

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЛІЙНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИПРАВЛЕННЯ КОЛІЇ
В ПРОФІЛІ І ПЛАНІ

Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломного проєкту бакалавра

ВІР.1200.00.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 122-БКМ-Д23
спеціальності 133 – Галузеве
машинобудування (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)

Микита ЗАРЕМБА

Керівник: доцент, канд. техн. наук
Андрій ЄВТУШЕНКО

Рецензент: доцент, канд. техн. наук
Денис ФАСТ

Харків – 2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет будівельний

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма: «Будівельні, колійні, гірничі та нафтогазопромислові машини»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

 **Сергій ВОРОНІН**

«12» травня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Зарембі Микиті Андрійовичу

1 Тема «Модернізація колійної машини для виправлення колії в профілі і плані»

керівник роботи Євтушенко Андрій Вікторович, канд. техн. наук, доцент
затверджені розпорядженням по будівельному факультету
від «12» травня 2025 року № 6.

2 Строк подання студентом закінченої роботи «09» червня 2025 року

3 Вихідні дані:

- 1 Продуктивність машини: 1200 шпал/год
- 2 Механізм підйому ущільнювальної плити
- 3 Привод віброущільнювача
- 4 Привод підбивального блока

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

- 1 Огляд та аналіз існуючих конструкцій виправно- підбивально-
рихтувальних машин
- 2 Пропоновані напрямки модернізації
- 3 Розрахункова частина

4 Техніко-економічне обґрунтування модернізації машини ВПР - 1200
5 Охорона праці

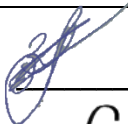
5 Перелік графічного матеріалу

- 1 Циліндр підбивального блока – 1 лист А1
- 2 Конструкції виправно – підбивально – рихтувальних машин -- 2 листа А2
- 3 Машина ВПР-1200 - 1 лист А1
- 4 Підбивальний блок – 3 лист А1
- 5 Важіль підбивального блока – 2 лист А2

7 Дата видачі завдання: 12 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Огляд та аналіз існуючих конструкцій виправно-підбивально-рихтувальних машин	12.05.2025	
2 Пропоновані напрямки модернізації	19.05.2025	
3 Розрахункова частина	24.05.2025	
4 Техніко-економічне обґрунтування модернізації машини ВПР - 1200	31.05.2025	
5 Охорона праці	02.06.2025	
6 Графічна частина дипломного проекту та специфікації	09.06.2025	

Студент  Микита ЗАРЕМБА

Керівник  Андрій ЄВТУШЕНКО

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 8 слайдів презентації, 109 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 8 рисунків, 4 таблиці, 41 літературне джерело.

Ключові слова: ВИПРАВКА, РИХТУВАННЯ КОЛІЇ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК, ПІДБИВАННЯ, БАЛАСТ, ШПАЛИ, ПІДБИВАЛЬНИЙ БЛОК, КОЛІЙНА РЕШІТКА, ПОТУЖНІСТЬ ПРИВОДА

Об'єктом дослідження є процеси взаємодії робочих органів колійної машини з баластом.

Метою даного дипломного проекту є модернізація робочих органів колійної машини для підвищення її продуктивності.

У кваліфікаційній роботі визначено: оптимальні параметри машини для виправлення колії в профілі і плані та її елементів, циклограма підбивання однієї шпали. Проведено розрахунки: механізму підйому ущільнювальної плити і підібрано виконавчі гідроциліндри; механізму привода віброущільнювача і підібрано поршневий гідродвигун; потужності приводу підбивального блоку. Виконано тяговий розрахунок машини для виправлення колії в профілі і плані. Проведено розрахунки на міцність елементів ходового обладнання.

Наведено огляд і аналіз машин призначених для виправлення колії в профілі і плані, які застосовуються у будівництві та ремонтах залізничної колії.

Виконано техніко-економічне обґрунтування удосконаленої конструкції колійної машини: проведено розрахунок балансової вартості базової та модернізованої машин, проведено розрахунок річної продуктивності машини і річних поточних експлуатаційних витрат, собівартості машино-години роботи машини.

ABSTRACT

This qualification work consists of 8 presentation slides, 109 sheets of the explanatory note in A4 format, including 8 images, 4 tables, 41 references.

Keywords: STRAIGHTENING, TRACK STRAIGHTENING, PRODUCTIVITY, TRACTION CALCULATION, TAMPING, BALLAST, SLEEPERS, TAMPING BLOCK, TRACK GRID, DRIVE POWER

The object of study is the processes of interaction between the working bodies of a track machine and ballast.

The purpose of this diploma project is to modernize the working bodies of a track machine to increase its productivity.

In the qualification work, the optimal parameters of the machine for track straightening in profile and plan and its elements, the cyclogram of driving one sleeper were determined. Calculations were carried out for: the mechanism for lifting the sealing plate and selecting the actuating hydraulic cylinders; the mechanism for driving the vibrating compactor and selecting the piston hydraulic motor; and the drive power of the tamping unit. The traction calculation of the machine for track straightening in profile and plan was performed. Strength calculations for the elements of the running gear were carried out.

A review and analysis of machines designed for track straightening in profile and plan, which are used in the construction and repair of railway track, is given.

A feasibility study of the improved track machine design was carried out: the accounting value of the basic and upgraded machines was calculated, the annual productivity of the machine and annual operating costs, and the cost per machine hour of the machine were calculated.

Зміст

Вступ	6
1 Огляд та аналіз існуючих конструкцій виправочно-підбивочно-рихтовочних машин	8
2 Пропоновані напрямки модернізації	22
2.1 Виправочно-підбивочно-рихтовочна машина ВПР-1200 і ВПР-02	22
2.2 Підвищення продуктивності машини ВПР-1200	24
3 Розрахункова частина	25
3.1 Розрахунок оптимальних параметрів машини і її елементів	25
3.2 Тяговий розрахунок	33
3.3 Розрахунок механізму підйому ущільнювальної плити	43
3.4 Розрахунок привода віброущільнювача	45
3.5 Розрахунок потужності приводу підбивального блоку	48
3.6 Розрахунок механізму утримання колійної решітки	60
4 Техніко-економічне обґрунтування модернізації машини ВПР-1200	68
4.1 Мета роботи	68
4.2 Розрахунок балансової вартості базової та модернізованої машин	68
4.3 Розрахунок річної продуктивності машини	73
4.4 Розрахунок річних поточних експлуатаційних витрат, собівартості машино-години роботи машини	74
5 Охорона праці	81
5.1 Опис об'єкта проектування	81
5.2 Аналіз умов праці	82
5.3 Заходи з охорони праці	83
Висновки	86
Список використаних джерел	87
Додаток А Ілюстративний матеріал	93
Додаток Б. Специфікації	101

					ВПР.1200. 00.00.00.000 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Модернізація колійної машини для виправлення колії в профілі і плані			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Заремба		09.06.25							
Перев.		Євтушенко		09.06.25						5	109
								УкрДУЗТ			
Н.конт.		Козар		09.06.25							
Затв.		Воронін		09.06.25							

В дипломному проекті розглянуто сучасні машини, що призначені для виправлення залізничної колії в профілі і плані. Пропонується зробити модернізацію машини ВПР за рахунок модернізації робочих органів. Проведено визначення оптимальних параметрів машини і її елементів у залежності від заданої продуктивності яку збільшено у порівнянні з базовою машиною, здійснено розрахунки приводів робочих органів.

Виконано тяговий розрахунок модернізованої машини при її роботі та переміщенні своїм ходом. При роботі машини було враховано: опір у ходових частинах машини; опір при роботі на ухилі; опір при роботі на кривій ділянці колії; опір, що виникає на робочих органах. В результаті проведених розрахунків визначили, що при самих несприятливих умовах, коли машина здійснює робочі технологічні операції, можуть з'явитися максимальні опори на робочих органах, тягового зусилля машини достатньо і вона буде рухатися без буксирування.

В дипломному проекті розглянуто питання охорони праці і визначено небезпечні та шкідливі виробничі чинники технологічного процесу, проаналізувавши які визначаємо низку заходів щодо створення безпечних умов праці.

Проведено техніко-економічне обґрунтування модернізації машини. Виконали розрахунки: балансової вартості базової та модернізованої машин; річних поточних експлуатаційних витрат; собівартості машино-години роботи машин, яка склала 4078,62 грн у модернізованої, що на 54,51 грн менше ніж у базової машини.

Список використаних джерел

1 Стефанов Б.М., Кравець А.М., Кравець В.Г. Будівельні та колійні машини. Ч. 1. Колійні машини: навч. посіб. /УкрДАЗТ. Харків, 2013. 130 с. URL:

<http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/2452/1/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).

2 УПМ-1М: Універсальна колійна машина. URL: <https://www.railway.supply/uk/upm-1m-universalna-kolijna-mashina/> (дата звернення: 15.05.2025).

3 Сушков В.Ф., Шраменко В.П., Белорусов О.І., Возненко А.Д. Технологія ремонту й утримання колії: Підручник. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 314 с. URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/4813/1/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).

4 Усунення просідань, перекосів і відхилень за рівнем. URL: https://ferrum.at.ua/publ/konstrukcija_zaliznichnoji_koliji_i_jogo_zmist/usunenja_prosidan_perekosiv_i_vidkhilen_za_rivnem/4-1-0-207 (дата звернення: 15.05.2025).

5 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОМИСЛОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РЕЙКОВОГО РУХОМОГО ТРАНСПОРТУ. А.В. Донченко, О.М. Сафронов . РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД . URL: <https://ukrndiv.com.ua/wp-content/uploads/2020/08/Suchasnyj-stan-promyslovogo-potentsialu-Ukrayiny-dlya-vyrobnytstva-rejkovogo-ruhomogo-transportu.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).

6 Рихтування шляху URL: https://ferrum.at.ua/publ/konstrukcija_zaliznichnoji_koliji_i_jogo_zmist/rikhtuvannja_shljakhu/4-1-0-209 (дата звернення: 15.05.2025).

7 ДСТУ ГОСТ 32214:2016 Машини для ущільнення, виправлення, підбивання, рихтування та стабілізування залізничних колій. Загальні

технічні вимоги (ГОСТ 32214-2013, IDT) URL:

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=66774 (дата звернення: 15.05.2025).

8 Стефанов Б. М., Євтушенко А. В. Сучасні машини для ущільнення баластної призми, виправлення і оброблення колії [Текст]: конспект лекцій з дисципліни «Колійні машини» / А. В. Євтушенко, Б. М. Стефанов. – Х.: УкрДАЗТ, 2008. - 34 с.

9 Машина ВПР – 02. URL: <https://railtrain.pro/vpr-02> (дата звернення: 15.05.2025).

10 ВПР-02М. URL: <https://www.tampers.org/New-VPR-02M-1520mm-for-Sale.html> (дата звернення: 15.05.2025).

11 ВПР-1200. URL: <https://www.railway.supply/mashina-vypravochno-podbivochno-rihtovochnaya-vpr-1200-tehnicheskie-usloviya-na-srednij-remont/> (дата звернення: 15.05.2025).

12 Чихладзе, Е. Д. Опір матеріалів : навч. посіб. / Е. Д. Чихладзе. - Х. : УкрДАЗТ, 2002. – 362 с.

13 Воляннюк В. О., Є.В. Горбатюк. Розрахунок механізмів вантажопідіймальних машин: навч. посіб. Київ: КНУБА, 2021. 136 с.

14 Любін М.В., Токарчук О.А., Єленіч М.П. Розрахунки підіймальних механізмів та машин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2013. 208 с.

15 Деталі машин: підручник / Міняйло А.В., Тіщенко Л.М., Мазоренко Д.І. та ін. Київ: Агроосвіта, 2013. 448 с.

16 Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. 275с.

17 Мархель І.І. Деталі машин: навч. посіб. Київ: Алерта, 2005. 368с.

18 Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навчальний посібник / Ю. Л. Буренніков, І. Л. Немировський, Л. Г. Котлов. Вінниця : ВНТУ, 2013. 273 с.

19 Боровик Ю. Т., Назаренко І. Л. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання». Харків: УкрДАЗТ, 2012. 32 с. Також доступний у PDF: URL : <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/5842> (дата звернення: 13.05.2025).

20 Металопрокат: прайс-лист від 10.05.2025 / Компанія «ХС ГРУП». URL: <https://khs-group.com.ua/list/list-goryachekatanyjj/> (дата звернення: 20.05.2025).

21 Чорний метал, лом, ціна в Україні. URL: <https://prom.ua/ua/Chernyj-metall-lom-tsena.html> (дата звернення: 20.05.2025).

22 Положення про оплату праці працівників акціонерного товариства «Українська залізниця» // Вільна профспілка машиністів України. URL: <https://www.vpmu.org.ua/polozhennya-pro-oplatu-praci/> (дата звернення: 20.05.2025).

23 Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування : Закон України від 08.07.2010 № 2464-VI // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2464-17#Text> (дата звернення: 20.05.2025).

24 Визначення економічної ефективності заходів науково-технічного прогресу: метод. вказівки та завдання до курсової роботи з дисципліни «Економіка виробництва» / І. Л. Плєтнікова, Ю. В. Єлагін, Ю. Т. Боровик, Н. Є. Паніна. Харків: УкрДАЗТ, 2006. 26 с.

25 Романович Є. В., Коновалов Є. В., Бабенко А. О. Проектування прирейкових складів короткотермінового зберігання: навч. посіб. / Укр. держ. акад. залізнич. трансп. 2-е вид., виправ. та доп. Харків: УкрДАЗТ, 2008. 142 с. Також доступний у PDF: URL : <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/2678> (дата звернення: 20.05.2025).

26 Ціни на бензин, дизпаливо, газ на АЗС України – Мінфін. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/fuel/> (дата звернення: 20.05.2025).

27 Моторна олива AGRINOL GRAND DIESEL CI-4/SL 10W-40 / Магазин «АВТОПІК» / URL: https://avtopik.com.ua/ua/p728508877-motornoe-maslo-agrinol.html?source=merchant_center&utm_source=AdwordsOil&utm_medium=cpc&utm_term=&gclid=CjwKCAjwgsqoBhBNEiwAwe5w0-6DP0maZe2BVWncxr1-89NH__Z9HGIZYuYvDsbmQBW1BBpX4iBK-RoCMncQAvD_BwE (дата звернення: 20.05.2025)

28 Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посіб. / Є.І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колесникова, І. М. Писаревський. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.15.

29 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці: НПАОП 0.00-4.12-05: затв. Держнаглядохоронпраці 26.01.2005 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 22.05.2025).

30 Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій : затв. МОЗ України 21.05.2007. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення: 20.05.2025).

31 НПАОП 60.1-3.31-17 Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам залізничного транспорту/ URL: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73394 (дата звернення: 20.05.2025).

32 ЦД-0058 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України/ URL: <https://raillog.uz.ua/docs/tsd-0058-instruktsiya-z->

rukhu-poizdiv-i-manevrovoi-roboty-na-zaliznytsyakh-ukrainy/ (дата звернення: 20.05.2025).

33 НПАОП 63.21-1.22-07 Правила охорони праці під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті/
URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=24737
(дата звернення: 20.05.2025).

34 ДСТУ EN 953:2014. Безпечність машин. Огорожі. Загальні вимоги до проектування і конструювання нерухомих та рухомих огорож; (EN 953:1997+A1:2009, IDT). Чинний від 2016-01-01. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=89715 (дата звернення: 20.05.2025).

35 НПАОП 60.1-1.48-00. Правила безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях/ URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=47401 (дата звернення: 20.05.2025).

36 ДСТУ EN 626-1:2014. Безпечність машин. Зниження ризику для здоров'я, спричинюваного небезпечними речовинами, що їх виділяють машини. Частина 1. Принципи і технічні вимоги для виробників машин. Чинний від 2016-01-01. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_en_626-1-2003.pdf (дата звернення: 22.05.2025).

37 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 22.05.2025).

38 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : ДСН 3.3.6.039-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text> (дата звернення: 22.05.2025).

39 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН 3.3.6.042-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 22.05.2025).

40 Правила безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві : НПАОП 63.21-1.25-07 : затв. Держпромгірнаглядом 12.03.2007. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0303-07#Text> (дата звернення: 22.05.2025).

41 ДСТУ EN 1837:2022. Безпечність машин. Вбудоване освітлення ; (EN 1837:2020, IDT) : чинний від 2022–09–15. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=99130 (дата звернення: 22.05.2025).