизаційні відрахування є лідируючими в складі експлуатаційних витрат. Загальна величина амортизаційних відрахувань складається з двох частин: відрахувань на повне відновлення (реновацію) основних фондів після закінчення терміну їх служби та відрахувань на ремонти, часткове відшкодування зносу верхньої будови колії.

При виборі верхньої будови колії витрати на повне відновлення можна визначити за термінами між капітальними ремонтами колії, які є вирішальними при визначенні амортизаційних відрахувань, а отже і

наведених витрат

Порівняння витрат на зборку рейко-шпальної решітки Технологічні процеси складання рейко-шпальної решітки (РШР) відкориговані відповідно до технологічними процесами, які застосовуються на виробничих базах колійних машинних станцій (КМС).

Порівнювалися витрати праці і вартість збірки ланок колійної решітки із залізобетонними шпалами для двох типів проміжних рейкових скріплень - КБ-65, КПП. У розрахунку враховувалися два можливих варіанти складання. Найбільш поширений варіант - з попередньої часткової складанням шпал на заводі-виробнику і без неї. В результаті розрахунків визначено, що застосування пружних скріплень, в порівнянні з КБ-65 зменшує витрати праці на складання одного ланки рейко-шпальної решітки на 20%, відповідно для двох названих варіантів збірки, що тягне за собою збільшення річних обсягів виробництва КМС.

Проміжне рейкове скріплення типу КПП-5 не в достатній мірі забезпечує поздовжню стійкість колії в тих місцях, де поряд із пружними та температурними силами діють гальмівні сили при екстреному та рекуперативному гальмуванні великовагових поїздів; - скріплення типу КПП-5 забезпечує достатню поздовжню стійкість колії від сумісної дії поздовжніх температурних, гальмівних і пружних сил, при впливі як службового, так і екстреного гальмування вантажного поїзда масою 2500–4000 т від початкової швидкості 90 км/год до зупинки; - скріплення типу КПП-7 також забезпечує достатню поздовжню стійкість колії від сумісної дії поздовжніх температурних, гальмівних і пружних сил, як при впливі службового, екстреного гальмування вантажного поїзда масою 2500–4000 т від початкової швидкості 90 км/год до зупинки; - скріплення типу КБ при середній величині затягування клемних болтів не забезпечує в достатній мірі поздовжню стійкість рейкових плітей від сумісної дії поздовжніх температурних, гальмівних і пружних сил при впливі екстреного та рекуперативного гальмуванні вантажного поїзда масою 2500–4000 т від

початкової швидкості 90 км/год до зупинки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведено аналіз конструкції найбільш поширених рейкових скріплень на залізобетонних шпалах, їх особливостей і недоліків. Установлено, що у зв'язку з підвищенням швидкостей руху на залізницях усе більш поширюються пружні рейкові скріплення. Вони характеризуються низкою переваг порівняно з традиційними клемноболтовими скріпленнями, проте як недолік мають надто велику жорсткість у горизонтальному поперечному напрямку, що внаслідок ударних впливів колісних пар через рейки й анкери на бетон часто, особливо при незначному запасі міцності бетону, призводить до утворення в шпалах подовжніх тріщин.

У результаті виконаного аналізу було встановлено наступне.

На контрольній ділянці зі Вертикальні сили, що діяли від колеса на рейку, для всієї сукупності екіпажів не перевищували 148 кН під локомотивами так і під колесами піввагонів. На ділянці колії зі скріпленням КПП-7 ці показники складають 194 кН.

Вертикальні переміщення (прогини) рейки під дією коліс екіпажів на ділянці колії зі скріпленням А не перевищували 2.6 мм як під колесами локомотивів так і під колесами піввагонів.

скріпленням КПП-7 вертикальні переміщення рейки - 3,5 мм – під колесами локомотивів та піввагонів;

Деформації підрейкової прокладки

Дослідження показали, що в середньому величини вертикальної деформації вузла скріплення складають:

- скріплення КБ-65 – 0,85 мм;
- скріплення КПП5, КПП7 – 0,50 мм;
- скріплення А – 0,90 мм.

Якщо підрахувати реальний тиск на підрейкові прокладки, то вони будуть такі:

- скріплення КБ-65, прокладка ПР – 3,5 МПа;
- скріплення КПП-7 прокладка ПРЦП – 3,3 МПа;

– скріплення А нова – 3,8 МПа;

– скріплення А частково зношена – 3,3 МПа.

Прокладка А отримує такий же питомий тиск, як і підрейкові прокладки різних конструкцій скріплення КБ-65. А тому, при однаковому матеріалі гуми підрейкова прокладка А буде служити такий же термін, як і прокладка скріплення КБ-65.

Напруження в кромках підошви рейки на колії зі скріпленням А під колесами піввагонів не перевищувала 76 МПа. На контрольній ділянці колії зі скріпленням КПП-5 напруження досягають - 150 МПа як під дією локомотивів та під колесами піввагонів.

Напруження в рейках на колії зі скріпленням КПП-7 та А, за величиною менш ніж на колії зі скріпленням КБ-65 і не перевищують допустимої межі 280 МПа для вагонів та 320 МПа для локомотивів.

Всі вказані проблеми у роботі проміжних рейкових скріплень типу КБ призводять до послаблення сил притискання рейок до підрейкових опор, сприяють появі угону безстикової колії та створюють перенапруження в елементах верхньої будови колії. В кінцевому результаті це відбивається на затратах праці при поточному утриманні колії.

Стало очевидним, що параметри скріплень в основному визначаються жорсткістю клемних притискувачів і гумових прокладок важливим при цьому являється відношення вертикальних жорсткостей цих силових факторів. Дійсно, раціональне відношення жорсткісних параметрів пружних клем і гумових прокладок забезпечують надійну роботу рейкової колії та оптимальні параметри вертикальної жорсткості колії, особливо при використанні залізобетонних шпал.

Порівнювалися витрати праці і вартість збірки ланок колійної решітки із залізобетонними шпалами для двох типів проміжних рейкових скріплень - КБ-65, КПП. У розрахунку враховувалися два можливих варіанти складання. Найбільш поширений варіант - з попередньої часткової складанням шпал на заводі-виробнику і без неї. В результаті розрахунків визначено, що

застосування пружних скріплень, в порівнянні з КБ-65 зменшує витрати праці на складання одного ланки рейко-шпальної решітки на 20%, відповідно для двох названих варіантів збірки, що тягне за собою збільшення річних обсягів виробництва КМС.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Норми допустимих швидкостей локомотивів і вагонів по залізничних коліях України шириною 1520 мм. Т 1. Исследования напряженно-деформированного состояния колеи со скреплениями КПП. Отчет о НИР (ДИИТ). Днепропетровск, 2002. – 82 с.
2. Исследование работы новых конструкций пути под воздействием подвижного состава. Раздел: Исследование с целью дальнейшего уточнения расчетных параметров и требований по проектированию рельсовых скреплений. Т 1. Исследование вибрации в узле скрепления. Отчет о НИР/ДИИТ. - № Р 79023605, инв. № Б813810/. Днепропетровск, 1979. – 41 с.
3. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь. М.,1969, - 152 с.
4. Лысюк В.С., Барабошин В.Ф. Резиновые прокладки уменьшают просадки пути в стыке. «Путь и путевое хозяйство». 1970, № 10, с.32-33
5. Дослідження експлуатаційних характеристик ділянок колії зі скріпленням типу А та визначення напружено-деформованого стану колії. Отчет о НИР (ДИИТ). Днепропетровск, 2008. – 36 с
6. Ермаков В. М. Перспективы внедрения упругих скреплений // Путь и путевое хозяйство. – 2002. – № 5. – С. 2–5
7. Бесстыковой путь / В. Г. Альбрехт, Н. П. Виногоров и др.; под ред. В. Г. Альбрехт. – М.: Транс- порт, 2000. – 408 с.
8. Середні норми витрат матеріалів і виробів на поточне утримання та ремонт колії і інших пристроїв колійного господарства залізниць України / В. В. Циганенко, М. І. Уманов / - К.: Транспорт України, 2005. – 43 с.
9. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню та утриманню безстыкової колії на залізницях України / Рибкін В. В., Патласов О. М., Белорусов О. І., Карпов М. І., Курган Д. М., Шраменко В. П., Бабенко А. І., Штойко В. А., Олійник І. О., Лисак В. А., Каленик К. Л. – Транспорт України, 2013. – 158 с.

10. В. В. Говоруха Создание и внедрение упругих элементов промежуточного скрепления рельсового пути. Вісник 32 ДНУЗТу. – Д.: 2003. № 2. – С. 162-171.

11. Е. І. Даниленко Залізнична колія. / Улаштування , проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом / Підручник для вищих навчальних закладів (у 2-ох томах). К.: Інпрес, 2010. – Том. 2 – 456 с.