

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

ПРОЕКТУВАННЯ ДОДАТКОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДО НАПІВВАГОНА  
БУНКЕРНОГО ТИПУ

Пояснювальна записка і розрахунки  
до дипломного проекту бакалавра

КМС3.00.00.00.000 ПЗ

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

Даніїл ГВОЗДЕНКО

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»**

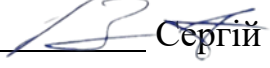
**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**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 ПРОЕКТ**

Гвозденку Даніїлу Ігоровичу

1 Тема «Проектування додаткового обладнання до напіввагона  
бункерного типу»

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: існуючий поїзд, що серійно випускається, призначений для прийому забруднювачів; існуючий спосіб переміщення поїзда до місця розвантаження; задана продуктивність транспортерів 1000 м<sup>3</sup>/год; місткість поїзда, 200м<sup>3</sup>; поїзд для перевезення забруднювачів повинен проходити ухили до 30°/00 і мати транспортну швидкість до 80 км/год; тип приводу робочих органів.

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

1 Огляд і аналіз машин для видалення і перевезення забруднювачів

2 Будова і принцип роботи модернізованого рухомого складу для перевезення забруднювачів

3 Розрахунок робочих органів машин

4 Техніко-економічне обґрунтування удосконаленої конструкції потягу для видалення та перевезення забруднювачів баласту

5 Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу

1 Потяг для забруднювачів - 1 лист А1

2 Піввагон універсальний - 2 листа А1

3 Привід конвеєра - 1 листа А1

4 Пристрій натяжний –1 лист А1

5 Візок ходовий – 1 лист А1

6 Аналітичний огляд машин - 1 лист А1

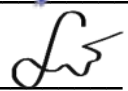
7 візок ходовий-2 листа А1.

7 Дата видачі завдання: 12 травня 2025 року.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Назва етапів                                                                                                           | Строк виконання етапів | Примітка |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|
| 1 Огляд і аналіз машин для видалення і перевезення забруднювачів                                                       | 12.05.2025             |          |
| 2 Будова і принцип роботи модернізованого рухомого складу для перевезення забруднювачів                                | 19.05.2025             |          |
| 3 Розрахункова частина                                                                                                 | 24.05.2025             |          |
| 4 Техніко-економічне обґрунтування удосконаленої конструкції потягу для видалення та перевезення забруднювачів баласту | 31.05.2025             |          |
| 5 Охорона праці                                                                                                        | 02.06.2025             |          |
| 6 Графічна частина дипломного проекту та специфікації                                                                  | 09.06.2025             |          |

Студент  Даніїл ГВОЗДЕНКО

Керівник  Андрій ЄВТУШЕНКО

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 104 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 10 рисунків, 3 таблиці, 30 літературних джерел.

Ключові слова: СТРИЧКОВИЙ КОНВЕЄР; РАМА І ПРИВІД КОНВЕЄРА; ПОЗДОВЖНІ БОРТИ КУЗОВА; ХОДОВІ ВІЗКИ; ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ, ТРАНСПОРТУВАННЯ І РОЗВАНТАЖЕННЯ; ПРОДУКТИВНІСТЬ

Об'єктом дослідження є процеси взаємодії робочих органів піввагону з сипкими вантажами.

Метою даного дипломного проекту є модернізація піввагона бункерного типу, а також підвищення продуктивності конвеєрів-накопичувачів проміжних піввагонів і, як наслідок, збільшення продуктивності і функціональності всього поїзда.

У кваліфікаційній роботі визначено: основні параметри модернізованого рухомого складу для перевезення сипких вантажів, проведено розрахунок нижнього транспортера: визначена потужність приводу, швидкість транспортерної стрічки при заданій продуктивності. Проведено розрахунок верхнього транспортера, встановленого на проміжному піввагоні, розраховані і підібрано елементи приводу верхнього і нижнього транспортерів. Виконано тяговий розрахунок рухомого складу і підібрано тягові електродвигуни постійного струму. Проведено розрахунки на міцність елементів приводу транспортерів. Наведено огляд і аналіз машин для перевезення сипких вантажів, які застосовуються у будівництві залізничної колії, а також для видалення і перевезення забруднювачів. Виконано техніко-економічне обґрунтування удосконаленої конструкції потягу: 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 10 presentation slides, 104 sheets of the explanatory note in A4 format, including 10 images, 3 tables, 30 references.

Keywords: BELT CONVEYOR; FRAME AND CONVEYOR GEAR; LONGITUDINAL BODY SIDE BOARDS; TRUCKS; TECHNOLOGY OF WORK, TRANSPORTATION AND UNLOADING; PRODUCTIVITY

The object of the study is the processes of interaction of the working bodies of the open car with bulk cargo.

The purpose of this qualification project is to modernize the open car of the bunker type, as well as to increase the productivity of the storage conveyors of the intermediate open cars and, as a result, to increase the productivity and functionality of the entire train.

This qualification work determines the main parameters of the modernized rolling stock for the transportation of bulk cargo and provides the calculation of the lower conveyor (the drive power and the conveyor belt speed at a given productivity was determined). The calculation of the upper conveyor installed on the intermediate open car was carried out, the drive elements of the upper and lower conveyors were calculated and selected. The traction calculation of the rolling stock was performed and the traction DC electric motors were selected. The strength calculations of the conveyor drive elements were performed. A review and analysis of machines for transporting bulk cargo used in the construction of the railway track, as well as for the removal and transportation of pollutants, were presented.

A feasibility study of the improved train design was performed: the cost value of the basic and modernized machines was calculated, the annual productivity of the machine and the annual current operating costs, the cost of the machine-hour of operation of the machine were calculated.

## Зміст

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Вступ                                                                                                                  | 6   |
| 1 Огляд і аналіз машин для видалення і перевезення забруднювачів                                                       | 7   |
| 2 Будова і принцип роботи модернізованого рухомого складу для перевезення забруднювачів                                | 18  |
| 3 Розрахункова частина                                                                                                 | 25  |
| 3.1 Розрахунок основних параметрів модернізованого поїзда для забруднювачів                                            | 25  |
| 3.2 Розрахунок приводу транспортерів                                                                                   | 26  |
| 3.3 Тяговий розрахунок                                                                                                 | 48  |
| 3.4 Розрахунок на міцність                                                                                             | 52  |
| 4 Техніко-економічне обґрунтування удосконаленої конструкції потягу для видалення та перевезення забруднювачів баласту | 68  |
| 4.1 Мета техніко-економічного розрахунку                                                                               | 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 Аналіз умов праці                                                                                                  | 81  |
| 5.2 Заходи з охорони праці                                                                                             | 82  |
| Висновки                                                                                                               | 84  |
| Список використаних джерел                                                                                             | 86  |
| Додаток А Ілюстративний матеріал                                                                                       | 90  |
| Додаток Б. Специфікації                                                                                                | 100 |

|          |           |                                                                                     |          |      |                                                                        |         |      |        |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------------------------------------------------------------------------|---------|------|--------|
|          |           |                                                                                     |          |      | КМСЗ 00.00.00.000 ПЗ                                                   |         |      |        |
| Зм.      | Арк.      | № док.им.                                                                           | Підпис   | Дата | Проектування додаткового<br>обладнання до піввагона<br>дункерного типу | Літ.    | Аркш | Аркшів |
| Розробив | Гвозденко |  | 09.06.25 |      |                                                                        |         |      |        |
| Перев.   | Євтушенко |  | 09.06.25 |      |                                                                        |         | 5    | 104    |
|          |           |                                                                                     |          |      |                                                                        | УкрДУЗТ |      |        |
| Н.конт.  | Козар     |  | 09.06.25 |      |                                                                        |         |      |        |
| Затв.    | Воронін   |  | 09.06.25 |      |                                                                        |         |      |        |

## Висновки

У проекті виконано огляд машин призначених для видалення і перевезення забруднювачів; розглянута будова та принцип дії рухомого складу для забруднювачів, розрахована та підібрана транспортерна стрічка, редуктори, електродвигуни та інші необхідні для приводу конвеєрної стрічки. При цьому час розвантаження та старі вузли та агрегати залишились ті самі. Модернізація рухомого складу для забруднювачів полягала у наступному: добавлені верхні повздовжні конвеєри, що збільшило експлуатаційні можливості застосування цього потягу; замість звичайних бігункових ходових візків встановлено приводні ходові візки для живлення яких було додано ще одну дизельну електростанцію.

Виконано тяговий розрахунок в результаті чого було підібрано тягові двигуни за параметрами, отриманими у розрахунках, і виявились найбільш оптимальними. Таким чином модернізований потяг може виконувати додаткові технологічні операції.

Виконані економічні розрахунки показали, що модернізація рухомого складу для забруднювачів дає можливість збільшити загальну продуктивність поїзду майже на 37%, калькуляція виробничої собівартості вузлів склала 395550,95 грн.; знизилися експлуатаційні витрати на 139,58 грн; знизилася собівартість машино-години на 220,65 грн. Встановлення приводних ходових візків і дизель-генераторної установки дало можливість не витрачати кошти та час на оренду локомотива або тягового модулю і значно спрощує та здешевлює витрати на транспортні операції.

У розділі з охорони праці розглянуто основні небезпечні та шкідливі виробничі чинники, що можуть виникнути під час експлуатації рухомого складу для перевезення забруднювачів; розроблено запобіжні заходи, щодо забезпечення безпечних умов праці для обслуговуючого персоналу,

зменшення рівня професійних захворювань і забезпеченню комфортних умов праці.

## 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 17.05.2025).
- 2 Машина ЗУБ URL: <https://railtrain.pro/zub> (дата звернення 17.05.2025).
- 3 Машина Гавриченко URL: <https://mash-xxl.info/info/356135/> (дата звернення 17.05.2025).
- 4 Вагон хопер-дозатор URL: <https://www.kvsz.com/index.php/ua/produksiya/vantazhne-vagonobuduvannya/vagoni-khoperi/item/1956-vahon-khoper-dozator-mod-19-789> (дата звернення 17.05.2025).
- 5 Вагон-самоскид (думпкар) URL: <https://www.kvsz.com/index.php/ua/produksiya/vantazhne-vagonobuduvannya/napivvagoni/item/2910-vagon-samoskid-dumpkar-model-33-7141> (дата звернення 17.05.2025).
- 6 Вагони-транспортери. URL: <https://es-trans.com.ua/vydy-vantazhnyh-zaliznychnyh-vagoniv-dlya-perevezennya-vantazhiv/> (дата звернення 17.05.2025).
- 7 Експлуатаційні властивості транспортних засобів: Конспект лекцій / А. О. Ловська, В. Г. Равлюк, Р. І. Візняк, В. А. Гребенюк. – Харків: УкрДУЗТ, 2016 – Ч. 2. – 61 с. URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/2975/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1>

[%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf](#) (дата звернення 17.05.2025).

8 Soiled ballast handling train URL: <https://www.skmz.dn.ua/en/7-track-maintenance-and-repair> (дата звернення 27.05.2025).

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

10 Волянчук В. О., Є.В. Горбатюк. Розрахунок механізмів вантажопідйимальних машин: навч. посіб. Київ: КНУБА, 2021. 136 с.

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

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

13 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).

14 Металопрокат: прайс-лист від 10.03.2025 / Компанія «ХС ГРУП». URL: <https://khs-group.com.ua/list/list-goryachekatanyjj/> (дата звернення: 20.05.2025).

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

16 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).

17 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).

18 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.

19 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).

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

21 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](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).

22 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.

23 Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 20.05.2025).

24 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: 20.05.2025).

25 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).

26 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: 20.05.2025).

27 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](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=89715) (дата звернення: 20.05.2025).

28 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](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_en_626-1-2003.pdf) (дата звернення: 20.05.2025).

29 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: 20.05.2025).

30 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: 20.05.2025).