

Український державний університет залізничного транспорту


Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РІВНОМІРНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ
ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ СИПКИМИ ВАНТАЖАМИ**

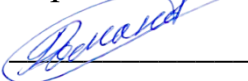
Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломної роботи магістра

ДМБ.15.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 211-БКМ-Д23
спеціальності 133 – Галузеве
машинобудування (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)


Сергій БОГУН

Керівник: канд. техн. наук, доцент


Євгеній РОМАНОВИЧ

Рецензент:


Олексій ЛОБЯК

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

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ Богуну Сергію Сергійовичу

1 Тема «Забезпечення рівномірного завантаження залізничних вагонів сипкими вантажами»

та керівник роботи Романович Євгеній Валентинович,

канд. техн. наук, доцент

затверджені розпорядженням по будівельному факультету

від « 30 » 09 2024 року № 10

2 Строк подання студентом закінченої роботи « 04 » січня 20 24 року

3 Вихідні дані: мета дослідження: підвищення ефективності процесу

перевезення сипких вантажів у відкритому рухомому складі шляхом

забезпечення рівномірного завантаження вагонів

тип вагону: думпкар, напіввагон;

рід вантажу: сипкий відкритого зберігання.

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

1 Інформаційний пошук за напрямом дослідження

2 Теоретичні дослідження нерівномірності завантаження сипких вантажів у залізничних вагонах відкритого типу

3 Розробка пристрою для розрівнювання сипких насипних вантажів у вагонах відкритого типу

4 Розрахунок економічного ефекту від впровадження нового пристрою для розпушення мерзлих насипних вантажів

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5 Перелік графічного матеріалу

1 Існуючі способи завантаження сипких вантажів у вагони – 1 арк.;

2 Види нерівномірностей розміщення сипких вантажів у вагонах – 1 арк.;





3 Теоретичні дослідження залежності центру мас системи «вагон-вантаж» від положення центру мас вантажу 1 арк.;

4 Сучасні способи розрівнювання сипких вантажів у вагонах – 1 арк.;

5 Конструкція запропонованого розрівнювача – 2 арк.;

6 Порівняльна таблиця техніко-економічних показників – 1 арк.

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічні розрахунки	Токмакова І.В., професор, д-р екон. наук		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., доцент, канд. техн. наук		

7 Дата видачі завдання «21» жовтня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Інформаційний пошук за напрямом дослідження	01.11.2024	виконано
2 Теоретичні дослідження нерівномірності завантаження сипких вантажів у залізничних вагонах відкритого типу	15.11.2024	виконано
3 Розробка пристрою для розрівнювання сипких насипних вантажів у вагонах відкритого типу	30.11.2024	виконано
4 Розрахунок економічного ефекту від впровадження нового пристрою для розпушення мерзлих насипних вантажів	15.12.2024	виконано
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	30.12.2024	виконано
6 Графічна частина	04.01.2025	виконано

Студент  Сергій БОГУН

Керівник  Євгеній РОМАНОВИЧ

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 9 слайдів презентації, 96 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 26 рисунків, 17 таблиць, 42 літературних джерела.

Ключові слова: ВАНТАЖ, НАПІВВАГОН, РОЗРІВНЮВАННЯ, ЗМІЩЕННЯ, ЦЕНТР МАС.

Об'єктом дослідження є процес завантаження залізничного вантажного рухомого складу сипким вантажем з точки зору безпеки руху поїздів.

Метою дослідження є розроблення організаційних і технічних заходів, що спрямовані на виконання вимог чинних нормативних документів щодо розміщення сипких вантажів в кузовах залізничного вантажного рухомого складу.

Наведені аналіз способів завантаження залізничних вагонів сипкими вантажами, а також розглянуті сучасні технічні засоби для виконання цього процесу.

Одержані залежності положення центру мас сипкого вантажу від розташування вершини призми цього вантажу в кузові вагона. Розроблені методи, що дозволяють на стадії завантаження встановити положення центру мас сипкого вантажу в кузові вагона як в поздовжньому, так і в поперечному напрямках.

Запропонована нова конструкція навісного пристрою для розрівнювання сипких вантажів в кузовах залізничних вагонів відкритого типу.

Виконані розрахунки основних вузлів та механізмів запропонованого пристрою для розрівнювання сипких вантажів у вагонах. Встановлений економічний ефект від впровадження запропонованого пристрою. Розглянуті питання охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях під час експлуатації запропонованого пристрою.

ABSTRACT

This qualification work includes 9 presentation slides, 96 pages of A4 explanatory note, including 26 figures, 17 tables, 42 references.

Keywords: CARGO, GONDOLA CAR, LEVELING, DISPLACEMENT, CENTER OF MASS.

The object of study is the process of loading railway freight rolling stock with bulk cargo from the point of view of train traffic safety.

The purpose of the research is to develop organizational and technical measures aimed at meeting the requirements of current regulations for the placement of bulk cargo in the bodies of railway freight rolling stock.

The article analyzes the methods of loading railroad cars with bulk cargo, and also considers modern technical means for performing this process.

The dependences of the position of the center of mass of bulk cargo on the location of the apex of the prism of this cargo in the car body are obtained. Methods have been developed to determine the position of the center of mass of bulk cargo in the car body both in the longitudinal and transverse directions at the loading stage.


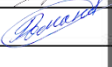
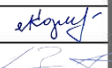

A new design of a hinged device for leveling bulk cargo in the bodies of open-type railroad cars is proposed.

Calculations of the main components and mechanisms of the proposed device for leveling bulk cargo in railroad cars have been performed. The economic effect of the proposed device is determined. The issues of labor protection and safety in emergency situations during the operation of the proposed device are considered.

ЗМІСТ

	Вступ	6
	1 Аналіз засобів для зменшення втрат при транспортуванні насипних вантажів у відкритих напіввагонах	8
	1.1 Причини втрат вантажів під час перевезення	8
	1.2 Аналіз існуючих засобів для зменшення втрат при транспортуванні насипних вантажів	10
	1.3 Висновок	22
	2 Дослідження процесу розрівнювання сипучих вантажів у напіввагонах перед їх транспортуванням	23
	2.1 Актуальність розрівнювання сипучих вантажів	23
	2.2 Теоретичні дослідження нерівномірного завантаження вагонів сипкими вантажами	24
	2.3 Опис прототипа запропонованого пристрою	34
	2.4 Опис конструкції та принципу роботи шнекового розрівнювального пристрою	36
	2.5 Висновки	41
	3 Розрахунок основних параметрів розрівнювального шнекового пристрою	42
	3.1 Підбір основних параметрів приводів робочих органів	42
	3.2 Розрахунок ресурсу підшипників шнеків	46
	4 Розрахунок економічного ефекту від впровадження пристрою для розрівнювання сипких вантажів	52
	4.1 Мета роботи	52
	4.2 Розрахунок капітальних вкладень	53
	4.3 Розрахунок продуктивності машини	56
	4.4 Розрахунок вартості машино-години роботи машини	58

ДМБ. 15.00.00.000 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Разраб.		Богун		
Пров.		Романович		
Н.контр.		Козар		
Утв.		Воронін		

Забезпечення рівномірного завантаження залізничних вагонів сипкими вантажами

Лит.	Лист	Листов
	4	96

УкрДУЗТ

4.5 Розрахунок економічного ефекту	61
4.6 Висновки	67
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	68
5.1 Короткий опис об'єкту дослідження	68
5.2 Аналіз умов праці	69
5.3 Заходи з охорони праці	70
5.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	72
5.5 Пожежна безпека об'єкта	75
5.6 Розрахунок блискавкозахисту об'єкта	75
Висновки	80
Список використаних джерел	81
Додаток А Ілюстративний матеріал	87

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<p>ДМБ.15.00.00.000 ПЗ</p>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

Висновки

1 На основі проведеного аналізу сучасних способів і конструкцій пристроїв для розрівнювання сипких вантажів у вагонах встановлено, що жоден з відомих способів розрівнювання сипких вантажів у вагонах не в повній мірі забезпечує відповідність процесу завантаження цих вантажів вимогам чинних нормативних документів.

2 Проведено теоретичні дослідження нерівномірного завантаження вагонів сипкими вантажами в поздовжньому осі колії і поперечному напрямках. Одержані залежності зміщення центру мас сипкого вантажу від маси і шару вантажу у вагоні.

3 Доведено, що поздовжня нерівномірність розміщення сипкого вантажу в кузові вагона слабо впливає на зміщення центру мас системи вагон-вантаж.

4 Запропоновано практичний спосіб попередньої оцінки зміщення центру мас вантажу в кузові напіввагону.

5 Запропоновано нову конструкцію пристрою для розрівнювання сипких вантажів у вагонах, що може бути застосований для розрівнювання у т.ч. і погано сипких вантажів.

Список використаних джерел

1 Показники вантажних перевезень // Загальна інформація / Акціонерне товариство «Українська залізниця». URL: https://uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/indicators_of_transit/ (дата звернення: 30.10.2024).

2 Правила обслуговування залізничних під'їзних колій : затв. Мінтрансом України 21.11.2000 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0875-00#top> (дата звернення: 30.10.2024).

3 Підсумки роботи залізничного транспорту України у 2022 році // Коментарі експертів / Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/pidsumky-roboty-zaliznychnoho-transportu-ukrayiny-u-2022-r> (дата звернення: 30.10.2024).

4 Пошкодження або псування вантажу при перевезеннях // Головна / АСД ЛОГІСТИК. URL: <https://logist.kiev.ua/uk/poshkodzhennya-abo-psuvannya-vantazhu-pri-perevezennyah/> (дата звернення: 30.10.2024).

5 Міністерство інфраструктури України може зобов'язати перевозити солі у вкладишах або м'яких контейнерах // Новини / Rail.insider. URL: <https://www.railinsider.com.ua/miu-mozhe-zobovyazaty-perevozyty-soli-u-vkladysah-abo-myakyh-kontejnerah/> (дата звернення: 30.10.2024).

6 Romanovych, Ye. Method for determining non-uniform loading of gondola cars with bulk cargo / Yevhenii Romanovych, Andrii Kravets, Georgii Afanasov, Yevhenii Povorozhenko, Olga Afanasova, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1021, International Scientific Conference Energy Efficiency in Transport (EET 2020) 18th-20th November, Kharkiv, Ukraine, doi: 10.1088/1757-899X/1021/1/012048 [in English].

7 Навісний пристрій для розрівнювання насипних вантажів у піввагонах : пат. 107150 Україна, МПК7 B65G 67/02 (2006.01), B65G 69/04 (2006.01), B65G 69/22 (2006.01), B61B 1/00 / Є. В.Романович, Г. М. Афанасов, М. Б. Коробчук,

Ю. В. Свістунов; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту. №а2013 09923 ; заявл. 09.08.2013 ; опубл. 25.11.14, Бюл. №22. 3 с.

8 ДСТУ ГОСТ 22235:2015. Вагони вантажні магістральних залізничних доріг колії 1520 мм. Загальні вимоги щодо забезпечення збереження під час завантажувально-розвантажувальних та маневрових робіт (ГОСТ 22235-2010, IDT) : чинний від 2016-02-01 // Сервіс документів БУДСТАНДАРТ Online. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=63882. (дата звернення: 30.10.2024).

9 Іскович-Лотоцький Р. Д., Іванчук Я. В. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2011. 155 с. Також доступний у PDF: URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/222/407/448-1?inline=1> (дата звернення: 30.10.2024).

10 Правила перевезення вантажів навалом і насипом : затв. Мінтрансом України 20.08.2001 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0795-01#Text> (дата звернення: 30.10.2024).

11 Пат. 107150 Україна, МПК7 В65G 67/02 (2006.01), В65G 69/04 (2006.01), В65G 69/22 (2006.01), В61В 1/00. Навісний пристрій для розрівнювання насипних вантажів у піввагонах / Романович Є.В., Афанасов Г.М., Коробчук М.Б. (Україна), Свістунов Ю.В. ; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту. - №а2013 09923 ; заявл. 09.08.2013 ; опубл. 25.11.14, Бюл. №22. - 3с.

12 Бондарев В.С., Колісник Н.П., Дубинець О.І., Горбатенко Ю.П., Бондарев С.В., Барабанов В.Я. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. Підручник з грифом МОН України. – К.: «Вища школа», 2009. – 734 с.

13 Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів: навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2018. 264 с.

14 Вантажопідйомні машини / Григоров О.В., Петренко Н.А.. – Харків: НТУ "ХПІ", 2006. - 182 с.

15 Жигулін О. А., Махмудов І. І., Жигуліна Н. О. Підйомно-транспортні машини: Навчальний посібник. Ніжин, 2020. 150 с.

16 Грузоведение, сохранность и крепление грузов / А. А. Смехов и др.; под ред. А. А. Смехова. Москва : Транспорт, 1987. 239 с.

17 Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 21.11.2024).

18 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях : методичні вказівки до виконання розділу в дипломному проекті спеціалістів і магістрів / М. І. Ворожбіян, О. В. Костиркін, Д. С. Козодой, Б. К. Гармаш. УкрДАЗТ, 2014. 22 с. Також доступний у PDF: URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/7368> (дата звернення: 21.11.2024).

19 ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Чинний від 2015–05–01. Київ : Мінекономрозвитку, 2015. 18 с. Також доступний у PDF: URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=61781 (дата звернення: 21.11.2024).

20 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання : НПАОП 0.00-1.80-18 : затв. Мінсоцполітики України 19.01.2018. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text> (дата звернення: 21.11.2024).

21 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України: ЦД-0058 : затв. Мінтрансзв'язку України 31.08.2005. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0507650-05#Text> (дата звернення: 21.11.2024).

22 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:

http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=89715 (дата звернення: 21.11.2024).

23 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: 21.11.2024).

24 Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони : затв. МОЗ України 04.07.2020 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 21.11.2024).

25 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: 01.12.2023).

26 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: 21.11.2024).

27 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: 21.11.2024).

28 Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2018 : затв. Мінрегіонбудом України 03.10.2018. Київ : Мінрегіон України, 2018. 133 с. Також доступний у PDF: URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dbn_v_2.5-28_2018.pdf (дата

звернення: 21.11.2024).

29 Галузеві норми природного та спільного освітлення виробничих підприємств залізничного транспорту : НАОП 5.1.11-3.04-86 : затв. МШС СРСР 30.12.1986 // База даних «Законодавча база ДНАОП». URL: https://dnaop.com/html/43536/doc-ДНАОП_5.1.11-3.04-86 (дата звернення: 21.11.2024).

30 Норми штучного освітлення об'єктів залізничного транспорту: РД 3215-91 (НАОП 5.1.11-3.02-91) : затв. МШС СРСР 12.09.1991. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=68874 (дата звернення: 21.11.2024).

31 ДСТУ EN 1837:2022. Безпечність машин. Вбудоване освітлення ; (EN 1837:2020, IDT) : чинний від 2022-09-15. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=99130 (дата звернення: 21.11.2024).

32 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: 01.12.2023).

33 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці : НПАОП 0.00-4.12-05 : затв. Держнагляд охорони праці 26.01.2005 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 21.11.2024).

34 Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам залізничного транспорту : НПАОП 60.1-3.31-17 : затв. Мінсоцполітики України 30.01.2017 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0238-17#Text> (дата звернення: 21.11.2024).

35 Кодекс цивільного захисту України : затв. Верховною Радою України 02.10.2012 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 21.11.2024).

36 Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій : ДК 019:2010 : чинний від 2011-01-01 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text> (дата звернення: 21.11.2024).

37 Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій : затв. МВС України 06.08.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18#Text> (дата звернення: 02.12.2023).

38 Склад та зміст проектної документації на будівництво. Зі Змінами № 1 та № 2 : ДБН А.2.2-3-2014 : на заміну ДБН А.2.2-3-2012 : затв. Мінрегіоном України 29.06.2022. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58105 (дата звернення: 21.11.2024).

39 Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті : НАПБ В.01.010-2009/510 : затв. Мінтрансв'язку України 21.12.2009 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0230-10> (дата звернення: 26.11.2023).

40 Правила пожежної безпеки в Україні : НАПБ А.01.001-2014 : затв. МВС України 30.12.2014 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 21.11.2024).

41 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників : НАПБ Б.03.001-2018 : на заміну НАПБ Б.03.001-2004 : затв. МВС України 05.01.2018. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення: 26.11.2023).

42 ДСТУ EN 62305-3:2021. Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT; ІЕС 62305-3:2010, MOD). Чинний від 2022-08-01. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=96752 (дата звернення: 02.12.2023).