

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра машинобудування та технічного сервісу машин

**Обґрунтування параметрів процесу змащування рейок
в кривих ділянках колії**

Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломної роботи магістра

ПЗР.330.00.00.000 ПЗ

Розробив: студент групи 211-БКМ-Д23
Спеціальності
133 – галузеве машинобудування
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)
В'ячеслав ДЕНИСЕНКО

Керівник: професор, докт. техн. наук
Сергій ВОРОНІН

Рецензент: професор, докт. техн. наук
Дмитро ПЛУГІН

Харків 2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Будівельний»

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини та обладнання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук



Сергій ВОРОНІН

«01» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ Денисенку В'ячеславу Віталійовичу

1 Тема: «Обґрунтування параметрів процесу змащування рейок в кривих ділянках колії»,

керівник: Воронін Сергій Володимирович докт. техн. наук, професор
затверджені розпорядженням по будівельному факультету від «30» вересня
2024 року № 10.

2 Строк подання студентом закінченої роботи: «30» грудня 2024 року.

3 Вихідні дані: 1 Конструкція та умови роботи кривих ділянок колії
2 Існуючі конструкції рейкозмащувачів
3 Номенклатура мастил для змащування рейок

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз ведучих дефектів рейок та методів боротьби з їх розвитком

4.2 Теоретичні дослідження впливу аерозольного мащення на ресурс рейок в кривих ділянках

4.3 Обґрунтування параметрів рейкозмащувача аерозольного типу

4.4 Техніко-економічний розрахунок

4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 - 5.1 Актуальність теми дослідження – 1 лист
 - 5.2 Аналіз ведучих дефектів рейок в кривих – 1 лист
 - 5.3 Принципова схема системи змащування Lincoln – 1 лист
 - 5.4 Функціональна схема рейкозмащувача СПР-0.2-М.1 – 1 лист
 - 5.5 Вплив мащення на зношування та рейок в кривих – 1 лист
 - 5.6 Теоретичні дослідження ресурсу рейок в кривих ділянках – 2 листа
 - 5.7 Експериментальні дослідження зносу рейок – 3 листа
 - 5.8 Практичні рекомендації по реалізації змащування рейок – 1 лист
 - 5.9 Техніко-економічний розрахунок – 1 лист

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування	Токмакова І.В., професор, д.е.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., доцент, к.т.н.		

7 Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
4.1 Аналіз ведучих дефектів рейок та методів боротьби з їх розвитком	01.10.24 – 31.10.24	
4.2 Теоретичні дослідження впливу аерозольного мащення на ресурс рейок в кривих ділянках	15.10.24 – 31.10.24	
4.3 Обґрунтування параметрів рейкозмащувача аерозольного типу	01.11.24 – 15.12.24	
4.4 Техніко-економічний розрахунок	01.12.24 – 10.12.24	
4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	10.12.24 – 20.12.24	
4.6 Графічна частина	01.11.24 – 30.12.24	

Студент В.В. Денисенко

Керівник С.В. Воронін

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки на 96 аркушах формату А4, що містить 14 табл., 24 рис., список джерел з 40 найм., додатки на 14 стор, а також 13 слайдів презентації.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, КРИВА ДІЛЯНКА, РЕЙКА, БОКОВИЙ ЗНОС, ЗМАЩУВАННЯ, МАСТИЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ.

Об'єктом дослідження є процес впливу аерозольного змащування на боковий знос рейок в кривих ділянках колії.

Метою дослідження є підвищення ресурсу рейок в кривих ділянках колії шляхом удосконалення процесу їх змащування.

Виконані теоретичні та експериментальні дослідження впливу аерозольного змащування на боковий знос рейок в кривих ділянках колії за умови покращення мастильної здатності оливи, яка застосовується в рейкозмащувачі.

ABSTRACT

The thesis consists of an explanatory note on 96 sheets of A4 format, containing 14 tables, 24 figures, a list of sources with 40 entries, appendices on 14 pages, as well as 13 presentation slides.

Keywords: RAILWAY TRACK, CURVED SECTION, RAIL, LATERAL WEAR, LUBRICATION, LUBRICANT.





The object of the study is the process of the influence of aerosol lubrication on the lateral wear of rails in curved sections of the track.

The purpose of the study is to increase the resource of rails in curved sections of the track by improving the process of their lubrication.

Theoretical and experimental studies of the influence of aerosol lubrication on the lateral wear of rails in curved sections of the track have been carried out, provided that the lubricating ability of the oil used in the rail lubricator is improved.

Зміст

	Вступ	7
1	Аналіз ведучих дефектів рейок та методів боротьби з їх розвитком	8
1.1	Види ведучих дефектів рейок та вплив змащування на ресурс рейок	8
1.2	Діючі конструкції, характеристики, недоліки та переваги існуючих змащувачів	15
	Висновки до розділу 1. Мета та задачі дослідження	28
2	Теоретичні дослідження впливу аерозольного змащування на ресурс рейок в кривих ділянках	29
3	Обґрунтування параметрів рейкозмащувача аерозольного типу	34
3.1	Експериментальні дослідження зносу рейки в умовах аерозольного змащування	34
3.2	Вибір обладнання, обґрунтування конструктивних та технологічних параметрів рейкозмащувача	43
4	Техніко-економічний розрахунок	46
4.1	Дані до розрахунку	46
4.2	Розрахунок витрат дистанції колії на утримання шляху	47
4.3	Розрахунок приросту економічного ефекту від впровадження заходу	55
	Висновок до розділу 4	60
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	61
5.1	Загальна характеристика машини для випробування матеріалів на тертя та зношування	61
5.2	Аналіз умов праці	62
5.3	Заходи з охорони праці	64
5.4	Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	66
5.4.1	Надзвичайні ситуації, причини їх виникнення та наслідки	66

					<i>ПЗР.330.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Денисенко</i>			<i>Обґрунтування параметрів процесу змащування рейок в кривих ділянках колії</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Воронін</i>					5	96
<i>Н. контр.</i>		<i>Козар</i>			<i>УкрДУЗТ</i>			
<i>Затв.</i>		<i>Воронін</i>						

5.4.2	Заходи щодо забезпечення стійкості роботи підприємства та дії персоналу під час НС унаслідок наявності в повітрі шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК	68
5.4.3	Пожежна безпека об'єкту проектування	71
5.5	Розрахунок штучного освітлення лабораторії	73
	Загальні результати та висновки	76
	Список використаних джерел	78
	Додаток А Ілюстративний матеріал	83

					<i>ПЗР.330.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

Загальні результати та висновки

1. Основними дефектами рейок в кривих ділянках колії є дефекти № 11.1-2 та 44.1-2, згідно існуючих класифікацій. Ці дефекти пов'язані з високим контактним тиском і проявляються у вигляді бокового зносу.

2. Одним з головних методів боротьби з боковим зносом в кривих є застосування мащення робочої поверхні рейки. Серед існуючих систем змащувань найбільш перспективними є системи з аерозольним нанесенням мастильного матеріалу, однак основні параметри та ефективність цих систем до сьогодні не мають наукових обґрунтувань.

3. Проведення розрахунків довело, що застосування двохшарового мащення рейок призводить до зменшення їх зносу в 1,4 разів, а також підвищення їх ресурсу в кривих ділянках на 50%.

4. По результатам дослідження запропоновано практичні рекомендації щодо вибору обладнання, технологічних та конструктивних параметрів і способу встановлення рейкозмащувача.

5. Для оцінки економічної ефективності були використанні показники приросту сукупного економічного ефекту за життєвий цикл заходу. Щоб визначити приріст сукупного економічного ефекту був складений прогноз експлуатаційних витрат на утримання дистанції колії у період з 2025 до 2054 рр. до реалізації проекту та після його реалізації.

Зробивши розрахунок приросту економічного ефекту при використанні рейкозмащувачів та склавши порівняльну таблицю ми бачимо, що використання рейкозмащувачів аерозольного типу двохшарового мащення дистанціями колії в кривих ділянках є ефективним, попри те, що на початку реалізації заходу витрати на утримання колії стають більшими за рахунок додаткових витрат на експлуатацію рейкозмащувачів приріст сукупного

економічного ефекту від упровадження запропонованого заходу за його життєвий цикл складе 40664 тис. грн.

Оскільки приріст економічного ефекту наростаючим підсумком позитивний уже по закінченню десятого року реалізації заходу, то це означає, що строк окупності одноразових витрат настає протягом десяти років. Таким чином захід по встановленню рейкозмащувачів в кривих ділянках колії є ефективним і належить його здійснити.

б. Запропоновані заходи з охорони праці при проведенні експериментів з використанням електроустановок в лабораторному обладнанні. Також розроблені заходи щодо забезпечення стійкості роботи підприємства та дії персоналу під час НС унаслідок наявності в повітрі шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК.

Список використаних джерел

1. Даниленко Е. І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом. Підручник (у 2-х томах). – Київ: Інпрес, 2010. – Том 1. – 528 с.
2. Веріго М. Ф. Взаємодія колії та рухомого складу в кривих малого радіусу і боротьба з боковим зносом рейок та гребенів коліс: підручник. – ПТКБ ЦП МПС, 1997. 207 с.
3. Богданов В. М. Зменшення інтенсивності зносу гребенів коліс та бокового зносу рейок: Залізничний транспорт, 1992. Вип. 12. 30 с.
4. Класифікація та каталог дефектів і пошкоджень рейок на залізницях України: ЦП- 0285: затв. Наказом Укрзалізниці 27.02.2013 № 050-Ц/од.: Міністерство інфраструктури України. Державна адміністрація залізничного транспорту України Укрзалізниця. Головне управління колійного господарства, 2013. 120 с.
5. Андрієвський С. М. Боковий знос рейок в кривих : Збірн. наук. пр. ВНІЖТ: Трансжелдоріздат, 1961. Вип. 207. 128 с.
6. Фрішман М. А. Як працює колія під потягами?. К: Транспорт, 1964. 132 с.
7. Шляхи зменшення зносу колісних пар та рейок. Залізні дороги світу. 2001. №4. С. 48-57.
8. Лисіков Є. М., Скорик А. А. Підвищення ресурсу технічних систем залізничного транспорту шляхом використання нанотехнологій. Київ: Залізничний транспорт України, 2010. Вип. 4. 60-61 с.
9. Положення про комплексну систему шліфування рейок у колії: навч. посібник/ В. Г. Вітольберг, Д. О. Потапов, А. О. Махота . Київ: Інпрес, 2006. 45 с.

10. Lubrication of Rails and Wheels on Russian Railways [Text] / / L. I. Barteneva [et al.] // Proceedings of ІННА. 99 STSConference on Wheel. Rail Interface, 1999. V. 1, p. 205.

11. Настанова з експлуатації систем змащування гребенів коліс локомотивів СПП 12-5: СПП 01.00.00 РЭ: затв. Мінтранс 24.03.2009.: Півдтехнотранс, 2009. 3 с.

12. Системні компоненти SKF EasyRail // SKF Group. URL: <https://www.skf.com/ru/index.html> (дата звернення: 27.10.2024).

13. Каталог рейкозмащувачів Лінкольн // ТОВ «Лінкольн Укр» URL: <http://www.lincolngmbh.ukr/reilroad.php> (дата звернення: 27.10.2024).

14. Настанова з експлуатації стаціонарного колійного рейкозмащувача СПР-02-М.1: РДНК РЕ-М: затв. Мінтрансбуд 30.06.2011.: Машинобудівник, 2011. 5 с.

15. Кравець, А. М., Кравець В. Г., Афанасов Г. М. Дослідження протизношувальних властивостей мастильних матеріалів за допомогою машини тертя СМЦ-2: методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Засоби підвищення надійності машин та економії нафтопродуктів». Харків: УкрДАЗТ, 2011. 26 с.

16. Даніленко Е. І. Залізнична колія: підручник для студентів вищих навчальних закладів (у 2-х томах). Київ: Інпрес, 2010. Том 2 – 65 с.

17. Волошко Ю. Д., Воробейчик Л. Я. Техніко-економічні розрахунки по вибору конструкції верхньої будови колії: Навчальний посібн. Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 1987. 47 с.

18. Методичні вказівки з порівняння варіантів проектних рішень залізничних ліній, вузлів та станцій: ВПТІтрансбуд, 1988. 476 с.

19. Шульга В. Я. Економічні розрахунки по вибору раціональних форм управління та ефективності реконструктивних заходів в колійному господарстві: ДІТ, 1986. 56 с.

20. Шульга В. Я. Вплив потужності колії, ступеня його зношеності та стану на опір руху поїздів та пов'язані з цим витрати: Зб. наук. пр.: ХІТ, 1965, вип. 182.

21. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навчальний посібник/ Є. І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колесникова, І. М. Писаревський. Харків: УкрДУЗТ, 2005. 124 с.

22. ГОСТ 23.224-86. Забезпечення зносостійкості виробів. Методи оцінки зносостійкості відновлених деталей. Увед. 1987 – 01 – 01. Вид-во стандартів, 1983. 9 с.

23. ГОСТ 12.0.002-80. Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення. Увед. 1982 – 01 – 01. Вид-во стандартів, 1983. 138 с.

24. ГОСТ 12.0.003-74 . Система стандартів безпеки праці. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація. Увед. 1976 – 01 – 01. Вид-во стандартів, 1983. 140 с.

25. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартів безпеки праці. Шум. Загальні вимоги безпеки. Увед. 1984 – 06 – 30. Вид-во стандартів, 1983. 154 с.

26. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008. Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги. На заміну ГОСТ 12.1.012-78, ГОСТ 12.1.034-81, ГОСТ 12.1.042-84, ГОСТ 12.1.043-84: чинний від 2008 – 10 – 20. Київ : Держстандарт України, 2008. 22 с.

27. ДСТУ ГОСТ 12.1.038:2008. Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Гранично припустимі значення напруг дотику і струмів. Увед. 2012 – 09 – 01. К.: Держстандарт України, 2008. 28 с.

28. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: НПАОП 40.1-1.21-98: затв. Держнаглядохоронпраці 09.01.98: дата введ. 20.02.1998. К., 1998. 88 с.

29. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. ДСН 3.3.6.037-99: затв. Міністерство охорони здоров'я України 01.12.99. К., 1999. 56 с.

30. ГОСТ 12.1.005-76. Система стандартів безпеки праці. Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги. Увед. 1977 – 01 – 01. Вид-во стандартів, 1983. 156 с.

31. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. ДСН 3.3.6.042-99: затв. Міністерство охорони здоров'я України 01.12.99: дата введ. 01.12.99. Київ, 1999. 64 с.

32. Кодекс цивільного захисту України: Закон від 02.10.2018 № 2581-VIII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення: 27.10.2024).

33. Класифікатор надзвичайних ситуацій: ДК 019:2010: затв. Держспоживстандарт України 11.10.2010 N 457 // База даних «Законодавство України» / Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10> (дата звернення: 27.10.2024).

34. Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій: наказ від 06.08.2018 № 658 // База даних «Законодавство України» / Міністерство внутрішніх справ України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18> (дата звернення: 27.10.2024).

35. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні: наказ від 30.12.2014 № 1417 // База даних «Законодавство України» / Міністерство внутрішніх справ України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15> (дата звернення: 27.10.2024).

36. Правила улаштування електроустановок: П/476: затв. Міненерговугілля України: 21.07.2017. Харків: Форт, 2017. 188 с.

37. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. НАПБ Б.03.002-2016: затв. Міністерство надзвичайних ситуацій 03.12.2017: дата введ. 03.02.2017. К., 2017. 11с.

38. НАПБ Б.03.001-2018. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. Міністерство надзвичайних ситуацій 08.10.2018: дата введ. 03.02.2018. К., 2018. 24с.

39. Державні будівельні норми України: ДБН В.2.5-28-2006: затв. Міністерством будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України 15.05.2006: дата введ. 01.10.2006. К., 2006. 17 с.

40. Козар Л. М. Методи розрахунку засобів захисту від небезпечних та шкідливих виробничих факторів: методичні вказівки та завдання до практичних занять з дисципліни «Охорона праці в галузі». Харків: УкрДУЗТ, 2016. – 14 с.