

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра інженерія вагонів та якість продукції

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ УНІВЕРСАЛЬНОГО КОНТЕЙНЕРА ЗІ
СКЛАДОВИМИ ТИПУ СЕНДВІЧ ПРИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

МКР. 177. 05. 00 ПЗ

Розробив здобувач групи 213-ВВГ-Д24
спеціальності 273 «Залізничний транспорт»
(Вагони та вагонне господарство)
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)
Роман ТОПЧИЄВ

Керівник: професор, д-р техн. наук
Альона ЛОВСЬКА

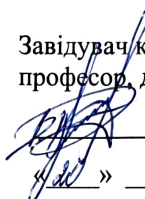
Рецензент: доктор філософії, доцент
кафедри транспорту та підйомно-
транспортної техніки
Жилінського університету в Жиліні
(Словацька Республіка)
Ян ДІЖО

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет механіко-енергетичний
Кафедра інженерії вагонів та якості продукції
Спеціальність – 273 Залізничний транспорт
Освітня програма – Вагони та вагонне господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
професор, д-р техн. наук

 В. Г. Равлюк
«11» 11 2026 р.

З А В Д А Н Н Я на магістерську кваліфікаційну роботу

Топчісву Роману Олександровичу

1 Тема «Дослідження міцності універсального контейнера зі складовими типу сендвіч при залізничних перевезеннях»

керівник Ловська Альона Олександрівна, докт. техн. наук, професор

затверджені розпорядженням по механіко-енергетичному факультету від «14.02»
2025 року № 13

2 Строк подання магістрантом проєкту 05 січня 2026 р.

3 Вихідні дані отримати на кафедрі інженерії вагонів та якості продукції

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

4.1. Розглянути перспективи та особливості експлуатації контейнерів;

4.2. Дослідити основні схеми навантажень та пошкоджень контейнерів у експлуатації;

4.3. Запропонувати конструкцію контейнера зі складовими типу сендвіч;

4.4 Провести розрахунок економічної ефективності від впровадження в експлуатацію контейнера зі складовими типу сендвіч.

5 Консультанти окремих розділів

Розділ проекту	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування	Калабухін Ю. І. д.т.н., професор		

6 Дата видачі завдання « 10 » грудня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз вихідного матеріалу	10.09 – 20.09	виконано
2 Формулювання напрямку, мети та задач кваліфікаційної роботи	20.09 – 15.10	виконано
3 Розгляд перспектив та особливостей експлуатації контейнерів	15.10 – 02.11	виконано
4 Дослідження основних схем навантажень та пошкоджень контейнерів у експлуатації	02.11 – 10.11	виконано
5 Обґрунтування використання складових типу сендвіч в конструкції контейнера	10.11 – 10.12	виконано
6 Розробка, оформлення та підпис економічного розділу роботи	10.12 – 18.12	виконано
7 Оформлення презентаційного матеріалу кваліфікаційної роботи	18.12	виконано
8 Здавання матеріалу на перевірку та підпис керівнику	19.12	виконано
9 Підпис ПЗ та презентаційного матеріалу	05.01	виконано
10 Захист кваліфікаційної роботи у ДЕК	15.01	

Магістрант

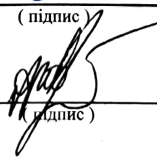


(підпис)

Роман ТОПЧІВ

(прізвище та ініціали)

Керівник



(підпис)

Альона ЛОВСЬКА

(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ	8
1 Перспективи та особливості експлуатації контейнерів	10
1.1 Аналіз вантажообігу контейнерів у експлуатації	10
1.2 Аналіз конструкційних особливостей контейнерів	14
1.3 Патентний аналіз існуючих конструкцій суховантажних контейнерів	21
1.4 Несправності контейнерів, з якими вони не допускаються до експлуатації	33
1.5 Заходи по створенню безпечних умов праці при ремонті контейнерів	37
Висновки до розділу 1	39
2 Дослідження основних схем навантажень та пошкоджень засобів модульного типу у експлуатації	40
2.1 Визначення основних схем навантажень засобів модульного типу при перевезеннях залізничним транспортом	40
2.2 Дослідження основних пошкоджень засобів модульного типу у експлуатації	47
Висновки до розділу 2	54
3 Особливості проектування контейнера зі складовими типу сендвіч	55
3.1 Проектування сендвіч панелі для виготовлення стін контейнера	55
3.2 Визначення міцності контейнера зі стінами із сендвіч-панелей	61
Висновки до розділу 3	69

					МКР. 177. 05. 00 ПЗ			
Зм.	Аркуш			Дата	Дослідження міцності універсального контейнера зі складовими типу сендвіч при залізничних перевезеннях	Літер	Аркуш	Аркушів
Розробив	Топчієв			18.12			6	85
Перевірив	Ловська			18.12				
Т. контр.						УкрДУЗТ		
Н. контр.	Шовкун							
Затвердив	Равлюк							

4 Розрахунок економічної ефективності від впровадження в експлуатацію контейнера зі складовими типу сендвіч	71
4.1 Коротка характеристика запропонованого заходу	71
4.2 Методика визначення економічного ефекту	71
4.3 Визначення економічного ефекту від удосконалення конструкції контейнера	78
Висновки до розділу 4	81
Загальні висновки по роботі	82
Список літератури	84

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР. 177. 05. 00 ПЗ

Арк.

7

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 85 сторінок пояснювальної записки формату А4, в тому числі 53 рисунки, 6 таблиць, 16 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – процес навантаження конструкції контейнера при залізничних перевезеннях.

Предмет дослідження – конструкція контейнера.

В рамках магістерської кваліфікаційної роботи поставлено мету – дослідження міцності універсального контейнера при залізничних перевезеннях.

Для покращення міцності стін контейнера при експлуатаційних режимах запропоновано впровадження в його конструкцію складових типу сендвіч. Таке рішення реалізоване на прикладі торцевих стін. Встановлено, що з урахуванням запропонованого удосконалення стає можливим знизити динамічні навантаження, які сприймає контейнер на 10 % у порівнянні з типовою конструкцією. Результати розрахунків на міцність контейнера показали, що напруження в його конструкції на 15 % нижчі ніж у типовій.

Проведені дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо проектування сучасних конструкцій контейнерів та підвищенню ефективності функціонування транспортної галузі.

ABSTRACT

The qualification work includes 12 presentation slides, 85 pages of explanatory notes in A4 format, including 53 figures, 6 tables, 16 literary sources.

The object of the study is the process of loading the container structure during rail transportation.

The subject of the study is the container structure.

Within the framework of the master's qualification work, the goal is set – to research the strength of a universal container during rail transportation.

To improve the strength of the container walls during operational modes, it is proposed to introduce sandwich-type components into its structure. This solution is implemented on the example of end walls. It was established that taking into account the proposed improvement, it becomes possible to reduce the dynamic loads that the container perceives by 10% compared to a typical structure. The results of calculations on the strength of the container showed that the stresses in its structure are 15% lower than in a typical one.

The research conducted will contribute to the creation of recommendations for the design of modern container structures and increasing the efficiency of the transport industry.

Вступ

Залізничний транспорт є ключовою галуззю транспортної системи, що забезпечує безперебійне функціонування економіки євразійських країн. Утримання лідерських позицій та подальший розвиток залізничного транспорту можливий шляхом впровадження в експлуатацію сучасних конструкцій транспортних засобів. Такі конструкції повинні не тільки мати покращені техніко-експлуатаційні властивості, а і бути багатофункціональними, тобто пристосовуватися до завданих умов експлуатації.

З цією метою доцільним є впровадження контейнерів. На даний час такі транспортні засоби знаходять широкого розповсюдження як в Україні так і за її межами. Перевезення контейнерів здійснюються майже всіма видами транспорту. При цьому кріплення їх на транспортних засобах здійснюється через фітинги, розміщені в кутових частинах каркасу.

Прогнозується ріст попиту на такі транспортні засоби в міжнародному сполученні, що перш за все пояснюється їх мобільністю та рентабельністю. Разом з цим для забезпечення подальшої конкурентоспроможності контейнерних перевезень важливим є покращення їх техніко-економічних та експлуатаційних показників.

Тому в рамках магістерської кваліфікаційної роботи поставлено мету – дослідження міцності універсального контейнера при залізничних перевезеннях. Для досягнення поставленої мети визначені наступні задачі:

1. Розглянути перспективи та особливості експлуатації контейнерів;
2. Дослідити основні схеми навантажень та пошкоджень контейнерів у експлуатації;
3. Запропонувати конструкцію контейнера зі складовими типу сендвіч;
4. Провести розрахунок економічної ефективності від впровадження в експлуатацію контейнера зі складовими типу сендвіч.

Об'єкт дослідження – процес навантаження конструкції контейнера при залізничних перевезеннях.

Предмет дослідження – конструкція контейнера.

Методи дослідження. При визначенні міцності контейнера використано метод скінчених елементів, який реалізовано у програмному комплексі SolidWorks Simulation; при визначенні товщини листів обшивки контейнера використано метод Бубнова – Гальоркіна.

Наукова новизна:

- науково-обґрунтовано використання сендвіч складових в конструкції універсального контейнера;

- отримано закономірності навантаженості контейнера зі складовими типу сендвіч при перевезенні залізничним транспортом.

Практичне значення отриманих результатів. Проведені дослідження сприятимуть створенню напрацювань щодо проєктування сучасних конструкцій контейнерів, а також транспортних засобів модульного типу та підвищенню ефективності експлуатації контейнерних перевезень.

Список літератури

1. Lovska Alyona. The loading of the detachable modular concepts for strategic cargo under operating modes. Monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. 240 p. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-617-1>
2. Історія контейнера. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/istorija-kontejnera.html> (дата звернення: 16.12.2025).
3. Великотоннажний контейнер: пат. 36033 Україна, B65D88/12. 99105823; заявл. 26.10.1999; опубл. 15.07.2003, Бюл. № 7.
4. Контейнер відкритого типу: пат. 149215 Україна, B65D88/12. u202102598; заявл. 18.05.2021; опубл. 28.10.2021, Бюл. № 43.
5. Модульна вантажна одиниця для сипких вантажів: пат. 105966 Україна, B65D88/12, B65D88/26. u201510203; заявл. 19.10.2015; опубл. 11.04.2016, Бюл. № 7.
6. Модульна вантажна одиниця: пат. 114654 Україна, B65D88/00, B65D88/12, B65D88/52, B65D88/54. u201610442; заявл. 13.10.2016; опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5.
7. Модульна вантажна одиниця з поворотним вантажним модулем: пат. 119916 Україна, B65D88/12. u201704773; заявл. 17.05.2017; опубл. 10.10.2017, Бюл. № 19.
8. Контейнер: пат. 7457 Україна, B65F3/02, B65G53/34, A01F25/14, B21D51/16. 20041210658; заявл. 24.12.2004; опубл. 15.06.2005, Бюл. № 6.
9. ДСТУ ISO 1496-1:2013 Вантажні контейнери серії 1. Технічні вимоги та методи випробування. Частина 1. Контейнери загальної призначеності універсальні. Київ, 2013.
10. Lovska Alyona, Stanovska Iraida, Kyryllova Valeriia, Okorokov Andrii, Vernigora Roman. Determining the vertical load on a container with a floor made of sandwich panels transported by a flat wagon. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. №6/7 (132). P. 36 – 44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.315059>
11. Ловська А. О., Мурад'ян А. О., Рибін А. В., Демидюков О. В. Дослідження повздовжньої навантаженості контейнера для зернових при залізничних

перевезеннях. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2025. Том 36 (75). № 2, 2025. С. 242 – 247. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.2.1/36>

12. Ватуля Г. Л., Ловська А. О., Мямлін С. С., Краснокутський Є. С. Обґрунтування конструкційних особливостей сендвіч-панелей для виготовлення стінок контейнера. Наука та прогрес транспорту. 2023. №1(101). С. 55 – 63. <https://doi.org/10.15802/stp2023/280009>

13. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). ДСТУ 7598:2014. Київ, 2015. – 250 с.

14. EN 12663-2. Railway applications – structural requirements of railway vehicle bodies – Part 2: Freight wagons». Bulgaria, 2023. 54 p.

15. Technical specification for steel dry cargo container. Specification NO: “CTX 20 DVDR – Domestic Spec. HH”. 2013. 27 p.

16. Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 210 с.