

Я, Крісенті Микола Миколайович **ЗАЯВА**  
(ПІБ повністю)

Студені групи КР 2021  
(шифр групи)

Спеціальності 273 Загальний менеджмент  
(код та назва спеціальності)

освітньої програми Загальні спеціальні навчальні курси менеджменту  
(назва освітньої програми)

освітнього ступеня підготовки Магістр  
(бакалавр, магістр)

Заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:


Воспірнення проблем токовому режиму релейок,  
для та вострених на сирінових переборозе

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Прошу перевірити її на наявність академічної плагіату.

Я ознайомена з чинним «Порядком перевірки кваліфікаційних випускних робіт здобувачів вищої освіти на виявлення текстових та графічних запозичень засобами перевірки на плагіат», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску випускної кваліфікаційної роботи до захисту.

Дата 14.12.2021

Підпис 

Керівник

Підпис \_\_\_\_\_





## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської роботи має с., \_\_\_ рис., \_\_\_ табл.

**Тема: Дослідження проблем бокового зносу рам та гостряків стрілочних переводів**

В даній магістерській роботі досліджується проблема бокового зносу рам та гостряків стрілочних переводів. Надається пропозиція щодо зменшення бокового зносу рам та гостряків за допомогою змащування.

**Ключові слова: СТРІЛОЧНИЙ ПЕРЕВІД, БОКОВИЙ ЗНОС, ГОСТРЯК, РАМНА РЕЙКА, ТЕОРІЯ «КОЛЕСО-РЕЙКА».**

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 2    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



## ВСТУП

На залізницях України у теперішній час експлуатується більше, ніж 50 тис. стрілочних переводів та глухих пересічень. Більшість з них (98 %) – це поодинокі звичайні стрілочні переводи.

Основними переводами, що найбільш розповсюджені на дорогах Укрзалізниці після 1990 року, є переводи, що укладаються на залізобетонних брусах, типу Р65 марок 1/11 та 1/9 проектів ПТКБ ЦП МПС – 1740 та 2215. У теперішній час ці базові моделі переводів суттєво модифіковані. Модифікації стосувались окремих конструктивних вузлів при збереженні основних геометричних розмірів. В експлуатації є багато дослідних проектів стрілочних переводів, які мають нові конструкторські рішення. Це впровадження косоного з'єднання, подовження рейкових закінчень та виконання безударної поверхні кочення на хрестовині.

У результаті обробки статистичних даних за показником пропущеного тоннажу було виявлено, що діючий профіль ГОСТ 28370-89 не відповідає експлуатаційним умовам, оскільки середнє напрацювання хрестовин на всіх дослідних напрямках Укрзалізниці не досягає гарантійного терміну напрацювання. У більшості випадків напрацювання хрестовин не досягає терміну напрацювання на відмову практично вдвічі. Аналіз вилучених хрестовин за пропущеним тоннажем показав, що найбільший відсоток відмов хрестовин здійснюється з причин викришування та зносу осердя хрестовин і вусовиків. Якщо проаналізувати розподіл дефектів за найпоширенішими проектами стрілочних переводів, то можна побачити, що найбільша кількість відмов хрестовин спостерігається у проекті 1740. Дослідженнями особливостей взаємодії колії та рухомого складу в зоні стрілочних переводів встановлено, що вертикальна нерівність у зоні поверхні кочення хрестовини зумовлює додаткові динамічні сили рухомого складу на хрестовину.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 4    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## 1 СТІЛОЧНІ ПЕРЕВОДИ. ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ

Стілочні переводи є особливими та найбільш відповідальними конструкціями, які служать для з'єднання та розгалуження залізничних колій. Вони забезпечують перевід рухомих ів з однієї колії на другу, розгалуження поїздів по окремих коліях, подачу поїздів та окремих одиниць рухомого складу на спеціальні колії та в спеціальні споруди для їх технічного обслуговування. Від технічного стану стрілочних переводів практично залежить весь перевізний ес на залізничному транспорті.

Кількість стрілочних переводів, які необхідні для укладки в залізничні колії в розвинутих країнах: досягає 2 - 2,5 шт. на 1 км розгорнутої довжини колії, на Україні цей показник складає гт/км.

Розвиток залізничного транспорту, інтеграція залізниць України в єдину транспортну мережу Європи, пов'язані з цим задачі підвищення швидкостей руху поїздів та проїзної спроможності доріг - все це потребує удосконалення та модернізації конструкцій залізничної колії та стрілочних переводів вітчизняного виробництва та покращення якості їх ги. Удосконалення та модернізація конструкцій стрілочних переводів та підвищення їх якості роботи в колії забезпечуються, в першу чергу, за рахунок раціонального вирішення задач двох рівней:

1 - правильної постановки та рішення науково-технічних і конструкторських задач, які направлені на удосконалення конструкцій стрілочних переводів;

2 - вдосконалення технологій та якості виготовлення конструкцій стрілочних переводів, їх деталей.

Для переведення рухомого складу з однієї колії на іншу служать стрілочні переводи. Кожен з них складається із трьох основних частин (рис. 1.1): самої стрілки, куди входять два вістряки зі з'єднувальними тягами, дві рамних рейки та перевідний механізм; хрестовинної частини, куди входять хрестовина і два контррельса; з'єднувальних колій між стрілкою та хрестовиною (перевідна крива).

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 5    |



В основному, стрілочні переводи поділяються за типами та марками хрестовин. Тип стрілочних переводів залежить від рейок, якими викладені колії, що з'єднуються між собою. Переважно застосовуються стрілочні переводи типів Р75, Р65 та Р50 (рідко Р43, Р38 та ін.). Марки хрестовин для переводів: 1/6, 1/9, 1/11, а на лініях зі швидкісним рухом поїздів боковими коліями 1/18 (80 км/год) та 1/22 (120 км/год).

Згідно Правил технічної експлуатації залізниць стрілочні переводи повинні мати хрестовини таких марок:

– на головних та приймально-відправних пасажирських коліях – не крутіше 1/11, а перехресні переводи й поодинокі, які є продовженням перехресних, – не крутіше 1/9; стрілочні переводи, якими пасажирські поїзди проходять тільки прямою колією переводу, можуть мати хрестовини марки 1/9. Допускається відхилення пасажирських поїздів на бокову колію стрілочними переводами марки 1/9, якщо заміна таких переводів на марку 1/11 викликає перебудову стрілочних горловин, здійснити яку на цей час неможливо:

– на приймально-відправних коліях вантажного руху – не крутіше 1/9, а симетричні – не крутіше 1/6;

– на інших коліях – не крутіше 1/8, а симетричні – не крутіше 1/4,5.

Рамні рейки є частиною безперервних рейкових колій і, як звичайні рейки, закріплюються нерухомо.

Вістряки з'єднуються між собою стрілочними тягами. Та з них, яка розташована біля гострої частини вістряка, з'єднується з перевідною тягою, що йде до перевідного механізму.

Хрестовина укладається у тому місці стрілочного переводу, де зовнішня рейкова нитка бокової колії перетинається з ниткою прямої колії. Призначення хрестовини полягає у забезпеченні безпечного проходження рухомим складом місць перетину рейкових ниток.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 7    |

Хрестовина складається з двох основних частин: осердя і вусовиків. Хрестовини бувають з нерухомим (рис. 1.3, а) і рухомим осердям (рис. 1.3, б).

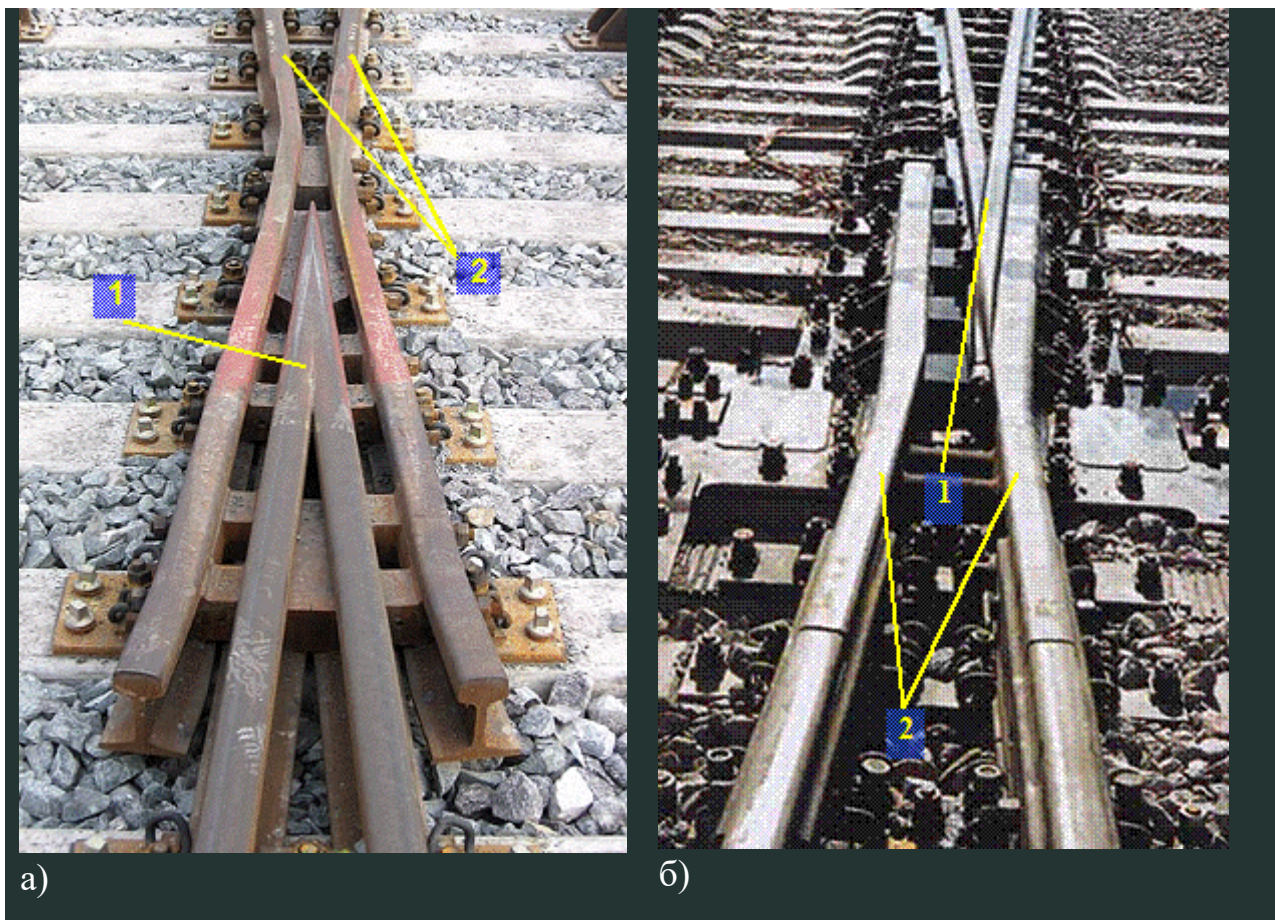


Рисунок - 1.3. Хрестовина стрілочного переводу  
а – з нерухомим; б – з рухомим осердям; 1 – осердя; 2 – вусовик

Проти хрестовини з нерухомим осердям біля кожної зовнішньої рейки укладаються контррейки (рис. 1.4). Контррейки служать для направлення коліс рухомого складу при проходженні мертвого простору хрестовини, тобто того місця, де перериваються робочі грані рейок. Отже, призначення контррейок – не допускати заскакування колеса у невідповідний жолоб хрестовини.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 8    |

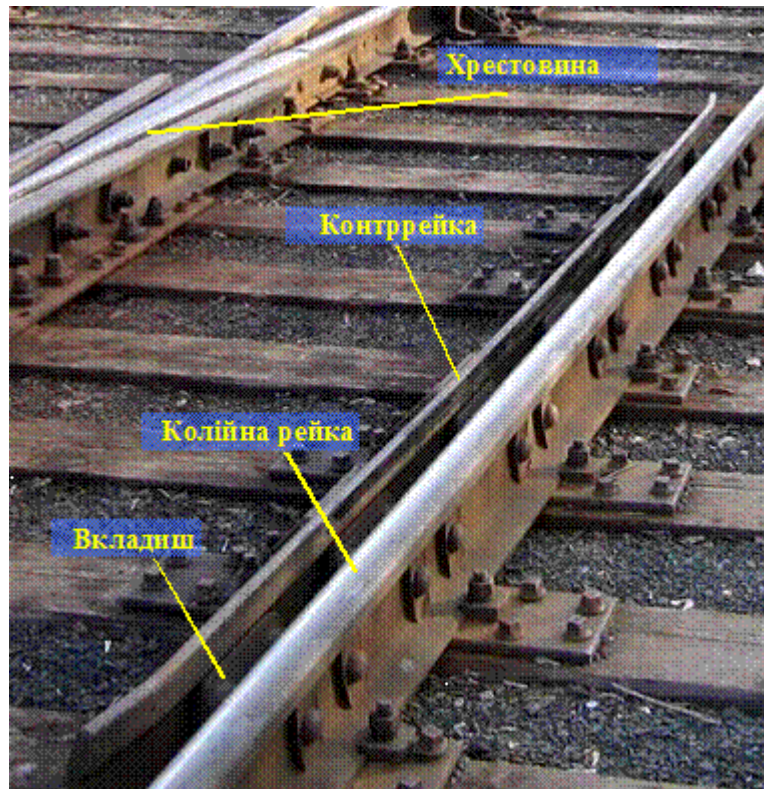


Рисунок 1.4 - Контррейка стрілочного переводу

Більша частина основних розмірів стрілочного переводу визначається маркою хрестовини.

На практиці марку хрестовини можна визначити, вимірявши ширину осердя у його хвості і розділивши отриману величину на повну довжину цього осердя, що виміряна в його боковій грані від хвоста до математичного центра хрестовини, тобто до того місця, де повинні перетинатися бокові грані осердя.

Від марки хрестовини залежить і радіус з'єднувальних колій (перевідної кривої), які укладаються між коренем вістряка і хрестовиною.

Крім звичайного стрілочного переводу, зображеного на рис. 1.1, застосовуються переводи інших видів: симетричні стрілочні переводи (рис. 1.5, перехресні стрілочні переводи (рис. 1.6) та інші.

|      |      |          |        |      |  |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      |  | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |                         | 9    |



Рисунок 1.5 – Симетричний стрілочний перевід



Рисунок 1.6. – Перехрестний стрілочний перевід



|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 10   |



Рисунок 1.7 - Напрями руху перехресним стрілочним переводом

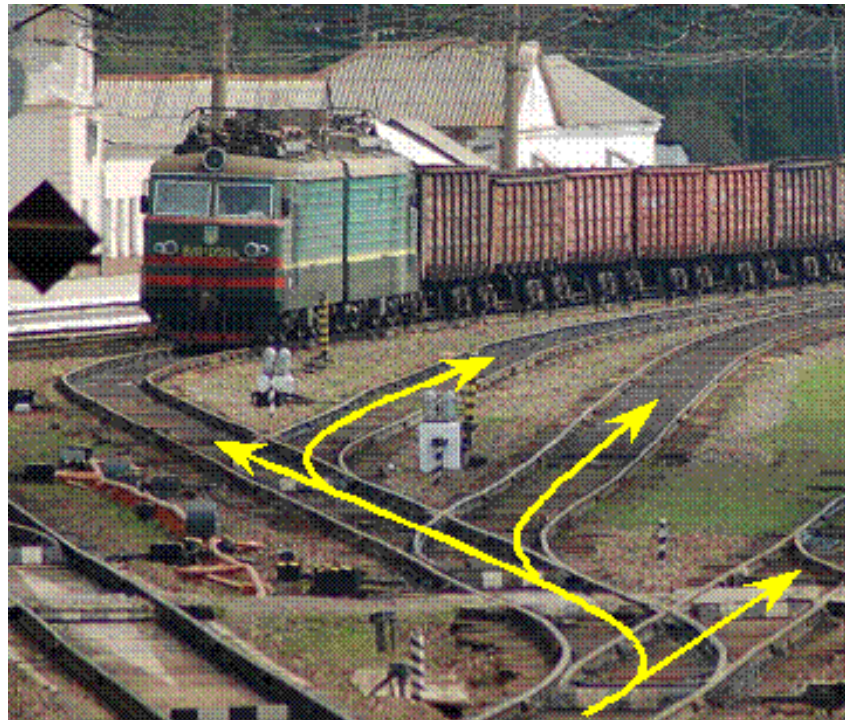
Перетин двох колій в одному рівні, коли немає потреби робити перехід з однієї колії на іншу, називається глухим пересіченням (рис. 1.8).

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 11   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



Рисунок 1.8 - Глухе пересічення

Ряд стрілочних переводів, розташованих на колії, в яку вливаються паралельні колії того чи іншого станційного парку, називається стрілочною вулицею (рис. 1.9).



|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 12   |

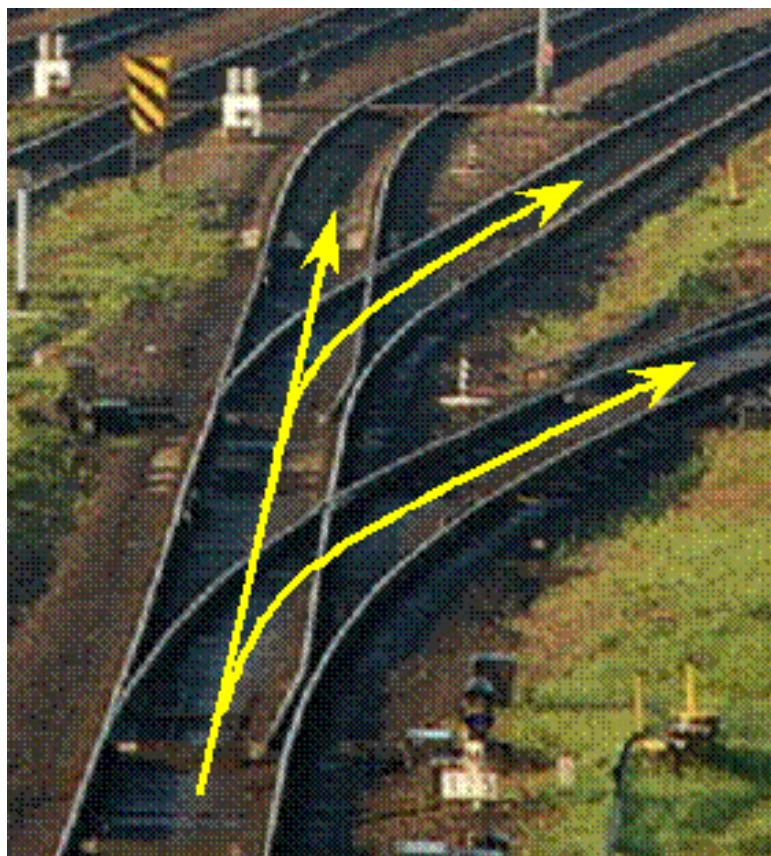


Рисунок 1.9 - Стрілочна вулиця

Стрілочні переводи повинні відповідати кресленням, затвердженим Державною адміністрацією залізничного транспорту України.

Для переміщення вістряків стрілки з одного положення в інше служить стрілочний перевідний механізм. На рис. 1.10 показаний ручний перевідний механізм, а на рис. 1.11 – стрілочний електропривід електричної централізації.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 13   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



## 1.1 УТРИМАННЯ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ ЗГІДНО ПТЕ УКРАЇНИ[3]

Рейки та стрілочні переводи на головних і станційних коліях за потужністю й станом мають відповідати умовам експлуатації (вантажонапруженості, осьовим навантаженням і швидкостям руху поїздів).

Норми зносу рейок та стрілочних переводів встановлюються інструкцією Державної адміністрації залізничного транспорту України.

Стрілочні переводи повинні мати хрестовини таких марок:

- на головних та приймально-відправних пасажирських коліях - не крутіше 1/11, а перехресні переводи й поодинокі, які є продовженням перехресних, - не крутіше 1/9; стрілочні переводи, якими пасажирські поїзди проходять тільки прямою колією переводу, можуть мати хрестовини марки 1/9. Допускається відхилення пасажирських поїздів на бокову колію стрілочними переводами марки 1/9, якщо заміна таких переводів на марку 1/11 викликає перебудову стрілочних горловин, здійснити яку на цей час неможливо;

- на приймально-відправних коліях вантажного руху - не крутіше 1/9, а симетричні - не крутіше 1/6;

- на інших коліях - не крутіше 1/8, а симетричні - не крутіше 1/4,5.

Перед вістряками усіх протишерсних стрілочних переводів на головних коліях мають укладатися відбійні бруси.

Укладення заново стрілочних переводів у головні колії на кривих ділянках не допускається.

У виняткових випадках таке укладання може проводитись тільки з дозволу Державної адміністрації залізничного транспорту України.

Застосування заново перехресних стрілочних переводів і глухих пересічень допускається тільки з дозволу Головного управління колії Державної адміністрації залізничного транспорту України.

Централізовані стрілки в залежності від кліматичних та інших умов обладнуються пристроями механізованої очистки або сніготанення.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 15   |

Забороняється експлуатувати стрілочні переводи та глухі пересічення, в яких допущена хоча б одна із перелічених несправностей:

роз'єднання стрілочних вістряків та рухомих осердь хрестовин з тягами;

відставання вістряка від рамної рейки, рухомого осердя хрестовини від вусовика на 4 мм й більше, виміряне біля вістряка й осердя тупої хрестовини проти першої тяги, біля осердя гострої хрестовини - у вістрі осердя при замкнутому положенні стрілки;

вищерблення вістряка або рухомого осердя, при якому створюється небезпека набігання гребеня, і в усіх випадках вищерблення довжиною:

на головних коліях - 200 мм і більше,

на приймально-відправних коліях - 300 мм і більше,

на інших станційних коліях - 400 мм і більше;

пониження вістряка проти рамної рейки й рухомого осердя проти вусовика на 2 мм і більше, виміряне в розрізі, де ширина головки вістряка або рухомого осердя зверху 50 мм і більше;

відстань між робочою гранню осердя хрестовини та робочою гранню головки контррейки менша 1472 мм;

відстань між робочими гранями головки контррейки й вусовика більша 1435 мм;

злам вістряка або рамної рейки;

злам хрестовини (осердя, вусовика або контррейки);

розрив контррейкового болта в одноболтовому або обох у двоболтовому вкладиші.

Вертикальне зношення рамних рейок, вістряків, вусовиків та осердь хрестовин і порядок експлуатації їх при перевищенні норм зносу встановлюються інструкцією Державної адміністрації залізничного транспорту України.

Рейки на головних коліях мають перевірятися вагоном-дефектоскопом за графіком, затвердженим начальником служби колії.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 16   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Рейки та стрілочні переводи на головних і приймально-відправних коліях перевіряються дефектоскопними візками за графіком, затвердженим начальником дистанції колії. Порядок пропуску поїздів по рейках і елементах стрілочних переводів, які мають небезпечні дефекти (гостродефектні), до їх заміни встановлюється Державною адміністрацією залізничного транспорту України.

Укладання та зняття стрілочних переводів і глухих пересічень на станціях та перегонах приймаються за розпорядженням начальника відділка залізниці (начальника залізниці).

Заново укладені й перебудовані стрілочні переводи та глухі пересічення на станціях і стрілочні переводи на перегонах приймаються до експлуатації комісією, яка призначається начальником відділка залізниці (начальником залізниці) і, як правило, включаються в залежність. Тимчасово не включені в залежність стрілочні переводи можуть бути прийняті комісією, але при цьому начальником відділка залізниці (начальником залізниці) встановлюється порядок огляду, закріплення вістряків та перевірки цих стрілок.

Контрольними стрілочними замками мають бути обладнані нецентралізовані стрілки:

розміщені на коліях, по яких проводиться приймання і відправлення поїздів, а також охоронні, що ведуть:

на колії, виділені для стоянки вагонів з розрядними вантажами;

на колії, призначені для стоянки відбудовних та пожежних поїздів;

у запобіжні й уловлюючі тупики;

на колії, виділені для відстою вагонів-дефектоскопів, колієвимірювальних вагонів, колійних машин.

Стрілки й рухомі осердя хрестовин (крім розміщених на гіркових та сортувальних коліях), у тому числі централізовані та ті, що мають контрольні замки, мають бути обладнані пристосуваннями для можливості замикання їх навісними замками. Ці пристосування мають забезпечувати щільне

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

прилягання вістряка до рамної рейки, рухомого осердя хрестовини до вусовика.

Нецентралізовані стрілки мають бути обладнані стрілочними покажчиками, які освітлюються або не освітлюються, що вказується в технічно-розпорядчому акті станції.

Стрілки, які включені до електричної централізації, та стрілки підгіркових горловин сортувальних парків покажчиками не обладнуються.

Ремонт та поточне утримання стрілочних переводів та глухих пересічень, встановлення, ремонт та утримання стрілочних покажчиків, скидних вістряків, башмакоскидувачів, поворотних брусів, шарнірно-колінчастих замикачів виконуються дистанцією колії. Ремонт та технічне обслуговування розташованих на цих пристроях засобів СЦБ проводиться дистанцією сигналізації і зв'язку.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 18   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## 2 ВПЛИВ РУХОМОГО СКЛАДУ НА ЗНОС РЕЙОК, РАМ ТА ГОСТРЯКІВ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ

В теперішній час широко проводяться дослідження проблеми зниження силової та фрикційної взаємодії в системі «рейка-колесо», що окрім економічної складової, має значний вплив на безпеку руху. Актуальність цього питання пов'язана з витратами на заміну рейок і коліс локомотивів внаслідок підвищеного зносу цієї пари. Якщо в 1980-х роках термін роботи бандажів колісних пар локомотивів становив 5-6 років, то наприкінці 1990-х років термін роботи бандажів зменшився до 2-2,5 років. При тому, якщо в 70-80-х роках 193 минулого століття знос поверхні кочення появлявся у вигляді сидловидної виїмки, то після 1990-х років він набув рівномірного характеру включно до гранично допустимого по всій довжині поверхні катання аж до гребеня колеса. Через збільшення навантаження на вісь змінилась конструкція верхньої будови колії. Відбувся перехід з рейок колії Р50, яка мала ширину головки 70 мм, на рейку Р-65 з шириною головки 75 мм. Відстань між внутрішніми гранями колісних пар (насадка коліс) не змінювалась ( $1440 \pm 3$  мм) [3]. В локомотивному господарстві в 90-х роках середній знос гребеня колісної пари локомотива на 10 тисяч км становив понад 1 мм, причому в літній період знос становив майже 3 мм, для порівняння на початку 80-х років знос складав лише 0,15 мм [2].

Вихід рейок через граничний боковий знос за такий же період збільшився в 3 рази [6]. Аналіз робіт по проблемі взаємодії рейок та коліс рухомого складу [7], [8], [9], показав, що причина інтенсивного зносу рейок та бандажів залежить не лише від стану колії, а ще від технічних характеристик і технічного стану рухомого складу. В зв'язку із вказаним у низки фахівців, особливо у фахівців в галузі рухомого складу [10], стала виникати стійка впевненість, що причиною збільшення інтенсивності зносу коліс і рейок є зменшення ширини рейкової колії на 4 мм. Але це твердження не є обґрунтованим. Як вказано в [11] введення нормативу  $S =$  мм. взамін нормативу  $S =$  мм. було здійснено на вітчизняних залізницях в 1971 році після

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 19   |

тривалих досліджень ВНДІЗТу, і ЛІЗТу і головним результатом такого впровадження стало покращення взаємодії рейкової колії з колісними парами рухомого складу за рахунок зменшення зазорів між гребенями коліс та рейками, що в свою чергу призвело до зменшення поперечних переміщень колісних пар під час руху та зменшенню величини бокових сил. Для того щоб з'ясувати істинні причини такого явища, яке проявилось в збільшенні інтенсивності зносу коліс і рейок, спробуємо більш ретельно проаналізувати не тільки умови взаємодії пари колесо-рейка, але також зміни в умовах експлуатації вказаної пари що взаємодіє між собою та зміни вихідних технічних характеристик коліс рухомого складу та рейок. Для збільшення пропускної спроможності залізниць у 80-х роках було вжито низку заходів. Одним із таких заходів було збільшення осьового навантаження, що вкрай негативно вплинуло на стан пари «рейка-колесо» [12], [13]. На рис. 2.1 наведено значення осьового навантаження різних типів тягового рухомого складу, із графіку видно що вантажні локомотиви які знаходяться в експлуатації 2ТЕ116, 2ТЕ10, ВЛ80 мають більше навантаження від осі в порівнянні з ТЕ3, ВЛ8.

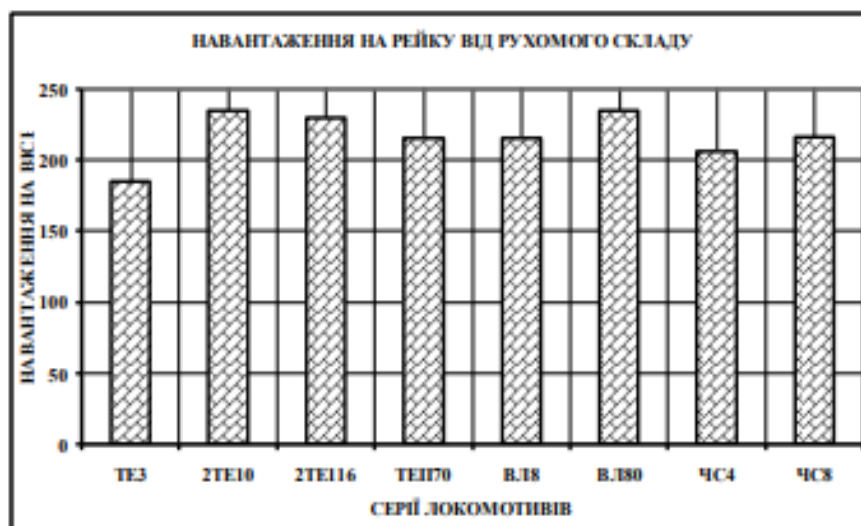


Рисунок 2.1 - Графік навантаження від колісної пари на рейку різних типів тягового рухомого складу

Для забезпечення встановлених швидкостей руху, перевезення поїздів збільшеної маси значно була збільшена потужність локомотивів і не лише

здіяних у вантажному русі, а також значно збільшилась потужність пасажирських локомотивів, на рис. 2.2 наведено значення потужності різних серій локомотивів які експлуатуються в Україні.

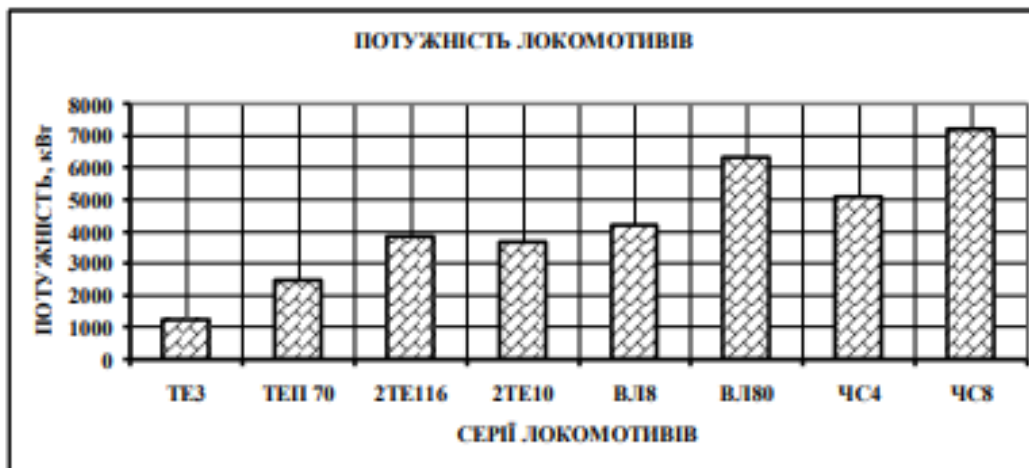


Рисунок 2.2 - Графік збільшення потужності локомотивів

За рахунок збільшення потужності локомотивів в рази, зросла і сила тяги яка передається через одну колісну пару. Такий фактор як зростання тяги, що передається через одну колісну пару дуже негативно впливає на знос поверхні рейки та колеса. Саме внаслідок його на поверхні головки рейки концентруються великі дотичні контактні напруження, що перевищують межу текучості металу, і в результаті починають виникати тріщини та відшарування.

Контактуючі поверхні колеса та рейки намагаються зміститись відносно одне одного. Виникаючі сили міжмолекулярної взаємодії викликають пружні, або пружно-пластичні деформації [15, 16]. Аналізуючи схему рис. 2.3 напруження в зоні контакту приводять до подовження поверхні кочення рейки, результатом є переміщення шарів мікроструктури рейки. Виникає проковзування, яке називається боксуванням. Через виникаючі деформації рейки та колеса за один оберт воно проходить меншу відстань від його довжини кола катання.





показниками. Протяжність безстикової колії за той же період зросла на 24,5% і нині складає 71% від загальної протяжності головних колій; кількість стрілочних переводів на залізобетонних брусах зросла на 44,5% і на даний час складає біля 47% від загальної кількості стрілочних переводів, вкладених на усіх коліях Укрзалізниці, при цьому на головних коліях переводів на залізобетоні більше 71%. На рис. 8 показана динаміка впровадження сучасних конструкцій верхньої будови колії на залізницях України. Від стану верхньої будови колії залежить швидкість руху поїздів, безперебійність руху потягів, допустимі навантаження на вісь вагонів і локомотивів, об'ємів перевезень на дільницях колії, безпека руху поїздів. Від безпечної та якісної роботи насамперед колійного господарства залежить забезпечення безперервного та безпечного руху поїздів і з встановленими швидкостями.

200 З аналізу змін характеристик конструкції верхньої будови колії (ВБК) на вітчизняних залізницях можна бачити, що найбільш характерними рисами модернізації колій на залізницях України стало підвищення потужності ВБК, перехід на більш потужні рейки Р65, впровадження більш жорстких конструкцій підрейкової основи, а також впровадження більш твердих і більш зносостійких термозміцнених рейок на головних коліях мережі залізниць України. З позицій взаємодії пари «колесо-рейка» особливе значення в питаннях інтенсивності зносу обох взаємодіючих елементів займає співвідношення мас, що приймають участь в взаємодії, а також співвідношення жорсткостей механічних систем, що представляють собою конструкції колії та рухомого складу, і крім того питання співвідношення твердості безпосередньо в контактні колеса і рейки.

Питання співвідношення твердості поверхні кочення колеса і рейки набуло останнім часом гостроту через те, що спеціалісти рухомого складу звернули увагу на те що в колію почали вкладатись термічно зміцнені рейки з твердістю 341-388 од. НВ. В такому випадку логічно було б збільшувати і твердість колісних пар, але при цьому потрібно витримувати встановлене раніше раціональне співвідношення між твердістю рейки та колеса 1,1-1,2 /

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 24   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

1,0 на користь рейки. Результати виміру зносу гребенів і поверхні кочення бандажа (прокат) показали, що із зменшенням товщини гребеня в результаті його фізичного зносу до товщини 30-29 мм, подальша інтенсивність його зносу значно знижується. Це свідчить про те, що передача сили тяги через гребінь зменшується, так як збільшується відстань між внутрішніми поверхнями гребенів колісної пари.

Таким чином в результаті виконаного аналізу можна зробити наступні висновки щодо причин збільшення зносу:

По рухомому складу:

За період з 1970-х до 1990-х рр. суттєво збільшилась потужність локомотивів;

Зросли навантаження від коліс на рейки у локомотивів і вагонів;

Збільшилась потужність тягових двигунів для кожного колісномоторного блоку локомотивів;

Сила тяги в довготривалому режимі, що передає одна колісна пара електровоза в порівнянні з тепловозом збільшилась більше, ніж в 3 рази;

Розрахункова швидкість в довготривалому режимі збільшилась майже в 2,7 раз;

З переходом на інший тип рейки залишилась незмінною відстань між внутрішніми гранями бандажів колісних пар.

Змінився коефіцієнт тертя в контакті рейки та колеса;

Відхилення від нормативних вимог в бік збільшення, геометричних параметрів установки колісних пар при виготовлення та в експлуатації;

Перевищення встановлених норм по різниці діаметрів поверхні катання коліс, однієї колісної пари;

Наявність розбалансування ресорного підвішування та опорноповертаючих пристроїв;

Змінилось співвідношення якості і твердості металу колісних пар та рейок;

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 25   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Використання різних методів зміцнення коліс і рейок, їх хімічний склад, мікроструктура;

Особливість зміни кута нахилу гребеня бандажа в експлуатації залежно від типу профілю та ступенем зносу колісної пари;

Значне забруднення та пошкодження контактуючих поверхонь системи «рейка-колесо»;

Негативний вплив атмосферних умов на знос поверхонь рейки та колеса.

При гальмуванні вагони в середній частині поїзда в рейковій колії встановлюються з перекосом в результаті набігання хвостових вагонів, а гребені колісних пар починають інтенсивно взаємодіяти з бічними гранями рейок.

По конструкції верхньої будови колії:

Збільшилась потужність і маса конструкцій колії, що приймає участь при взаємодії пари колесо-рейка;

Збільшилась жорсткість підрейкової основи, за рахунок впровадження залізобетонних шпал;

Збільшилась твердість поверхні кочення рейок, що взаємодіють з колесами, за рахунок широкого впровадження термозміцнених рейок;

Відповідно зі збільшенням вертикальних навантажень від коліс рухомого складу на рейки та з урахуванням збільшення потужності тягових двигунів від кожного колісно-моторного блоку локомотивів – збільшились величини контактних дотичних напружень в верхніх шарах головки рейки і внаслідок цього зросла інтенсивність накопичення контактно-втомлювальних дефектів і знос верхніх шарів поверхні кочення залізничних рейок;

Зменшились нормативи ширини колії в прямих та кривих ділянках радіусом менше 350 м. з мм (до 1971 р.) на 1520 мм (в 1971 р.) і на 1520 мм (в 1996 р.). Результати аналізу багатьох наукових досліджень [19], [20] свідчать, що необхідно на противагу збільшенню навантаження на вісь, а також потужності яка передається колісною парою на рейки, передбачити низку

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 26   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

заходів, які могли б зменшувати знос бічної грані головки рейки та поверхні катання колісної пари. До таких заходів можна віднести: - зменшення сили тяги, що передається однією колісною парою. На електротяговому рухомому складі який експлуатується це можливо зробити тільки зменшенням ваги вантажного поїзду. При проектуванні процесу перевезень на залізницях потрібно це враховувати; - зменшення відстані між внутрішніми поверхнями гребенів колісної пари в межах допусків; збільшення твердості поверхні рейки, але в зв'язку з можливими боковими підрізами гребенів в межах раціонального підняття співвідношення твердості колеса і рейки; - нанесення на поверхню гребенів коліс змащувального матеріалу, що підвищує стійкість до зносу; - можливо зменшення відсотку сили тяги, що передається через поверхню гребеня, шляхом зменшення сили тертя в контакті «рейка-гребінь», але це в свою чергу може знизити використання потужності локомотива. (Якщо нанести мастило на бічні поверхні гребенів, то сила тяги знижується на автозчепленні на 10-12%).

Використання кожного із заходів по зниженню зносу пари «рейка-колесо» в експлуатаційних умовах, що існують на залізницях залежить від:

1. Підбору раціональної твердості матеріалів із яких виготовляються рейки та бандажі колісних пар, також їх раціональних співвідношень;
2. В сучасних умовах універсальними заходами для всіх залізниць є: зміцнення робочої поверхні гребеня та зменшення його товщини;
3. Нанесення мастила в контакт «рейка-колесо» доповнюють вищезгадані заходи і його використовують в залежності від профілю ділянки залізниці.

Ефективність нанесення мастила залежить від інтенсивності зносу гребеня, від зміцнення поверхні гребеня та зменшення його товщини. Це, як правило, не має сенсу на тих залізницях, де ресурс бандажа складає менше 700 тис. км пробігу. Але зміцнення поверхні бандажа, як уже згадувалось, вирішення проблеми не дасть. Змащення гребенів, як описувалось вище, приводить до зниження сили тяги. Якщо уніфікована вага вантажних поїздів

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 27   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

на дільницях обслуговування не значна, то змащування ще можливо використовувати. Але якщо уніфікована вага поїзда близька до максимальної що може зрушити локомотив, то зменшення коефіцієнту зчеплення коліс локомотива та рейок веде до буксування колісних пар, зниження швидкості до величини, нижче розрахункової, перевантаженню тягових двигунів і їх пошкодження. Однією з проблем є відсутність досліджень впливу зміни профілю бандажа коліс тягового рухомого складу на взаємодію з колією та знос гребенів колісних пар.

Такий стан речей має дійсно велике значення у вирішенні питань динаміки, сил, що діють на різні системи робочих частин рухомого складу та колії.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 28   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

### 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ БОКОВОГО ЗНОСУ РАМ ТА ГОСТРЯКІВ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ

Для досліджень було вибрано 3 стрілочних переводи, які вкладені в межах Дніпровській дистанції колії.

*Стрелочный перевод проекта 1740 сп №15*

| Характеристика   | Значение  |
|--|---|
| Масса (без брусьев) не более   | 15,5 т  |
| Единица измерения  | комплект (подробная опись комплектации стрелочного перевода указана ниже в специальном разделе) |
| Размер (д / ш / в)   | 3336,3 см x 152 см  |
| Ширина колеи стрелочного перевода Р-65 1/11 пр 2768 (1740)           | 152 см  |
| Полная длина стрелочного перевода                                    | 3336,3 см   |
| Радиус бокового пути стрелки стрелочного перевода                    | 30000 см  |
| Максимальная статическая нагрузка на рельс,                          | 245 кН  |
| Максимальная скорость движения по прямому пути стрелочного перевода  | 140 км/ч  |
| Максимальная скорость движения по боковому пути стрелочного перевода | 50 км/ч   |
| Нормативный ресурс до снятия стрелки                                 | 320 млн. т.   |
| Нормативный ресурс до снятия крестовины                              | 90 млн. т.  |
| Максимальная масса отгрузочного места стрелочного перевода           | 2.2 т   |
| Максимальная длина отгрузочного места стрелочного перевода           | 1250 см   |
| Материал железобетонного стрелочного перевода Р-65 1/11 пр. 2768     | железобетон, сталь  |
| Вид стрелочного перевода   | обыкновенный  |
| Тип стрелочного перевода   | Р-65 марка 1/11, проект 2768 (1740)   |



- Рейка завдовжки 835,5 см – 1 штука.
- Рейка завдовжки 971,6 см – 1 штука.
- Рейка завдовжки 826,5 см – 1 штука.
- Рейка завдовжки 976,8 см – 1 штука.
- Залізнична накладка Р65 ГОСТ 8193-73 - 20 штук.
- Набір залізничних підкладок до стрілочного переводу – 1 штука.
- Комплект деталей стрілочного переводу – 1 штука.
- Набір прокладок амортизаційних - 2 штуки

Стрілочний перевід тип р65 марка 1/11 на залізобетонних брусах, проекту 2768, аналог проекту 1740, представлений у каталозі компанії «Техмет» може експлуатуватися на коліях до сортувальних, приймально-відправних станцій, на яких присутні гіркові колії. Як і будь-які стрілки, стрілочні переводи Р65 марка 1/11 служать для організації операції з переведення рухомого залізничного складу з однієї колії на іншу колію, так само не варто виключати можливості їх застосування на кривих ділянках залізничної колії. Стрілочний перевід Р65 марка 1/11, проект 2768 укладаються на залізобетонні бруси. Стрілочний перевід Р65 марки 1/11 так само варто враховувати переводи проекту 2768 взаємозамінні зі стрілочними переводами проектом 1740. Стрілочний перевід Р65 марки 1/11, що надаються нами, залучають кореневий вузол посиленої конструкції. Так само однією з особливостей хрестовини даного стрілочного перекладу Р65 марки 1/11 проекту 2768 є покращене сполучення рейкової та литої частин, а так само контррейка якимось чином не пов'язана з колійною рейкою, а підкладки мають високі реборди.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 31   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



Рисунок 3.2 – Стрілочний перевід №15



Рисунок 3.3 – Стрілочний перевід №15

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 32   |



Рисунок 3.4 – Стрілочний перевід №15



Рисунок 3.5 – Стрілочний перевід №15

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 33   |





Рисунок 3.7. – Стрілочний перевід №9



Рисунок 3.8. – Стрілочний перевід №9

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 35   |



Рисунок 3.9. – Стрілочний перевід №9



Рисунок 3.10. – Стрілочний перевід №9

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 36   |



Рисунок 3.11 – Стрілочний перевід №9

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 37   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Стрілочний перевід №23 Проекту 2889

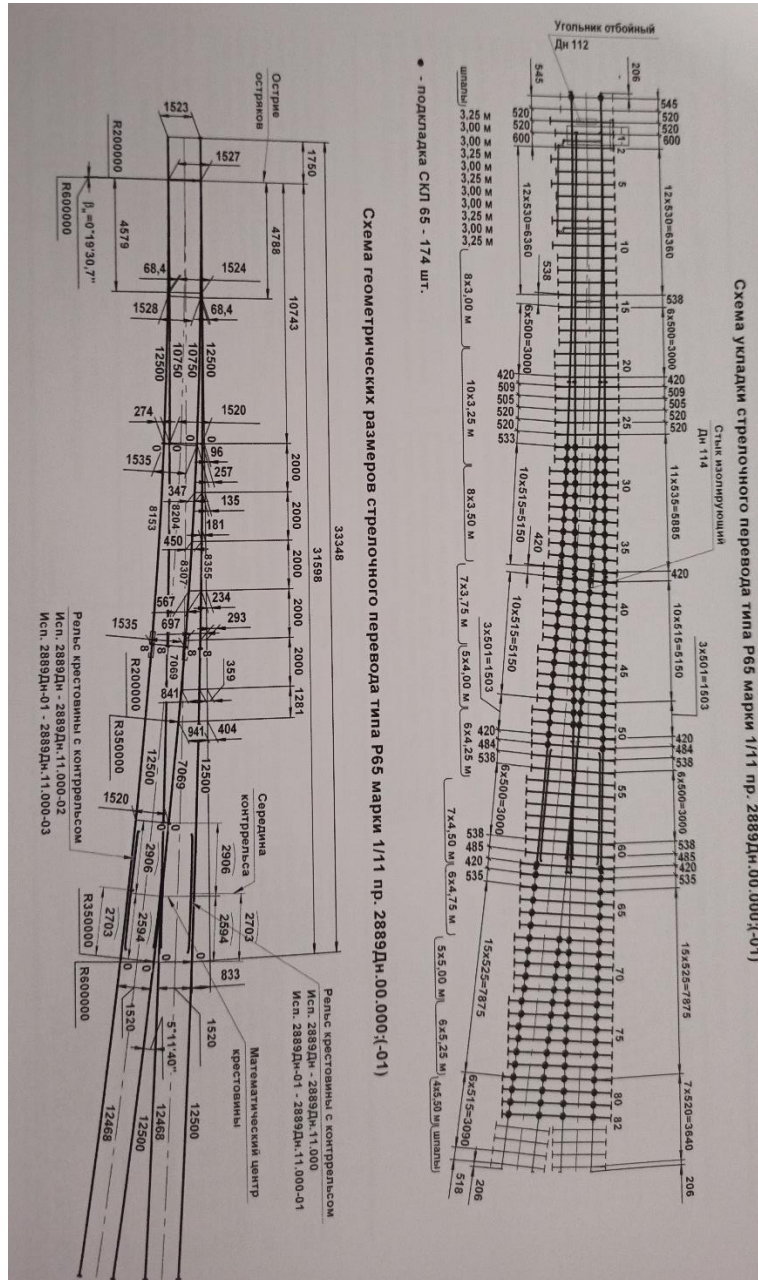


Рисунок 3.12 – Стрілочний перевід №23 проекту 2889

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 38   |



Рисунок 3.13 – Стрілочний перевід №23



Рисунок 3.14 – Стрілочний перевід №23

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 39   |



Рисунок 3.15 – Стрілочний перевід №23



Рисунок 3.16 – Стрілочний перевід №23

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 40   |



Рисунок 3.17 – Стрілочний перевід №23



Рисунок 3.18 – Стрілочний перевід №23

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 41   |

### 3.1 ДОСЛІДЖЕННЯ БОКОВОГО ЗНОСУ

*Стрілка № 23 криволінійного стрілочного перевалу проекту 2889*

Рік вкладання 2003

Швидкість 70..70 бокове 25

скріплення ОД

Таблиця 3.1 – Виміри бокового зносу

| Боковий знос                           |         |         |         |        |         |          |         |          |
|--|---------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|----------|
|  | Квітень | Травень | Червень | Липень | Серпень | Вересень | Жовтень | Листопад |
| Правої рамної рейки з кривим гостряком | 2       | 2       | 2       | 2      | 3       | 4        | 5       | 6        |
| Лівої рамної рейки з прямим гостряком  | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0        | 0       | 0        |
| Правого гостряка                       | 1       | 1       | 1       | 1      | 2       | 2        | 2       | 3        |
| Лівого гостряка                        | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0        | 0       | 0        |

Таблиця 3.2 – Виміри вертикального зносу

| Вертикальний знос                      |         |         |         |        |         |          |         |          |
|--|---------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|----------|
|  | Квітень | Травень | Червень | Липень | Серпень | Вересень | Жовтень | Листопад |
| Правої рамної рейки з кривим гостряком | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 1        | 1       | 1        |
| Лівої рамної рейки з прямим гостряком  | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 1        | 1       | 1        |
| Правого гостряка                       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 1        | 1       | 1        |
| Лівого гостряка                        | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 1        | 1       | 1        |

*Стрілка № 9 стрілочний перевід проекту 345*

Рік вкладання 2021

Швидкість 100..100 бокове 25

Таблиця 3.3 – Виміри бокового зносу

| Боковий знос                           |         |         |         |        |         |          |         |          |
|--|---------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|----------|
|  | Квітень | Травень | Червень | Липень | Серпень | Вересень | Жовтень | Листопад |
| Правої рамної рейки з кривим гостряком | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 1        | 1       | 2        |
| Лівої рамної рейки з прямим гостряком  | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0        | 0       | 0        |
| Правого гостряка                       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0        | 0       | 0        |
| Лівого гостряка                        | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0        | 0       | 0        |

0053.200009.ДР.2021.001

Арк.

42



### 3.2 ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ БОКОВОГО ЗНОСУ

Взаємодія колеса та рейки є основою руху поїздів залізницями. Саме воно багато в чому визначає такі найважливіші техніко-економічні показники, як маса поїздів, швидкість їхнього руху та рівень експлуатаційних витрат. При цьому вимоги до показників взаємодії коліс та рейок у різних зонах контактування суперечливі. З одного боку, зчеплення коліс з рейками має бути таким, щоб забезпечувався малий опір руху поїзда. З іншого боку, для реалізації необхідної сили тяги необхідно підтримувати високий та стабільний рівень зчеплення локомотивних коліс з тією самою поверхнею.

Крім цього для запобігання накопчування колеса на головку рейки, зниження зносу гребеня колеса і перехідної поверхні головки рейки, а також опору руху поїзда в кривих ділянках шляху потрібно максимально знизити тертя між гребенем колеса і бічною поверхнею головки рейки, усовика, дотепника стрілки, рам. Світовий досвід експлуатації підказав напрям удосконалення системи «колесо-рейка» - розробка технічних засобів, технологій та матеріалів для подачі «третього тіла» в зону контакту (лубрикація в цій зоні гребеня колеса та бічної поверхні головки рейки).

Інтенсивний знос гребенів коліс рухомого складу та перехідної поверхні рейок, що спостерігається останніми роками на залізницях України, є наслідком багатofакторної зміни протягом досить тривалого часу умов взаємодії коліс рухомого складу та шляху, що відбувається, головним чином, через зростання обсягу перевезень. Існують два основних способи зменшити знос як результат роботи сил тертя:

- знизити абсолютні значення сил тертя в зоні контакту за рахунок подачі до неї мастила і, як наслідок, зменшити коефіцієнт тертя;
- знизити тривалість контакту гребенів коліс та бічної поверхні рейок.

Вивчення фундаментальних закономірностей, що зумовлюють характер та інтенсивність зносу в зоні контакту, показало, що зниження коефіцієнта тертя найбільш ефективно впливає практично на всі силові параметри, що

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 44   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

формується в зоні контакту гребенів коліс та бічній межі рейки в кривих ділянках колії.

Дослідження показали, що подача мастила в зону контакту «колесо-рейка» знижує коефіцієнт тертя в 5-6 разів. При цьому зменшуються не тільки сили тертя, а й питоме зношування коліс і рейок, що підтверджується експлуатацією систем мастила на залізницях Європи.

Аналіз досвіду застосування таких систем показав, що наявність мастила в зоні контакту «колесо-рейка» дозволяє:

- знизити знос та підвищити термін служби рейок та колісних пар;
- знизити витрати паливно-енергетичних ресурсів;
- скоротити час простою рухомого складу у ремонті;
- підвищити безпеку руху; зменшити рівень шуму під час руху.

Оптимізація трибологічної системи «колесо-рейка» дозволяє зробити новий крок для збільшення терміну служби транспортних систем. Гостра проблема підвищеного зносу гребенів коліс та бічної поверхні головки рейки була знята запровадженням технології лубрикації, а саме подачею мастила в зону контакту «колесо-рейка» допомогою рейкозмащувальної установки.

Вона забезпечує змащення криволінійних ділянок залізничної колії, стрілочних переказів, залізничних колій метро, міських трамвайних колій, портових, під'їзних та кар'єрних залізничних колій. Рейкозмащувальну установку необхідно застосовувати на великих залізничних вузлах з великою кількістю стрілочних переказів та кривих ділянок колії. Установки розташовують перед входом на станцію з одного та іншого боку, що дозволяє суттєво знизити зношування елементів колії.

До складу стаціонарного колійного рейкозмащувача входить таке обладнання:

насосна станція в шафі включає електронний блок управління з контролем рівня мастила та зі слідкувальною пластиною, обігрівальний елемент, фільтр для змащування, манометр; дві мастильні шини; захисна шафа з головним розподільником;

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 45   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

сенсорний датчик .

Для особливо вантажонапружених ділянок розроблено спеціальний варіант стаціонарного рейкозмащувача, який передбачає встановлення чотирьох змащувальних шин.

На замовлення споживача стаціонарний рейкозмащувач може додатково комплектуватися різними мастильними насосами з електро- (24/220/380 В) або пневмоприводом та різними ємностями для змащувальної речовини (змінними або стаціонарними) місткістю до 200 л:

насос для змінної ємності місткістю 60 л;

насос із стаціонарною ємністю місткістю 60 л.

Стаціонарний колійний рейкозмащувач працює наступним чином. При русі складу сенсор відраховує прохід кожної осі вагона або локомотива (в діапазоні від 1 до 100). Після проходження кожної 15-ї осі (параметр, що налаштовується) подається сигнал на блок управління, який у свою чергу дає команду на пуск насоса. Мастило з насоса через трубопроводи надходить до головного розподільника мастила. Він має два виходи, з яких мастило надходить до розподільників, встановлених на мастильних шинах і рівномірно подає мастило по всіх їх каналах. Канали мастильної шини мають виходи та забезпечують подачу мастила на перехідну поверхню головки рейки.

Насос відключається після виконання заданого циклу мастила, який визначається кількістю спрацьовувань головного розподільника та реєструється в блоці керування. Після отримання нового сигналу з сенсора насос знову вмикається в роботу. Увімкнення насоса може бути здійснено в межах від 1 до 100 проходжень осі колісних пар над сенсорним датчиком.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 46   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



Рисунок 3.19 – Змащувальний блок та змащувальна шина

Положення мастильної шини можна регулювати для забезпечення густини її прилягання до голівки рейки.

За минулий час було отримано такі результати:

знос остряків стрілочних переводів зменшився в 2-2,5 рази;

знос бічних поверхонь рейок становить 0,1 мм на 1 млн. т вантажу брутто;

рознесення мастила за довжиною рейкової колії при негативних температурах становить 800-1200 м;

рознесення мастила по довжині рейкового шляху за позитивних температур становить до 3500 м;

витрати мастила - 15-25 кг на 1 млн т вантажу брутто.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



поєднання високої здатності до біорозкладання та високих робочих параметрів. Зараз всі наші мастильні матеріали для залізничних стрілочних переводів є швидко біорозкладними відповідно до стандарту OECD 301 і, разом з тим, мають високі робочі характеристики.

Найбільш важливим завданням для високоефективних мастильних матеріалів для залізничних стрілочних переводів є довгострокове зниження пускового та робочого моментів на перемикання стрілки. Оскільки в реальному житті силу, що діє при перемиканні стрілки протягом тривалого часу, виміряти дуже важко, ми розробили для наших клієнтів спеціальний випробувальний стенд, що дозволяє імітувати реальні робочі умови та вимірювати силу перемикання кожного заданого циклу.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 49   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Стрілочний перевід №23 був вкладений у 2003 році на дерев'яних бусах на скріпленні ОД, який має пропущений тонаж 702 міл.тн.б. перша заміна лівої рамної рейки виконувалася у 2021 році . Заміна правої рамної рейки виконується кожні 2 роки так як при дослідженні за 8 місяців знос правої рами зріс з 2мм до 6мм.

2. Стрілочний перевід №15 був вкладений у 2012 році на залізобетонних брусах на скріпленні КБ, який має пропущений тонаж 370 міл.тн.брут. заміна лівої рамної рейке не виконувалася за час дослідження знос збільшився на 1мм, заміна правої рами виконувалася у 2021 році і за 8 місяців знос збільшився 1мм

3. Стрілочний перевід №9 був укладений у 2021 році і за час дослідження був виявлений знос лише по правій рамі 2 мм

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки по даній проблемі:

1.Необхідно проводити утримання стрілочного переводу по профілю і плані.

2. Також проводити утримання стрілочних переводів колії за шириною колії та по допустимих відхиленням

3. Шліфування елементів стрілочних переводів дозволяє збільшити термін їхньої служби та забезпечує безпечний рух поїздів по стрілочних перекладах.

4.Стрілочні переводи на головних та приймально-відправних залізничних коліях повинні перевірятися з використанням вагонів-дефектоскопів, дефектоскопними візками за графіком.

5. Обмеження швидкості по елементам стрілочного переводу які мають знос більш встановлених норм

6. Системи змащування:

Як показує практика на європейських системах змащування рамних рейок і гостряків на стрілочних переводах які експлуатуються на напружених

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 50   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

ділянках колії дозволяє знизити знос металевих частин стрілочних переводів у 2 -2.5 рази. Що дозволяє подовжити термін експлуатації

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 51   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. З'єднання і перетинання залізничних колій. Технічні умови: ТУ У 30.2-14367980-021:2013.

2. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізничному транспорті промислових підприємств, затверджена Міністерством промислової політики України від 13 серпня 2010 № 407.

3. Правила технічної експлуатації залізниць України, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 р. № 411 із змінами і доповненнями, внесеними наказами Міністерства транспорту України: від 8 червня 1998 р. № 226, від 23 липня 1999 р. № 386, від 19 березня 2002 р. № 179.

4. Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового складу залізниць України колії 1520 мм / ЦЗ/023. – ЗАТ «Мінетек». – К.: «НВП Поліграфсервіс», 2011. – 171 с.

5. Лашко А.Д. К вопросу о стратегии Укрзалізници по решению проблемы устранения сверх нормативных износов пары «колесо-рельс» / А.Д. Лашко, О.М. Савчук // Залізничний транспорт України : наук.-практ. журнал. – 1997. – № 2-3. – С. 2-4.

6. Беседин И.С. Целевые задачи обеспечения устойчивости взаимодействия в системе колесо – рельс / И.С. Беседин // Современные проблемы взаимодействия подвижного состава и пути : сб. докладов науч.-практ. конф. – М. : Щербинка, 2003. – С. 11-13.

7. Сергиенко Н.И. Некоторые пути снижения сверхнормативного износа колес тягового подвижного состава / Н.И. Сергиенко, Г.К. Гетьман // Залізничний транспорту України. – 1997. – № 2-3. – С. 15-17.

8. Косов В.С. Исследования взаимодействия в системе «колесо-рельс» / В.С. Косов, А.Л. Бидуля, В.В. Березин, А.А. Лунин // Путь и путевое хозяйство : науч.-поп. производ.- техн. журнал. – 2012. – № 9. – С. 12-15.

9. Богданов В.М. Современные проблемы системы колесо-рельс / В.М. Богданов, С.М. Захаров // Современные проблемы взаимодействия

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 52   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

подвижного состава и пути : сб. докладов науч.-практич. конф. – М. : Щербинка, 2003. – С. 11-13.

10. Косов В.С. Исследования взаимодействия в системе «колесо-рельс» / В.С. Косов, А.Л. Бидуля, В.В. Березин, А.А. Лунин // Путь и путевое хозяйство : науч.-поп. производ.- техн. журнал. – 2012. – № 9. – С. 12-15.

11. Даніленко Е.І. Про необхідність внесення змін в існуючі нормативні допуски по ширині рейкової колії у прямих та кривих при впровадженні швидкісного руху поїздів на залізницях України / Е.І. Даніленко, М.І. Карпов, В.М.Молчанов, Р.М.Йосифович // Залізничний транспорт України: наук.-практ. журнал. – 2014. – № 2. – С. 9-17.

12. Марков Д.П. Повышение твердости колес подвижного состава (предпосылки и перспективы) / Д.П. Марков // Вестник ВНИИЖТ. – М., 1995. – № 3. – С. 10-17.

13. Ларин Т.В. Износ и пути продления срока службы бандажей железнодорожных колес / Т.В. Ларин. – М.: Трансжелдориздат. –1958. –168 с.

14. У. Дж. Харрис. Обобщение передового опыта тяжеловесного движения: вопросы взаимодействия колеса и рельса / У. Дж. Харрис и др. ; [перев. с англ. Захаров С.М.]. – М. : Интакст, 2002. – 408 с.

15. Иванов В.Н. Конструкция и динамика тепловозов : Учебник для вузов ж.-д. транспорта / В.Н. Иванов. – М.: Транспорт, 1974. – 335 с.

16. Розенфельд В.Е. Теория электрической тяги / В.Е. Розенфельд, И.П. Исаев, Н.П. Сидоров. – М.: Транспорт, 1983.

17. Деев В.В. Тяга поездов : Учебное пособие для вузов / Г.А. Ильин, Г.С. Афонин ; под ред. В.В. Деева. – М. : Транспорт, 1987. – 264 с.

18. Козырев А.И. Расчет напряженно-деформированного состояния колеса и рельса в зоне контакта / А.И. Козырев, А. Алижан // Железнодорожный транспорт. – 2009. – № 12. – С. 41-43.

19. Автоколебания и устойчивость движения рельсовых экипажей / Ю.В. Демин, Л.А. Длугач, М.Л. Коротенко, О.М. Маркова. – К. : Наукова думка, 1984. – 160 с.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 53   |

20. Garg V.K. Dynamics of railway vehicle systems / V.K. Garg, R.V. Dukkipatti. – Academic Press. – 1984.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 0053.200009.ДР.2021.001 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 54   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |