

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
(назва факультету/НИЦ)

«Транспортна інфраструктура»
(повна назва кафедри)

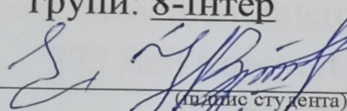
Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

на тему: Дослідження та удосконалення сучасних технічних рішень для забезпечення контрейлерних перевезень в міжнародному сполученні у відповідності до вимог інтероперабельності

за освітньою програмою «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

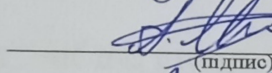
зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: 8-Інтер


(підпис студента)

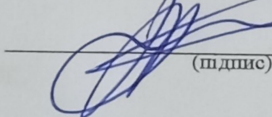
/ Іванна ЧИЖУК/
(Ім'я ПІРІЗВИЩЕ)

Керівник:


(підпис)

/ к.т.н, доцент Андрій МІЛЯНИЧ /
(посада, Ім'я ПІРІЗВИЩЕ)

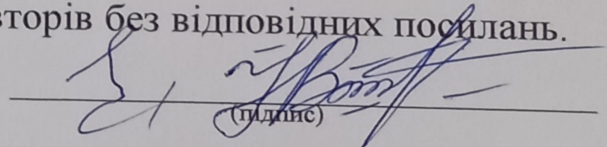
Нормоконтролер:


(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /
(посада, Ім'я ПІРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

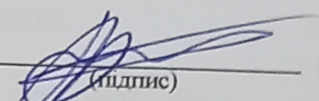
Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»


(підпис)

Олексій ТЮТКІН
(Ім'я ПІРІЗВИЩЕ)

Дата 22.04.2023

на кваліфікаційну роботу

студенту _____

ЗАВДАННЯ

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

Чижук Іванни Василівни

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності технічного обслуговування вантажних вагонів власності АТ «Укрзалізниця» за нормами безпеки»

Керівник роботи: Мілянч Андрій Романович, к.т.н., доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від _____
2. Строк подання студентом роботи: «26» квітня 2023 р. № 360ст

3. Вихідні дані до роботи: «15» січня 2024 р.
Дослідження та удосконалення сучасних технічних рішень для забезпечення контрейлерних перевезень в міжнародному сполученні у відповідності до вимог інтероперабельності

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1. Аналіз основних переваг та недоліків застосування технологій контрейлерних перевезень. Розділ 2. Досвід Росії в організації міжнародних контрейлерних перевезень. Розділ 3. Європейський досвід організації контрейлерних перевезень і використання технологій. 4. Контрейлерні перевезення в сполученні Україна-ЄС. 5. Обґрунтування конструкції вагонів-платформ для контрейлерних перевезень. 6. Використання штучного інтелекту для покращення логістики контрейлерних перевезень. 7. Моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з контрейлером. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 16 слайдів).

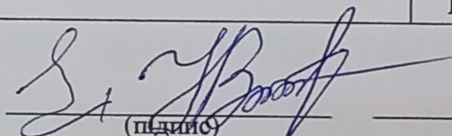
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз основних переваг та недоліків застосування технології контрейлерних перевезень.	01.08.2023- 17.08.2023	
2	Розділ 2. Досвід Росії в організації міжнародних контрейлерних перевезень.	17.08.2023- 06.09.2023	
3	Розділ 3. Європейський досвід організація контрейлерних перевезень і використання технологій.	06.09.2023- 14.10.2023	
4	Розділ 4. Контрейлерні перевезення у сполученні Україна-ЄС.	14.10.2023- 07.11.2023	
5	Розділ 5. Обґрунтування конструкції вагонів-платформ для контрейлерних перевезень.	07.11.2023- 11.12.2023	
6	Розділ 6. Використання штучного інтелекту для покращення логістики контрейлерних перевезень.	11.12.2023- 02.01.2024	
7	Розділ 7. Моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи контрейлером.	02.01.2024- 04.01.2024	
8	Висновки. Оформлення ВКР.	04.01.2024- 08.01.2024	
9	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024- 14.01.2024	
10	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	
11	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

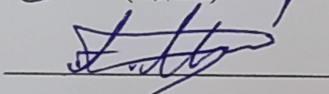
Студент



(підпис)

Іванна ЧИЖУК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи



Андрій МІЛЯНИЧ

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету/ІНЦ)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: Дослідження та удосконалення сучасних технічних рішень для забезпечення контейнерних перевезень в міжнародному сполученні у відповідності до вимог інтероперабельності

за освітньою програмою «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: 8-Інтер

(підпис студента)

/ Іванна ЧИЖУК/

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

(підпис)

/ к.т.н, доцент Андрій МІЛЯНИЧ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Building, architecture and infrastructure

(faculty/TRC)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis
Master
(higher education degree)

on the topic: Research and improvement of modern technical solutions for providing piggyback transportation in international traffic in accordance with the requirements of interoperability

according to educational curriculum Interoperability and safety in railway transport,
in the Specialization: 273 Rail transport

(Specialization and its code)

Done by the student of the group: 8-Inter / Ivanna CHYZHUK /
(name, surname)

Scientific Supervisor: / ph.d., assoc. prof. Andriy MILYANYCH /
(position, name, surname)

Normative controller : / Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /
(position, name, surname)

Dnipro – 2024

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

_____ **Олексій ТЮТЬКІН**

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту _____

Чижук Іванни Василівни

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності технічного обслуговування вантажних вагонів власності АТ «Укрзалізниця» за нормами безпеки»

Керівник роботи: Мілянч Андрій Романович, к.т.н., доцент

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

«26» квітня 2023 р.

№ 360ст

2. Строк подання студентом роботи:

«15» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Дослідження та удосконалення сучасних технічних рішень для забезпечення контрейлерних перевезень в міжнародному сполученні у відповідності до вимог інтероперабельності

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1. Аналіз основних переваг та недоліків застосування технології контрейлерних перевезень. Розділ 2. Досвід Росії в організації міжнародних контрейлерних перевезень. Розділ 3. Європейський досвід організації контрейлерних перевезень і використання технологій. 4. Контрейлерні перевезення у сполученні Україна-ЄС. 5. Обґрунтування конструкції вагонів-платформ для контрейлерних перевезень. 6. Використання штучного інтелекту для покращення логістики контрейлерних перевезень. 7. Моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з контрейлером. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 16 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз основних переваг та недоліків застосування технології контрейлерних перевезень.	01.08.2023- 17.08.2023	
2	Розділ 2. Досвід Росії в організації міжнародних контрейлерних перевезень.	17.08.2023- 06.09.2023	
3	Розділ 3. Європейський досвід організація контрейлерних перевезень і використання технологій.	06.09.2023- 14.10.2023	
4	Розділ 4. Контрейлерні перевезення у сполученні Україна-ЄС.	14.10.2023- 07.11.2023	
5	Розділ 5. Обґрунтування конструкції вагонів-платформ для контрейлерних перевезень.	07.11.2023- 11.12.2023	
6	Розділ 6. Використання штучного інтелекту для покращення логістики контрейлерних перевезень.	11.12.2023- 02.01.2024	
7	Розділ 7. Моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з контрейлером.	02.01.2024- 04.01.2024	
8	Висновки. Оформлення ВКР.	04.01.2024- 08.01.2024	
9	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024- 14.01.2024	
10	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	
11	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент

(підпис)

Іванна ЧИЖУК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

Андрій МІЛЯНИЧ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

109 стор., 40 рис., 4 табл., 99 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – є технології контрейлерних перевезень та рухомий склад, який може використовуватися у сполученні Україна-ЄС.

Мета роботи – аналіз і узагальнення досвіду впровадження контрейлерних перевезень в країнах Європейського Союзу, у сусідній Росії, вибір оптимальних параметрів рухомого складу та технології таких перевезень для забезпечення їхнього регулярного функціонування та конкурентоздатності у напрямку Україна-ЄС.

Метод дослідження – аналіз, синтез, дедукція, індукція та моделювання.

Автором роботи проаналізовано досвід Росії в організації міжнародних контрейлерних перевезень, а саме історія їхнього виникнення, проблеми та перспективи розвитку, європейський досвід організація контрейлерних перевезень і використання технологій, історію виникнення, розвитку контрейлерних перевезень в Україні та їхній сучасний стан.. Наведені різноманітні системи контрейлерних перевезень, визначені їхні переваги та недоліки. Окрім цього виконано порівняння цих технологій для вибору серед них найбільш оптимальних для українських залізниць. Також в роботі були визначені оптимальні параметри вагона-платформи для виконання контрейлерних перевезень в Україні, досліджено використання штучного інтелекту для покращення логістики контрейлерних перевезень, проведено моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з контрейлером у поздовжній площині та розроблено удосконалені розрахункові моделі напівпричепа та тягача з напівприцепом для виконання таких досліджень.

Ключові слова: КОНТРЕЙЛЕР, ВАГОН-ПЛАТФОРМА, МІЖНАРОДНЕ СПОЛУЧЕННЯ, ПЕРЕВІЗНИЙ ПРОЦЕС, РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ, ГАБАРИТ РУХОМОГО СКЛАДУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	11
2 ДОСВІД РОСІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.	14
2.1 Історія контрейлерних перевезень в Росії	14
2.2 Проблеми та перспективи контрейлерних перевезень в Росії.....	23
3 ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ.	26
3.1 Історія виникнення та перспективи розвитку контрейлерних перевезень в Європейському Союзі.....	26
3.2 Системи з горизонтальним перевантаженням контрейлерів.....	32
3.2.1 Системи із спеціалізованими вагонами та терміналами	32
3.2.1.1 Контрейлерна технологія «CargoBeamer»	32
3.2.1.2 Контрейлерна технологія «CargoSpeed».....	34
3.2.1.3 Контрейлерна технологія «Modalohr».....	37
3.2.1.4 Контрейлерна технологія «Lohr Railway System»	40
3.2.2 Контрейлерна технологія «Ro-La»	42
3.2.3 Системи з автономними вагонами. Контрейлерні технології «Flexiwaggon» та «Megaswig».....	45
3.2.4 Перспективні системи з горизонтальним перевантаженням контрейлерів «CargoRoo» та «ResoRail»	49
3.3 Системи з вертикальним перевантаженням контрейлерів.....	51
3.3.1 Контрейлерна технологія «Lift-on-Lift-off».....	51
3.3.2 Контрейлерна технологія «NiKRASA».....	54
3.4 Порівняння різних систем контрейлерних перевезень	55
4 КОНТРЕЙЛЕРНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ У СПОЛУЧЕННІ УКРАЇНА-ЄС	60
4.1 Історія виникнення та розвитку контрейлерних перевезень в Україні	60

4.2 Сучасний стан контрейлерних перевезень в Україні	63
5 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВАГОНІВ-ПЛАТФОРМ ДЛЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	70
6 ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЛОГІСТИКИ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	85
7 МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ВАГОНА- ПЛАТФОРМИ З КОНТРЕЙЛЕРОМ.....	91
ВИСНОВКИ.....	99
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	101

ВСТУП

Залізничний транспорт є провідною транспортною галуззю в українській економіці. На даний час перед ним стоїть завдання підвищення технічних можливостей, збільшення діапазону ринків конкурентної присутності та залучення нових вантажовласників. Вирішення перерахованих завдань вимагає не лише комплексного розвитку галузі, а й у пошуку прогресивних способів перевезення вантажів за рахунок нових форм інтеграції різних видів транспорту [1].

Світовий досвід показує, що однією з найбільш ефективних форм комбінування різних видів транспорту є контрейлерні перевезення, що набули широкого поширення в країнах Європи і США.

Контрейлерні перевезень є перспективним напрямом розбудови транспортної системи, що дозволяє значно збільшити обсяги вантажних перевезень за участю національних транспортних компаній, сприяє підвищенню конкурентоспроможності на світовому ринку транспортних послуг, розвитку мережі існуючих транспортних коридорів та інтеграції транспортної інфраструктури країни, яка застосовує їх на регулярній основі, до світової транспортної системи.

Організація та технології контрейлерних перевезень, а також характер їхньої інтеграції в ланцюги перевезень мають суттєві відмінності в різних країнах. Вони зумовлені цілим рядом факторів: характером попиту на транспортні послуги, правовою базою і моделлю організації транспортного бізнесу (зокрема – залізничної галузі), традиційними для певних регіонів транспортно-технологічними рішеннями та іншими причинами. Сучасний ринок контрейлерних перевезень досить широкий і характеризується великою кількістю принципово різних пропозицій, ефективність використання яких залежить від уже перерахованих факторів [2-3].

За останні роки у країнах Європейського Союзу відбулося зростання обсягу вантажних контрейлерних перевезень. Цьому сприяло підписанням міжнародних угод, спрощенням митних процедур для країн-учасниць та створенням відповідної нормативно-правової бази з питань міжнародних змішаних перевезень. Частка контрейлерних перевезень на кінець 2020, початок 2021 року становила 30 % від загального обсягу вантажних перевезень, а для порівняння у 2019 лише 15-20 % [4-5]. В країнах ЄС даний вид перевезень стрімко розвивається та має сталий попит, в основному через наявність суворого екологічного законодавства. Це суттєво обмежує рух вантажівок по автошляхах, у зв'язку з чим автомобілісти змушені користуватися послугами залізничного транспорту.

В Україні, на жаль, не використовується можливості щодо розвитку контрейлерних перевезень, хоч наша держава має великий потенціал для розвитку торгівельно-транспортної мережі, що обумовлено вигідним транспортно-географічним положенням на перехресті вантажних торгівельно-транспортних європейських та євразійських доріг. Крім цього, на наша залізниця має досвід в організації контрейлерних перевезень. Це, насамперед, поїзди «Вікінг» та «Ярослав» [5]. Однак через невдалу державну політику попит на перевезення цими поїздами впав, а контрейлерні перевезення залишилися на тому ж рівні розвитку.

На даний час імплементація Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом та поступова її інтеграції в європейське товариство вимагає від нашої держави використання сучасних організаційних форм та прогресивних технологій у перевізному процесі. Значна кількість таких технології наявна у контрейлерних перевезеннях. Тому особливої актуальності набувають питання розвитку транзитного потенціалу України за рахунок запуску регулярних контрейлерних перевезень, оскільки запізнення в розвитку комбінованих перевезень не тільки позбавляє українську економіку потенційних можливостей,

які дає даний вид перевезення, але також ускладнює вирішення поставлених у «Національній транспортній стратегії України до 2030 року» задач. Серед них ключовими є розбудова ефективної конкурентоспроможної мультимодальної національної транспортної системи та зміцнення транзитного потенціалу транспортної галузі для перетворення України на сучасний міжнародний транспортний хаб між Європою та Азією [6].

В той же час, розвиток контрейлерних перевезень в Україні не може бути зведений до прямого запозичення найбільш вдалих технологічних та організаційних рішень, отриманих в розвинених країнах. Причина не тільки в необхідності адаптації таких рішень до правових, економічних і технічних особливостей України, але також і в тому, що організація та технологія контрейлерних перевезень, а також характер їхньої інтеграції в ланцюги постачань мають суттєві регіональні та міждержавні розходження. Тому реалізація потенціалу контрейлерних перевезень в нашій державі вимагає вивчення європейського досвіду, досвіду сусідньої Росії, врахування власних помилок при організації такого виду перевезень з метою їхнього критичного аналізу та створення на цій основі для них сприятливих умов розвитку.

В зв'язку з вищевикладеним, в роботі поставлена *мета* – аналіз і узагальнення досвіду впровадження контрейлерних перевезень в країнах Європейського Союзу, у сусідній Росії, вибір оптимальних параметрів рухомого складу та технології таких перевезень для забезпечення їхнього регулярного функціонування та конкурентоздатності у напрямку Україна-ЄС.

Об'єктом дослідження в даній роботі є технології контрейлерних перевезень та рухомий склад, який може використовуватися у сполученні Україна-ЄС.

Предметом дослідження являються перспективи та шляхи розвитку контрейлерних перевезень між Україною та Європейським Союзом.

1. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

У світовій практиці під контрейлерними перевезеннями вантажів розуміють економічно вигідну комбінацію залізничного та автомобільного транспорту, що використовується при доставці товарів від відправника до замовника.

Контрейлерні перевезення значно спрощують кооперацію залізничного та автомобільного транспорту, зокрема, передачу вантажів. Вони передбачають перевезення товарів, завантажених в автомобіль, який розміщують на спеціальній залізничній платформі. Особливістю даного перевезення можна назвати те, що водій автотранспортного засобу може їхати на поїзді разом з автомобілем, але в окремому, спеціально обладнаному вагоні або взагалі не супроводжувати таке перевезення [8].

З часом встановлення та кріплення контрейлерів стали значно швидшими і надійнішими після створення автоматичного опорно-зчіпного пристрою для напівпричепів і оснащення залізничних платформ складними опорами, аналогічними «сідлам» тягача. Впровадження хребтових вагонів, з яких формуються зчленовані секції в складі 3 або 5 одиниць, значно підвищило ефективність розміщення контрейлерів різної ваги та довжини на інтермодальному поїзді. Більшість конструкцій вагонів-платформ для контрейлерних перевезень має кріплення для фітінгів, що дозволяє перевозити також контейнери та знімні кузови.

Технологічними перевагами контрейлерів як інтермодальних транспортних одиниць є: максимальне використання габаритів автомобільного рухомого складу та зручність застосування в якості обмінної одиниці; підвищена безпека та ефективність переміщення вантажів; залізничні перевезення менш метеозалежні, ніж автомобільні, тому при негоді, коли автомобіль просто не зможе їхати, контрейлерне перевезення буде актуальнішим; значно знижується завантаженість доріг; зменшується фізичне навантаження на автомагістралі; значно підвищується термін служби автомобіля; зменшується шкідливий вплив автомобільних вихлопів

на навколишнє середовище [9-10].

Стосовно переваг участі в комбінованих перевезеннях для залізничних операторів – це зниження пробігу та зносу рухомого складу, скорочення витрати палива та потреби в водіях, можливість виконання перевезень в будь-які дні тижня (в тих регіонах, де вантажні автомобільні перевезення заборонені у вихідні та святкові дні), а в країнах ЄС – звільнення контрейлерів від деяких податків і дорожніх зборів, передбачене директивою ЄС 92/106. Скорочення операційних витрат може бути використано як для зниження тарифу, так і з метою підвищення прибутку оператора. При певних умовах комбіновані перевезення забезпечують прискорення доставки та більш високу точність дотримання її термінів, що може бути важливим для клієнта [10-14].

Перейдемо до недоліків контрейлерних перевезень.

Незважаючи на постійний розвиток конструкцій вагонів і їхню адаптацію до автомобільного рухомого складу, напівпричепи, які використовуються для комбінованих перевезень, повинні відповідати досить жорстким вимогам, встановленим вимогами не лише щодо автомобільного транспорту, а й відповідати залізничним нормам. Пристосування їхньої конструкції до вертикального, горизонтального перевантаження та транспортування на залізничному рухомому складі може бути досить складним і витратним.

До решти недоліків контрейлерних перевезень можна віднести наступні: зниження ефективності вантажопідйомності залізничного транспорту, втрата продуктивності автомобіля; необхідна наявність вантажно-розвантажувальної інфраструктури, тобто потрібно спеціальні платформи, за допомогою яких автомобілі зможуть безпечно заїхати або зїхати з вагона-платформи; як правило, рух поїздів здійснюється строго за визначеним графіком, в той час як автомобіль може виїхати відразу після завантаження кузова; у випадку перевезення причепа або автомобіля з водієм, для нього необхідно створити комфортні умови перевезення, витратити кошти на заробітну плату при відсутності його за кермом; неможливість багатоярусного зберігання та перевезення судами-контейнеровозами,

а також обмежені можливості вертикальної перевантаження [10].

Слід відзначити, що використання контрейлерів в комбінованих перевезеннях залежить не тільки від технологічних та економічних факторів, а й від організаційних.

Важливими чинниками, які складають концептуальні засади організації контрейлерних перевезень є наявність відповідної нормативно-правової бази, яка повинна враховувати особливості розміщення контрейлерів, вантажів у них, порядок оформлення перевізних документів, визначала б порядок і умови організації регулярних контрейлерних перевезень, встановлювала права, обов'язки учасників перевізного процесу та ін.

Якщо оператор не виступає перед клієнтом як постачальник послуги «від дверей до дверей», він може бути зацікавлений, як мінімум, в наданні власних напівпричепів такому оператору на довгостроковій основі.

З іншого боку, участь в комбінованих перевезеннях не тільки вимагає від оператора використання спеціально сертифікованого та більш дорогого рухомого складу, але також ставить його в залежність від надійності «залізничної компоненти» сервісу. При цьому швидкість і пунктуальність комбінованого перевезення можуть бути зведені нанівець недостатньою частотою інтермодальних сервісів. Зона обслуговування оператора обмежується наявністю таких сервісів на тих чи інших напрямках.

При цьому такі фактори, як швидкість доставки, гарантії за часом або підвищення річного прибутку істотно менш значимі. На цій підставі робиться висновок про те, що держава, якщо воно має намір розвивати комбіновані перевезення з використанням напівпричепів, має в першу чергу подбати про фінансове стимулювання суб'єктів ринку.

Таким чином, застосування контрейлерів пов'язано з цілим рядом технологічних, організаційних, економічних проблем, які обмежують їх використання. Тому таким важливим є аналіз досвіду країн Європейського Союзу та країн на просторі СНД в їхньому подоланні.

2 ДОСВІД РОСІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Історія контрейлерних перевезень в Росії

Вперше на контрейлерні перевезення в Росії звернули увагу на початку 90-х років. На Абаканському заводі було зібрано понад 90 спеціалізованих платформ вантажопідйомністю 60 т, призначених для перевезення автопоїздів. Експлуатація планувалася на маршруті Москва – Гельсінкі, Москва – Новоросійськ, Росія – Польща. Однак конструкція платформ була недосконалою і при експлуатації пошкоджувалася нижня частина фур, що зумовлювало необхідність в доопрацюванні вагона.

Другий варіант спеціалізованого вагона для контрейлерів, який був розроблений на іншому заводі – Торжському, також виявився недосконалим через необхідність створення особливих умов завантаження / вивантаження напівпричепів. Після цього інтерес в Росії до контрейлерних перевезень тимчасово знизився, а ідею їхньої організації відклали.

Наступним етапом організації контрейлерних перевезень в Росії були плани з будівництва контрейлерного терміналу в Калінінградській області. У 2007 році пройшла презентація такого проекту, який був спільним для Калінінградської та Німецьких залізниць. Передбачалося, що термінал буде обслуговувати поїзди, що курсуватимуть між Калінінградом і Злотау. Будівництво терміналу було намічено на 2008 рік, але з невідомих причин термінал так і не був побудований [1].

У 2009 році в складі ВАТ «РЖД» з'явився спеціалізований підрозділ компанії – Центр з розвитку терміналів (далі – Центр). Одним з напрямків діяльності Центру стало створення методики організації контрейлерних перевезень в Росії.

Справжня активізація роботи по організації контрейлерних перевезень в Росії розпочалася з 2010 року.

Так у 2010-2011 рр. на засіданні Науково-технічної ради ВАТ «РЖД» «Про розвиток контрейлерних перевезень» та спільному засіданні Комітету Держдуми з

транспорту і Комісії Російського союзу промисловців і підприємців з питань транспорту і транспортної інфраструктури виділено три основних напрямки роботи в області організації регулярного контрейлерного сполучення в Росії:

- нормативно-правове та тарифне регулювання;
- створення сучасної інфраструктури та рухомого складу;
- організація інвестиційних процесів [15].

У грудні 2011 року ВАТ «РЖД» затвердило документ «Концепція регламенту організації контрейлерних перевезень на залізницях ВАТ «РЖД». Положення Концепції регламенту були спрямовані на вирішення внутрішніх питань щодо взаємодії філій ВАТ «РЖД» при організації та здійсненні перевезень контрейлерними поїздами. Були обрані параметри типового спеціалізованого контрейлерного терміналу для навантаження-розвантаження автотранспортних засобів, розроблено та введено спеціалізований контрейлерний габарит навантаження, визначено максимальну довжину та масу спеціалізованого контрейлерного поїзда. Однак дані вимоги були дуже суворі щодо існуючих на той час реалій. Так, будівництво спеціалізованого терміналу для контрейлерів вимагало величезних інвестицій, які в кінцевому підсумку лягли б важким тягарем на вантажовідправника у вигляді кінцевої вартості термінальної послуги.

У 2011 році ВАТ «РЖД» спільно з Фінськими залізницями за маршрутом Гельсінкі – Санкт-Петербург – Москва організували серію випробувальних поїздок контрейлерного поїзда в складі зі спеціалізованих контрейлерних платформ моделі Sdgnqss-w вагонного парку VR Group Ltd. (Фінляндія). Основною їх метою стало проведення комплексу випробувань (гальмівних, аеродинамічних) і відпрацювання технології пропуску контрейлерного поїзда в складі платформ зазначеної моделі на зазначеному попередньо маршруті. За результатами поїздок ВАТ «РЖД» отримало практичний досвід експлуатації фінських платформ. Крім цього, були розроблені відповідні тимчасові інструкції та технічні умови кріплення напівпричепів, вдалося

визначити коло завдань, що потребують вирішення для організації контрейлерного сполучення на регулярній основі [16].

У 2012 році вченою радою ВАТ «РЖД» і Мінтрансом РФ була схвалена Концепція організації контрейлерних перевезень на «просторі 1520». Концепцією сформульовано ряд принципів положень: дано визначення контрейлерне перевезення та контрейлерний поїзд, визначені відмінності лінійних і локальних маршрутів, супроводжуваних і безсупроводжуваних перевезень; визначено порядок розробки тарифу на контрейлерні перевезення.

16.04.2012 року за результатами слухань «Організація контрейлерних перевезень на «просторі залізничної колії 1520 мм», а також Міжнародного бізнес-форуму «Стратегічне партнерство», який відбувся в Сочі 01.06.2012 року, було визначено перспективні маршрути розвитку контрейлерних перевезень: Бусловська – Москва (ТЛЩ «Білий Раст»), Славкув (Польща) – Київ – Москва, Москва – Єлгава (Латвія) – Калінінград. Дані положення були закріплені розпорядженням старшого віце-президента ВАТ «РЖД» В.А. Гапановіча «Про експериментальну перевірку перспективних контрейлерних маршрутів на мережі залізниць 1520 мм» № 2169р від 30.10.2012 [17].

Також Концепція організації контрейлерних перевезень на «просторі 1520» передбачала інтеграцію контрейлерного терміналу в технологічний комплекс типового ТЛЩ, ключовою ланкою якого повинен був бути центр митного оформлення вантажів.

У 2013 році компанією «Рейл Інжиніринг» («РМ») розроблена та сертифікована спеціалізована платформа моделі 13-9961 (рис. 1) для контрейлерних-контейнерних перевезень, транспортування напівпричепів і великотоннажних контейнерів. Заводом «Русхиммаш» на замовлення ВАТ «РЖД» і ВАТ «ФГК» було виготовлено 2 зразки даного спеціалізованого вагона-платформи [18, 20].

В платформі моделі 13-9961 можливе розміщення контейнерів в наступних варіантах: 45-ти або 40-футовий контейнер; 40- і 20-футовий; три 20-футових.

Іншою Російською компанією ТОВ «Рос-Трейл» в кінці 2014 року було виготовлено та отримано сертифікат на новий вагон-платформу моделі 13-9938 для транспортування, насамперед, автомобільних напівпричепів, а автопоїздів у розчепленому стані на різних вагонах. Було розроблено дві конструкції вагона-платформи для перевезення автомобільних напівпричепів: одиночна (платформа моделі 13-9938) (рис. 2) та зчленованого типу. Обидві конструкції реалізують одну технологію навантаження-вивантаження, однак зчленований вагон дає можливість перевозити два напівпричепи, що підвищує їхню кількість при транспортуванні.



Рисунок 1 – Спеціалізований вагон-платформа моделі 13-9961 [19]

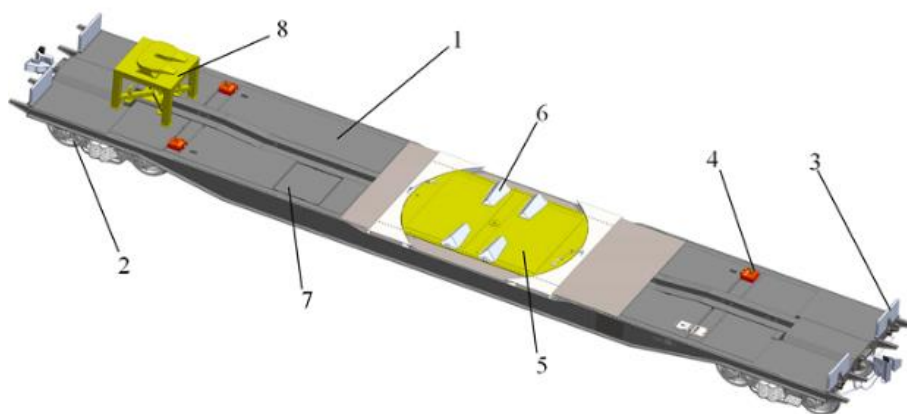


Рисунок 2 – Загальний вигляд вагона-платформи моделі 13-9938:

1 – рама; 2 – візок; 3 – відкидний торцевий борт; 4 – фітингових упор; 5 – поворотна навантажувальна площадка; 6 – колісний упор; 7 – ящик для упорів; 8 – опорна тумба з сідловим пристроєм [21]

На платформі візок напівпричепа розміщується на поворотній навантажувальній площадці 5, що має можливість повертатися на кут $20,5^\circ$ по відношенню до поздовжньої осі вагона (рис. 2). Напівпричіп встановлюється колесами на поворотну площадку за допомогою штатного або маневрового навантажувача. Далі навантажувач бере опору 8 для сідлового майданчика напівпричепа, яка розташована на консольній частині вагона, і підводить її під консольну частину напівпричепа. Паралельно колеса напівпричепа закріплюються на поворотному майданчику за допомогою башмаків. Потім навантажувач піднімає консольну частину напівпричепа і повертає його з майданчиком в транспортне положення, при якому напівпричіп розташовується уздовж вагона. Майданчик фіксується від повороту за допомогою штиря, і напівпричіп транспортується до місця призначення. Вивантаження проводиться в зворотному порядку.

Наступним кроком на шляху організація регулярного контрейлерного повідомлення в Росії стала розробка в травні 2014 року ВАТ «РЖД» «Операційної моделі контрейлерних перевезень», що визначила основні принципи організації контрейлерного сполучення в Росії:

- в основу регулярних контрейлерних перевезень закладалися принципи пасажирського сполучення (рух за розкладом) незалежно від завантаження складу;
- конкурентоспроможність контрейлерних перевезень планувалося досягти при відправленнях поїзними формуваннями (в складі маршрутного поїзда з контрейлерних платформ), без обробки на транзитних ділянках;
- на початковому етапі було заплановано реалізовувати найбільш перспективні маршрути, де мають місце адміністративні обмеження при перетині державних і митних кордонів вантажними автомобілями.

В 2015 році ВАТ РЖД активно співпрацювала з автоперевізником «Globaltruck» для запуску контрейлерного поїзда з Москви до Уралу. У 2016 році була виконана тестова поїздка цього контрейлерного поїзда по маршруту Москва-Товарна – Павелецька – Клещиха. Дана поїзда пройшла успішно, але, для регулярного

виконання таких перевезень необхідно було внести зміни в законодавство, що розділяли відповідальність за вантаж між залізницею та автоперевізниками.

Також в цьому році АТ «ФГК» і ЦФТО ВАТ «РЖД» здійснили пілотне перевезення автопоїзда на контрейлерній платформі моделі 13-9961 за маршрутом Москва – Новосибірськ – Москва. Перевезення була здійснене в складі поїзда ПАТ «Трансконтейнер». В результаті вдалося сформувавши пакет документів для Мінтрансу Росії, щоб фахівці могли підготувати необхідні нормативно-правові акти. Крім того, тест визначив готовність інфраструктури та всіх учасників для здійснення даного виду перевезень. Приступити до практичної реалізації цих проектів фахівці змогли після того, як Мінтрансом Росії був затверджений спеціальний документ – «Технічні умови розміщення та кріплення вантажу при контрейлерних перевезеннях». Це сталося в грудні 2017 року. Затвердження технічних умов дало можливість здійснювати регулярне контрейлерне сполучення з використанням більш низьких платформ з висотою підлоги 1100 мм.

В лютому 2018 року АТ «ФГК» (дочірнє товариство ВАТ «РЖД») організувало тестове відправлення автомобільного вантажного напівпричепа на контрейлерній платформі з Калінінграда до Москви. Напівприцеп з вантажем було встановлено та закріплено на спеціальному вагоні-платформі поїзда, яким вдалося доставити його в два рази швидше, ніж автотранспортом, а витрати на транспортування виявилися на 30% менші, ніж вартість перевезення автомобільними дорогами.

В 2019 «Уралвагонзавод» сертифікував вагони-платформи моделі 13-5205 (рис. 3). Вагон призначений для перевезення автомобільних тривісних напівприцепів або одного великотоннажного контейнера. Перевага зазначеного вагона-платформи – занижений рівень підлоги, який дозволяє розміщувати на платформі єврофури в контрейлерному габариті навантаження. Конструкція платформи дає можливість вільно заїжджати автомобілям як з торця платформи, так і фронтально. Наявність знімних фітингових упорів і отворів в підлозі дає можливість використовувати різноманітне кріплення. Так, наприклад на рис. 3 видно встановлену на вагонів-

платформі знімну «корзину».

Вагон-платформа моделі 13-5205 може використовуватися не тільки для контрейлерних перевезень вантажних автомобілів і напівпричепів, а й для транспортування залізничним транспортом колісної техніки, великовагової військової техніки та великотоннажних контейнерів [22].

В 2020 АТ «Трансмаш» отримав сертифікат на вагон-платформу моделі 13-6987 (рис. 4).



Рисунок 3 – Вагон-платформа моделі 13-5205

Даний вагон для навантаження та перевезення напівпричепів оснащується знімною «корзиною» (рис. 5). Дана «корзина» дозволяє обійтися без використання допоміжної апарелі.



Рисунок 4 – Загальний вигляд вагона-платформи моделі 13-6987 з «корзиною»

За допомогою автомобільного тягача напівпричіп завозиться на «корзину» 1, при цьому підвіски 2 майданчики для коліс напівпричепи утворюють спільно з

системою опорних балок рівний рівень підлоги (рис. 5). При завершенні заїзду напівпричепа його колеса розташовуються на підвісних майданчиках в просторі між опорними балками. Після цього від'єднують тягач. Далі за допомогою вантажопідйомного механізму (спредера, крана) піднімають «корзину» з встановленим напівприцепом за вушка та встановлюють на вагон, при цьому майданчики для коліс напівпричепа опускаються при підйомі кошика на певну відстань відносно опорних балок кошика, відповідно колеса напівпричепа «провалюються» в простір між опорними балками та фіксуються від поздовжніх переміщень [23-24].

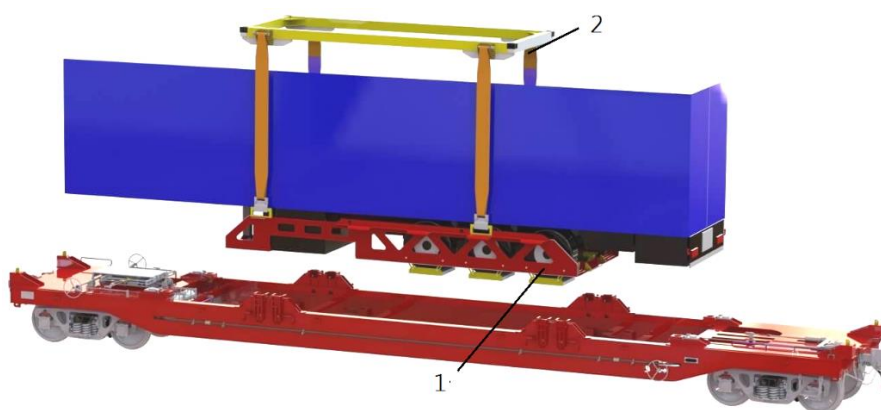


Рисунок 5 – Процес завантаження напівпричепа на платформу: 1 – підвіс; 2 – «корзина»

Особливо важливим для контейнерних перевезень в Росії в 2020 році стало набуття чинності наказу Мінтрансу Росії, який визначає правила транспортування залізничним транспортом автопоїздів, автомобільних причепів, напівприцепів, знімних автомобільних кузовів в порожньому або завантаженому стані в вантажних вагонах. Цей документ став першим нормативним актом в Росії, який регламентує комбіновані залізнично-автомобільні перевезення. У ньому враховуються габарити контрейлерів, порядок оформлення накладної (ГУ-12), умови розміщення вантажів, визначено порядок і умови організації не тільки окремого контрейлерного перевезення, а й цілого поїзда, зафіксовано права та обов'язки учасників перевізного

процесу. Так, контроль за підготовкою автопоїзда або інших видів техніки до перевезень (замикання кабіни, салону, капота, багажника, баків з паливом, захист дзеркал, фар і так далі) і за його навантаженням буде здійснювати вантажовідправник, а не автомобільний перевізник. У свою чергу, вантажоодержувач повинен відповідати за виїзд зі станції автопричепів або вивезення кузовів.

Документ також передбачає, що контрейлерні поїзди можуть формуватися на шляхах загального та не загального користування, при цьому їхнє розформування в дорозі не допускається. Крім того, контрейлерне перевезення повинно здійснюватися між станціями, які відкриті для такого роду операцій. Однак при наявності окремого договору між власником вантажу і залізничним перевізником транспортування дозволяється і між не відкритими для цього станціями. При цьому для автомобілів як і раніше потрібне отримання товарно-транспортної накладної. Оформлення перевезення на всіх етапах – і на автомобільному, і на залізничному плечі – за єдиним перевізним документом передбачалося тільки після затвердження проекту Федерального закону «Про пряме змішане (комбіноване) перевезення» [25].

Слід зазначити, що існує ряд важливих питань, які не були враховані в нових російських правилах, наприклад, перетин контрейлерними поїздами державних кордонів. Документ аргументує та чітко визначає, що таке контрейлерні перевезення, однак він регламентує тільки внутрішні перевезення. Міжнародні перевезення новими правилами не регулюються. Також немає розуміння порядку проходження митного оформлення, зокрема огляду на кордоні. Крім того, не вводиться єдиний перевізний документ, який повинен спростити перевезення «від дверей до дверей». Тому в Росії учасники ринку контрейлерних перевезень пропонують для їхнього розвитку удосконалювати нормативно-правову базу.

В жовтні 2021 року компанія «DB Schenker», яка є підрозділом німецького залізничного оператора «Deutsche Bahn AG» спільно з російськими компаніями «Логопером» і «ПФКО-Експрес» відправили контрейлерний поїзд із Єкатеринбурга

в Московську область і назад в тестовому режимі. Тягач для термінальних операцій в Єкатеринбурзі був наданий компанією «ЄвроТрансЛоджістік». Першим замовником перевезення став постачальник одного з найбільших російських ритейлерів. На початковому етапі «DB Schenker» планує вивести потік контрейлерів на регулярний графік з відправкою з Москви в Єкатеринбург 1-2 рази в тиждень. Проведені тестові відправлення за даним напрямком показали, що контрейлерні перевезення – це відмінне доповнення до існуючих видів вантажоперевезень. Також на думку керівництва «DB Schenker» перевалки між залізничним і морським плечем буде особливо затребувана на мультимодальному логістичному маршруті між Росією та країнами ЄС.

Партнери «Deutsche Bahn AG», «Логопером» і «ПФКО-Експрес» 2021 року удосконалили транспортну інфраструктуру Росії. На початку 2021 було розпочато будівництво сучасного терміналу в Єкатеринбурзі в районі станції «Апаратна» Свердловської залізниці – ТЛЦ «Уральський», ядром якого став сучасний контейнерно-контрейлерних термінал з розвинутою залізничною інфраструктурою, здатною забезпечити одночасне обслуговування декількох поїздів. У комплексі нового ТЛЦ було сформовано термінальну, складську та митну інфраструктуру, яка дозволяє надати вантажоодержувачам повний спектр логістичних послуг [26]. Через війну з Україною проект на 2022 рік перестав працювати і подальша його доля невідома.

2.2 Проблеми та перспективи контрейлерних перевезень в Росії

Таким чином, за останні роки в Росії виконано великий обсяг робіт для розвитку контрейлерних перевезень: розроблено спеціалізований рухомий склад, виконані системні рішення, сформована внутрішня нормативна база та проведені експлуатаційні випробування.

Однак масового впровадження контрейлерних перевезень в Росії поки не відбулося, незважаючи на численні спроби ВАТ «РЖД» розвивати їх в країні. Даний процес ще й ускладнився введенням санкцій і масовим розривом зв'язків з

компаніями Європейського Союзу через війну в Україні. Окрім війни, є ще кілька причин, які заважають розвитку контрейлерних перевезень в Росії. В першу чергу, контрейлерні перевезення ставлять в явно не вигідне становище лояльні щодо автотранспорту екологічні вимоги в Росії, які в країнах Євросоюзу є одним з головних стимулів щодо розвитку контрейлерних перевезень. Зробити істотний вплив на затребуваність контрейлерних перевезень могло б введення екологічних податків, таких як податок на пройдені кілометри, акцизи при покупці вантажного транспортного засобу, щорічний екологічний податок і т. д. Великий досвід використання податкового інструментарію у сфері екології накопичений скандинавськими країнами, де будь-який об'єкт, здатний завдати шкоди навколишньому середовищу, є предметом оподаткування

Другою суттєвою проблемою організації контрейлерних перевезень є відсталість або повна відсутність необхідної транспортної інфраструктури, яка дозволяла б здійснювати швидке навантаження або вивантаження на основних перспективних напрямках. Модернізація більшості станцій під їхню експлуатацію в контрейлерних перевезеннях представляється або вкрай витратною, або нездійсненним завданням, що змушує замислюватися про будівництво даних об'єктів з нуля. Зрозуміло, адаптація існуючої залізничної інфраструктури під експлуатацію контрейлерних перевезень вимагає великих капіталовкладень і ставить за необхідність використання схем державно-приватного партнерства. На умовах отримання переваг у доступі до інфраструктури контрейлерних перевезень велика кількість великих російських транспортно-логічних компаній могли б бути зацікавлені в інвестуванні в будівництво об'єктів контрейлерних перевезень. Проте це залежить від державної політики в транспортній сфері [1, 27, 28].

Російські фахівці відзначають, що зараз існують всі передумови для запуску регулярних контрейлерних перевезень в Росії:

- велика протяжність маршрутів автотранспорту (середньостатистичний пробіг вантажного автомобіля складає близько 1500-2000 км / рейс);

- висока вантажонапруженість на автотрасах, особливо на напрямках експорту / імпорту;
- складні кліматичні умови та сезонні обмеження на рух вантажного транспорту в багатьох регіонах країни;
- введення системи Платон і датчиків контролю часу перебування водія за кермом у 2015 році;
- розвинена мережа залізниць і вантажно-розвантажувальних терміналів (більше 570 вантажних дворів ВАТ «РЖД»);
- загальносвітова тенденція переходу до екологічно безпечних видів транспорту;
- інтенсивний розвиток ринку світових логістичних послуг, формування сучасної світової термінально-логістичної інфраструктури;
- менші, у порівнянні з Європейськими країнами габаритні обмеження – висота габариту навантаження в Європі становить 4 300 мм, в РФ відстань від підлоги стандартної платформи до верхньої точки габариту навантаження – 5 300 мм [1].

За прогнозами АТ «ФГК» ВАТ «РЖД», до 2020-2023 років перевезення на контрейлерних платформах можуть досягти 10-12 тис. вагоновідправок в місяць, але спочатку кожен новий напрямок має бути відпрацьований на дослідній відправці. Тому ВАТ «РЖД» розглядає сегмент контрейлерних перевезень як вкрай перспективний напрямок та розуміє не готовність на сьогодні до масштабних розробок в області контрейлерних перевезень, тому, в основному, робота ведеться з підготовки пілотних проектів контрейлерних перевезень. При цьому наявність санкції Європи через війну з Україною направляють погляди Росії на Китай та на розвиток транспортних схем через Далекосхідний регіон, які, в свою чергу, можуть бути досить перспективними для розвитку контрейлерних перевезень.

3 ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ

3.1 Історія виникнення та перспективи розвитку контрейлерних перевезень в Європейському Союзі

Організація контрейлерних перевезень в Європі почалася в 1960-ті роки. У 1972 році перший регулярний маршрут зв'язав міста Кельн (Німеччина) і Верону (Італія). З цього року перевезення із використанням залізничного та автомобільного транспорту здійснюється компаніями – членами Міжнародного союзу комбінованих автомобільних та залізничних перевезень («International Union for Road-Rail Combined Transport» – «UIRR»). На 2020 рік членами International Union for Road-Rail Combined Transport (UIRR) було 20 країн Європи [29]. В кожній з цих країні визначений один оператор (організація перевезень), а в більшості країн-учасниць обладнанні спеціалізовані термінали для обслуговування комбінованих перевезень.

З 1990-х років у ЄС спостерігалася відносно стійка тенденція до зростання кількості відправлень контрейлерних поїздів.

При цьому контрейлерні перевезення все частіше почали стикатися із значними труднощами, а саме:

- недостатній розвиток транспортної інфраструктури, наявність «вузьких місць»;
- технологічна несумісність;
- зайве різноманіття норм і правил, ускладнені процедури, різні рівні якості і надійності комбінованих перевезень на національному рівні і ін.

У цій ситуації країни-члени почали чинити тиск на керівництво ЄС з тим, щоб було виконано цілеспрямоване стимулювання комбінованих перевезень. Реакцією на це було ухвалення 7 грудня 1992 року директива 92/106 / ЕЕС про створення спільних правил для виконання комбінованих перевезень між країнами-членами ЄС, які передбачали:

- скасування всіх систем квотування або допуску щодо виконання комбінованих перевезень;
- дозвіл всім транспортним операторам, які мають відповідний допуск на ринок, без обмежень брати участь в будь-якому етапі комбінованого перевезення всередині або між країнами-членами;
- часткове відшкодування країнами-членами деяких податків, які застосовуються щодо автомобільних транспортних засобів, в разі, якщо вони використовуються в комбінованих перевезеннях (включаючи підвезення-розвезення);
- звільнення підвізно-розвізних операцій на маршруті комбінованих перевезень від тарифного регулювання (якщо таке застосовується в даній країні до автомобільних перевезень);
- вимоги щодо Єврокомісії підготовлювати кожні два роки звіт для Ради ЄС, що повинен містити аналіз щорічного розвитку комбінованих перевезень, пропозиції в частині заходів щодо подальшого їхнього розвитку та реалізацію законодавства ЄС в галузі такого виду перевезень.

Для впровадження директиви 92/106 / ЕЕС були зроблені і практичні кроки. Прикладом є програма «РАСТ» (Pilot Actions for Combined Transport), яка була реалізована в період з 1997 по 2001 роки. Однак вона передбачала лише пілотні дії в сфері комбінованого транспорту.

В той же час, поворотним етапом у розвитку контрейлерних перевезень слід вважати прийняття в 2001 році Білої книги транспортної політики ЄС до 2010 року. Цей документ проголосив загальну орієнтацію європейської транспортної стратегії на запобігання колапсу автомобільних доріг шляхом всебічного скорочення частки автомобільного транспорту в транспортному балансі та розвитку комбінованих перевезень. Документом було передбачено комплекс заходів щодо зміни транспортного балансу на основі розвитку транс'європейських транспортних мереж (Trans-European Transport Networks -

TEN-T), підвищення конкурентоспроможності альтернативних автомобільному видів транспорту, зміни системи транспортних зборів і платежів, вдосконалення логістичних технологій і ін. «Біла книга» передбачала також створення умов для діяльності «вантажних інтеграторів» (freight integrators) – транспортних операторів, які спеціалізувалися б на інтегрованій «безшовній» доставці вагонних/помашинних відправок не тільки на європейському континенті, а й в глобальних ланцюгах поставок.

Пріоритети «Білої книги» отримали відображення в цільових програмах, що створювалися та реалізуються в Євросоюзі. Основною з них стала програма «Marco Polo», яка була спрямована на створення практичних заходів з переключення вантажних перевезень з автомобільного на більш екологічні види транспорту. Перший етап програми був реалізований в період 2003-2006 роки, другий (так званий «Marco Polo II») – з 2007 р по 2013. Програмні заходи були спрямовані на усунення структурних бар'єрів для переключення вантажопотоків з автомобільного транспорту на водний та залізничний транспорт.

Програма «Marco Polo» включала наступні заходи:

- часткове переключення вантажопотоків з автомобільного транспорту на інші його види шляхом фінансової підтримки нових транспортних послуг;
- інноваційні заходи щодо подолання структурних бар'єрів на ринку перевезень:
- співпрацю та обмін досвідом між операторами, що діють на транспортному ринку.

За даними Єврокомісії, в проміжку між 2003 і 2012 роками понад 650 компаній отримали в рамках «Marco Polo» 172 гранти. В основному, проекти були спрямовані на створення альтернативи прямим міжнародним автомобільним перевезенням. Разом з тим, дослідження Європейської Рахункової Палати (ЕСА) показало, що заходи програми «Marco Polo», які були спрямовані на те, щоб «зрушити» вантажні перевезення в ЄС від автомобільних в сторону

мультимодальних, в основному були неефективними та не змогли вирішити своїх головних завдань. В результаті керівництво Єврокомісії вирішило, що програма в вихідному своєму вигляді продовжена не буде. Однак в бюджеті ЄС на 2018-2024 закладені кошти на подальше фінансування транспортної сфери і, зокрема, комбінованих залізнично-автомобільних перевезень [27].

На сьогоднішній день до 30% всіх вантажних залізничних перевезень країн Євросоюзу припадає на контрейлерні перевезення. Це близько 21,5 тисяч контрейлерних відправок в рік [30]. Найбільш широко даний вид перевезень представлений в країнах, де присутні важкі географічні та природні умови, а також обмеження за транзитним рухом через природоохоронні зони та обмеження за осьовим навантаженням. Прикладом таких країн є Австрія та Швейцарія. Основний обсяг контрейлерних перевезень в цих країнах зосереджено в транспортних коридорах, на шляху яких зустрічаються трансальпійські маршрути. Крім цього, в цілому ряді країн Євросоюзу наявні обмеження щодо руху вантажних автомобілів, що, безумовно, привертає увагу вантажовідправників до контрейлерних перевезень. Так, наприклад, в Австрії заборонено рух вантажних автомобілів з масою понад 7,5 т в святкові та вихідні дні. В Німеччині, крім заборони на рух вантажних автомобілів у вихідні та святкові дні, заборонено рух вантажного транспорту вночі. Аналогічні умови склалися в Швейцарії, Італії та ряді інших країн Євросоюзу. Виключення можливе тільки для учасників комбінованих перевезень, з невисокою часткою участі автомобільного транспорту.

Набувають популярності комбіновані перевезення «залізниця-автомобіль» і в невеликих країнах ЄС таких як Словенія, Угорщина та ін.

В той же час, існує низька проблем не лише економіко-організаційних (тарифи на користування залізничною інфраструктурою; поміж країн ЄС найвищий тариф існує в Польщі), а й технологічного характеру для активного використання системи комбінованих перевезень: залізнична інфраструктура ЄС

складається із національних залізничних систем, які відрізняються технічними стандартами та розвитком транспортної системи. Вирішити ці проблеми покликаний стратегічний документ в сфері транспорту, прийнятий Єврокомісією в 2011 році – «Біла книга «Транспорт – 2050 ». Він передбачає:

- 30% вантажних перевезень на відстань понад 300 км повинні бути до 2030 року переведені на залізничний або внутрішній водний транспорт, до 2050 року – понад 50%;

- до 2030 року повинна бути створена повнофункціональна мультимодальна транспортна мережа ЄС (TEN-T), яка до 2050 року повинна мати високу якість і необхідний інформаційний супровід:

- до 2050 року всі основні морські порти повинні мати якісне з'єднання із залізничною мережею та, де можливо – з мережею внутрішніх водних шляхів;

- до 2023 року повинна бути створена основа європейської системи інформації, управління та платежів для мультимодального транспорту.

Для втілення цієї стратегії в ЄС планують реалізувати наступні кроки:

- а) інфраструктурні: проектування транс'європейських мереж TEN з урахуванням фактору інтермодальних перевезень, реалізація яких потребує сполучних елементів інфраструктури, проектування вузлів і сполучних елементів транспортної мережі. Євросоюз здійснює як пряме фінансування окремих інфраструктурних проектів, так і координацію проектів і ініціатив країн-членів;

- б) правові: розробка правил конкуренції в сегменті комбінованих перевезень, розробка механізмів ціноутворення та стягнення плат. Особлива увага приділяється реалізації залізничної реформи, спрямованої на ліквідацію розрізнених національних залізничних монополій і створення єдиного європейського залізничного простору для підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту;

- в) інформаційна: розробка ІТ систем для комбінованого транспорту, розвиток

електронної логістики. Особлива увага приділяється системам інформаційної підтримки прийняття рішень на різних рівнях управління комбінованими перевезеннями;

г) технологічна: створення універсальних транспортних одиниць і гармонізація відповідних стандартів, гармонізація габаритних і вагових обмежень на автодорожній мережі, а також забезпечення технічної сумісності залізничних систем країн-членів ЄС [27].

Слід відзначити, що в політику Європейського Союзу стосовно комбінованих залізнично-автомобільних перевезень внесли зміни в торгівельно-економічних відносинах всередині ЄС (Brexit) та початок світової пандемія коронавірусу. Постійні обмеження в русі транспорту, які ці дві події спричиняють, заставляють підприємців адаптувати свої методи роботи до нових умов.

Ще одним стимулом для переходу на комбіновані перевезення стало узгодження 8 грудня 2020 року проекту нової Директиви Eurovignette [31-34]. За даними брюссельської організації «Transport & Environment» (T & E), нова Директива Eurovignette прискорить перехід до транспорту з нульовим рівнем викидів і допоможе знизити забруднення повітря в містах. Директива повинна почати діяти вже з кінця 2023 року. Не пізніше, ніж через 8 років після вступу Директиви в силу, обов'язкові дорожні збори будуть стягуватися з усіх вантажівок масою понад 3,5 т в тих країнах ЄС, в яких вже діють системи дорожніх зборів з великовагових вантажних автомобілів [35].

Проте, ще до введення в дію даної директиви в європейських країнах вже заплановані відповідні заходи для її реалізації. Так в Німеччині та Франції на 2021-2024 планують значно збільшити тарифи на викиди CO₂ та підвищити вимоги до транспортних засобів. В Австрії, Чехії, Данії та Польщі планується підвищення дорожніх зборів, а в Швейцарії Федеральна рада хоче перевести вантажні перевезення в Альпах з автомобільних на залізничні. Для цього в 2024 році будуть зроблені наступні кроки:

- здійснено посилення контролю за рухом великовагових вантажів, зокрема, за рахунок створення центру управління в «Gotthard Süd в Giornico»;
- виконано зниження цін за користування мережею залізниць і системою «RO-LA».

Все вищесказане свідчить про значні перспективи розвитку контрейлерних перевезень в країнах Європейському Союзі. В зв'язку з цим наведемо кілька успішних, принципово відмінних між собою контрейлерних систем, які застосовуються в цих країнах [1].

3.2 Системи з горизонтальним перевантаженням контрейлерів

3.2.1 Системи з спеціалізованими вагонами та терміналами

3.2.1.1 Контрейлерна технологія «CargoBeamer»

Технологія «CargoBeamer» розроблена в Німеччині компанією «CargoBeamer AG», яка веде роботу за трьома основними напрямками: інтермодальні перевезення, розробка та обслуговування рухомого складу, експлуатація та будівництво термінальних комплексів (рис. 6).



а



б

Рисунок 6 – Процес завантаження напівпричепи на платформу за технологією «CargoBeamer»: а – напівпричіп на палеті; б – переміщення палети з напівпричепом

Система «CargoBeamer» складається з перевантажувального терміналу, де відбуваються зняття напівпричепи з фури. Під час навантаження тягач протягує

напівпричіп на спеціальну рухому залізничну палету, встановлену паралельно рухомому складу, і паркує його. Напівпричіп надійно фіксується на палеті, а тягач відчіплюється і залишає майданчик. Далі палета за допомогою спеціального пристрою переміщається по напрямних. Встановившись на спеціалізовану платформу, напівпричіп закріплюється (рис. 6).

Термінал такої системи обладнується електронними системами для підключення платформ (рис. 7).

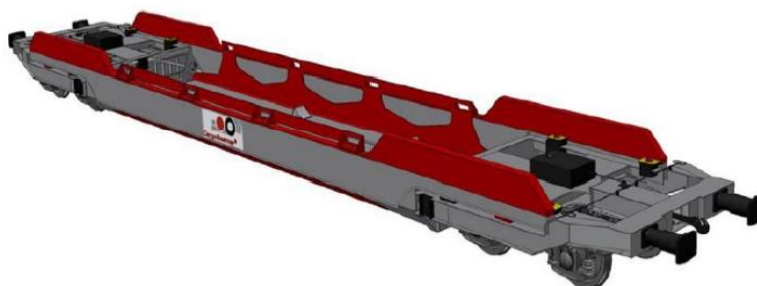


Рисунок 7 – Платформа типу «CargoBeamer»

Склад з 36 вагонів вантажиться на терміналі протягом 15 хв.

Система створювалася за підтримки ЄС в рамках програми «Marko Polo-II» і експлуатувалася на двох маршрутах:

- «CargoBeamer Alpine»: Венло (Голландія) – Кельн (Німеччина) – транзит через територію Швейцарії – Мілан (Італія). У 2013-2016 роках виконувалося три колорейси в тиждень: поїзд довжиною 550 м перевозив 29 напівпричепів. У 2017 кількість колорейси було збільшено до 5-6, довжина поїзда – до 680 м (34 напівпричепа):

- «Volkswagen» - корпоративний інтермодальний сервіс з доставки комплектуючих на автозавод в Вольфсбург (Німеччина), де побудований автоматизований термінал. Вантажі на нього доставляються з різних пунктів в Іспанії н Франції, в тому числі – з звичайних інтермодальних терміналів.

На даний час за технологією «CargoBeamer» успішно проведено кілька перевезень з Лейпцига (Німеччина) в Кале (Франція). В порту Кале ведеться

будівництво вже другого терміналу такої системи. Термінал буде обслуговувати два інтенсивних маршрути: Схід – Захід – з Центральної Європи в Східну через Німеччину, Північ - Південь, що проходить через Італію, Швейцарію, Німеччину та Францію. Крім французького портового Кале компанія «CargoBeamer AG» планує будівництво 70 терміналів, серед яких польський Легніц, німецький Хагені, а також в литовська Моцкава [27].

Переваги технології «CargoBeamer»:

- висока продуктивність;
- можливість перевезення вантажів з європейської колії на колію 1520 і назад, в тому числі на електрифікованих ділянках;
- використання стандартних коліс діаметром 920 мм;
- швидкість руху до 120 км / год;
- можливість швидкого та паралельного (або селективного) навантаження / вивантаження рухомого складу;
- можливість перевезення автопоїздів, напівпричепів та контейнерів.

Недоліки технології «CargoBeamer»:

- висока вартість термінального обладнання і платформ;
- складність в експлуатації через наявність гідравлічного обладнання, тягових механізмів для платформ і електронних систем;
- необхідність позиціонування вагонів по фронту завантаження / розвантаження [28].

3.2.1.2 Контрейлерна технологія «CargoSpeed»

Концепція системи була розроблена на початку 90-х років при фінансовій підтримці Єврокомісії міжнародним консорціумом у складі «BLG Consult» (Німеччина), «Warbreck Engineering», «Newrail» та «Cholerton Ltd» (Англія). Реалізація даного проекту обійшлася в 1,8 млн €. Цими компаніями стверджувалося, що запропонована ними схема навантаження трейлерів здатна зробити контрейлерні перевезення конкурентоспроможними по відношенню до

автомобільних на відстані 250-300 км [1].

Роботи по втіленню в життя системи «CargoSpeed» були розпочаті в січні 2001 року, а запуск планувався через 30 місяців, однак через низку невдач, пов'язаних в основному з банкрутством підприємств-підрядників, дата демонстраційного показу була перенесена на червень 2004 року. Перша демонстрація дослідного зразка пройшла в англійському Честерфілді на залізничному полігоні Barrow Hill при центрі досліджень залізничного університету Ньюкасла і закінчилася невдало. Публічний характер випробувань і невдача першого запуску дали деякі переваги в просуванні схожої системи французької компанії «Modalohr», яка активно розвивалася. Другий запуск системи «CargoSpeed» був проведений в жовтні 2004 року [1, 27].

Систему можна розділити на три основні складові: спеціальний вагон-платформа, знімний майданчик вагона та гідравлічний підйомник.

Суть технології полягає в тому, що в заглибленні між нитками залізничної колії розташовується Т-подібний гідравлічний механізм (б, рис. 8), оснащений своєрідним упором, який, піднімаючись, впирається в спеціальний знімний майданчик вагона. Механізм піднімає майданчик (в, рис. 8) з платформи (рис. а, рис. 8) і розташовує його таким чином, щоб з'явилася можливість здійснити заїзд напівпричепа на неї. Таким чином відбувається навантаження або вивантаження напівпричепів (рисунок 8).

Технологія дозволяє здійснювати до 750 тисяч вантажно-розвантажувальних операцій на рік. Час безпосередньої навантаження або вивантаження складу з 40 вагонів становить 8 хвилин (20 хвилин з урахуванням часу на в'їзд і виїзд автопоїзда з терміналу).

Необхідно звернути увагу на те, що система здатна працювати різноспрямовано, тобто приймати склади незалежно від напрямку їхнього руху, а це, безумовно, підвищує експлуатаційну гнучкість такої системи [1].



а



б



в



г

Рисунок 8 – Система «CargoSpeed»: а – спеціальний вагон; б – Г – подібний гідравлічний механізм; в – знімний майданчик; г – заїзд вантажівки на «CargoSpeed»

Переваги технології «CargoSpeed»:

- не потребує кранового обладнання;
- висока швидкість завантаження;
- можливість паралельного або селективного навантаження / вивантаження.

Недоліки технології «CargoSpeed»:

- необхідність будівництва спеціалізованого терміналу;
- система не дозволяє транспортувати тягач і не передбачає переміщення водія;
- складність в експлуатації через наявність гідравлічного обладнання та електронних систем;

- висока вартість [28].

3.2.1.3 Контрейлерна технологія «Modalohr»

Технологія «Modalohr» розроблена французькою компанією «Lohr Industries». За цією технологією поїзд складається з зчленованих вагонів (рис. 9).



Рисунок 9 – Зчленована платформа «Modalohr»

Проміжні вагони поїзда спираються на один візок, кінцеві – на два. Таким чином, поїзд з n вагонів має $n + 1$ візок. Кожна вагонна секція має поворотну вантажну платформу, на якій може перевозитися напівпричіп або два тягача.

Вагон системи «Modalohr» для перевезення вантажних автомобілів і напівпричепів сконструйований відповідно до жорстких технічних умов, які встановлені Міжнародним союзом залізниць і передбачають:

- низький рівень вантажного майданчика для вписування автотранспортних засобів висотою до 4 м в існуючий габарит рухомого складу;
- застосування стандартних візків і колісних пар для помірних витрат на технічне обслуговування та ремонт;
- горизонтальне навантаження та вивантаження з боковим в'їздом і виїздом для одночасної і швидкої обробки декількох автотранспортних засобів;
- просту та надійну механічну систему зчленування вагонів і блокування автотранспортних засобів для гарантії безпеки та низьких експлуатаційних витрат.

Вагон системи «Modalohr» має рухливу вантажну платформу 2, яка після прибуття в термінал розвертається під кутом 30° і фіксується на одному рівні з поверхнею землі (рис. 9). Далі автопоїзд в'їжджає на платформу самоходом, причіп закріплюється на платформі, тягач відчіплюється, гідропідйомник піднімає та

повертає майданчик 1. Платформа повертається у вихідне положення.

Особливе значення має пристрій, що фіксує вантажну площадку 3 (рис. 10). Безпека в русі забезпечують чотири запірних пристрої на платформі. Їх можна розблокувати тільки на стоянці при завантаженні або вивантаженні.

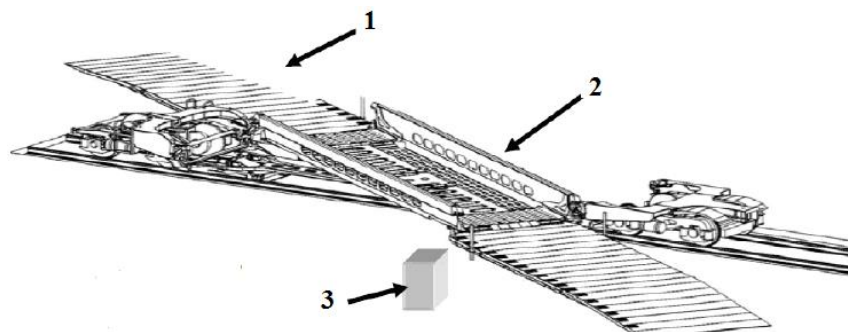


Рисунок 10 – Контрейлерна платформа «Modalohr»: 1 – майданчик; 2 – поворотна платформа; 3 – контрольна система з'єднання

Спеціальне обладнання вагона складається з стабілізуючих пневматичних опор, закріплених на візках, які спираються на землю при операціях завантаження та вивантаження, а також зі стійки з пневматичним приводом, на яку опускається напівпричіп [1, 27, 28, 36].

Термінал системи «Modalohr» являє собою рівну площадку і не вимагає високих витрат на облаштування (рис. 11). Рейки заглиблені в асфальт. Рампи забезпечують в'їзд і виїзд автотранспортних засобів обабіч шляху. Навантаження складу довжиною 750 м відбувається за 45 хв. При цьому водій не бере участі в процесі – над цим працює персонал терміналу. Термінали, куди водій може привезти та залишити на стоянці напівпричіп відкриті цілодобово.

Операції навантаження та розвантаження виконує сам водій. Навантаження займає до 30 хвилин, розвантаження – до 5 хвилин. Поїзд може також обслуговуватися на звичайних інтермодальних терміналах в режимі вертикальної обробки без повороту платформ. Єдиною складністю вантажно-розвантажувальних робіт є необхідність точного позиціонування поїзда в терміналі в межах 30 см.



а



б

Рисунок 11 – Термінал системи «Modalohr»: а – завантаження напівпричепи;
б – завантаження тягача

При виконанні перевезень тягач та напівпричіп автопоїзда розчіпляють через обмеження за вписуванням в криві ділянки колії; їхнє розміщення між візками в зчепленому стані неможливо також через обмеження за довжиною платформи (рис. 11). Отже, концептуальний принцип системи «Modalohr» полягає в тому, що на кожному вагоні можна перевозити або один автомобіль, напівпричіп чи два тягача.

Система експлуатується французькими залізницями, а саме її відділенням «SNCF Geodis», що відповідає за вантажні перевезення та логістику. В даний час діють наступні сервіси:

- трансальпійський транзит на лінії Аітон (Шамбері, Франція) – Орбассано (Турин, Італія). Перевезення виконуються з 2003 року під брендом «Alpine Rail Motorway» (AFA) спільно з італійською компанією «Trenitalia». Відстань в 175 км поїзд з 22 платформ долає за три години. Залежно від попиту і завантаження мережі, виконується 4-5 відправлень на добу при п'ятиденному режимі роботи. Середнє завантаження поїзда в 2015 р становила 92%. У 2015 році на напрямку було перевезено понад 20 тисяч автопоїздів;

- перевезення на напрямку Беттембург (Люксембург) – Діжон – Ліон – Перпіньян (Франція), де обертається 15 поїздів, які роблять один кругорейс за добу. Сервіс надається з 2007 року під брендом «Lorry Rail» спільно з

люксембурзькими залізницями «Chemins de Fer Luxembourgeois (CFL)», які інвестували 200 млн. євро в новий термінал «Беттембург» [27].

Переваги технології «Modalohr»:

- виконання перевезень можна виконувати при швидкості 120-140 км/год;
- можливість використання рухомого складу для доставки великотоннажних контейнерів (40, 45 футових);
- можливість використання як при супроводжуваних, так і при несупроводжуваних перевезеннях;
- висота підлоги вагона забезпечує транспортування напівпричепів висотою 4 м по всій європейській залізничній мережі;
- можливість паралельного або селективного навантаження та вивантаження;
- не потребує кранового обладнання;
- можливе використання здоєних і строєних вагонів.

Застосування здоєних та строєних вагонів дозволяє використовувати меншу кількість візків і розширити зону навантаження. Таким чином, повний поїзд може перевозити 26 тягачів з напівпричепами.

Недоліки технології «Modalohr»:

- необхідність точного позиціонування поїзда в терміналі;
- високотехнологічна обробка на майданчику;
- високі інвестиції в рухомий склад і термінали;
- необхідна велика площа терміналів;
- висока вартість [28].

3.2.1.4 Контрейлерна технологія «Lohr Railway System»

«Lohr Railway System» – це сучасна технологія, що була патентована та перевірена в експлуатації, дозволяє горизонтально завантажувати стандартні напівпричепи вантажівок на залізничні вагони без використання крана (рис. 12). Ця система вперше була застосована кілька років тому у міжмодальних перевезеннях, переважно у Франції та Італії. Тепер вона стала доступна в

Польщі. Це, по суті, так ж система «Modalohr» із удосконаленнями.

Система ґрунтується на спеціально розроблених вагонах LOHR, вужчих від вагонів системи «Modalohr», з низькою платформою (225 мм від рейок), що дозволяє перевозити напівпричепи висотою 4 метри майже по всіх маршрутах Європи, включаючи найвужчі відомі у Франції та Швейцарії (P390/UIC GB1 габарит). 6-вісний вагон типу «Sdmrсс» має 2 ніші для напівпричепів, які можуть повертатися і дозволяти вантажівкам грузити напівпричепи безпосередньо в ніші.



Рисунок 12 – Загальний вигляд системи «Lohr Railway»

Окрім спеціальних вагонів, системі «LOHR» як і «Modalohr» також потрібні спеціально розроблені та обладнані термінали. Ці термінали мають опущені залізничні колії або підняті платформи та обладнані пристроями, вбудованими в землю, для відкриття вагонів під кутом. Ці термінали дозволяють розвантажувати/завантажувати один повний поїзд менше ніж за 30 хвилин. Термінал системи LOHR розміром 550x80 м може обробляти більше 8 поїздів, що прибувають та відправляються щодня, з місткістю для зберігання 180 напівпричепів.

Основні переваги системи «Lohr Railway» включають: короткий час завантаження та розвантаження, одночасне завантаження та розвантаження кількох транспортних засобів, відсутність необхідності використовувати інші пристрої для перевантаження. Недоліки ті ж, що і у системи «Modalohr» .

Серед планів Європейського Союзу є можливість з'єднання за допомогою системи «Lohr Railway» польські міста з Кале та Барселоною. З'єднання Польща – Люксембург та далі з Іспанією дозволить створити один із найдовших міжмодальних маршрутів в Європі.

3.2.2 Контрейлерна технологія «Ro-La»

«Rolling Highway», скорочено «Ro-La» («Бігуче шосе або шосе, що котиться»), спочатку з'явилося в Австрії – це спосіб перевезення транспортних засобів з горизонтальним методом навантаження на залізничні платформи зі заниженою підлогою. Система створювалася в рамках спеціальної урядової програми та фінансувалася для того, щоб обмежити автомобільний транзит з Німеччини в Італію через свою територію. Важливу роль зіграв і проведений в 1994 році в Швейцарії референдум, за результатами якого була введена заборона на перетин Швейцарських Альп на вантажних автомобілях. У ряді регіонів Австрії та Швейцарії рух вантажних автомобілів заборонено у вихідні та святкові дні.

При використанні даної технології автопоїзд заїжджає на платформу своїм ходом разом з тягачем. При цьому використовуються спеціальні високі навантажувальні рампи. З'їзд і заїзд відбуваються тільки з торцевого боку спеціалізованої платформи з переміщенням автомобілів з напівпричепами уздовж всього складу. Автопоїзд з 30 вагонів завантажується протягом години, вивантажується за 30 хв.

Витрати на термінальну інфраструктуру при такому способі організації перевезень мінімальні. Термінал складається з рівної ділянки залізничної вантажно-розвантажувальної колії довжиною, що дорівнює довжині складу, і похилого майданчика для заїзду техніки на платформу. Зазори між вагонами під час навантаження перекривають відкидними щитами для безперешкодного проходження автопоїздів по всьому складу. Наявність таких щитів також дозволяє завантажити на зчленовану з двох вагонів-платформ конструкцію

автопоїзда сумарною довжиною, що перевищує довжину вагона (стандартна довжина залізничної платформи по підлозі 13 300 мм).

Для технології «Ro-La» розроблені спеціальні вагони-платформи. Ще у 1970 році одна з австрійських компаній розробила таку платформу з гранично низьким рівнем вантажної площадки 410 мм, що створило мінімальні вимоги до висоти транспортного засобу.

У 1980 р в Німеччині фірма «Talbot» удосконалила конструкцію вагона з двома чотиривісних візками. Довжина вагона по буферам склала 19 900 мм, максимальна вантажопідйомність 40 т, діаметр коліс 380 мм. Однак такий діаметр коліс спеціалізованих платформ для перевезення автопоїздів (автомобіля з напівпричепом) накладає обмеження на швидкість руху поїзда і проходження ними стрілочних переводів, а також обумовлює підвищений знос колісних пар.

До системи «Ro-La» відносяться також поїзди, що експлуатуються в Євротунелі. З 2017 року тут використовуються вантажні шатли третього покоління, побудовані німецькою компанією «WBN Waggonbau Niesky». До складу поїзда довжиною 800 м входить 32 вантажних і три завантажувальних (по кінцях і в центрі складу) вагони (рис. 13). Він призначений для перевезення автомобілів і автопоїздів повною масою до 44 тонн, завдовжки до 18,5 м, шириною до 2,6 м та висотою до 4 м.



Рисунок 13 – Вагон системи «Ro-La», який використовується для перевезень автопоїздів в Євротунелі

Технологія «Ro-La» відноситься до супроводжуваних перевезень. При такому перевезенні (в Європі вона відбувається в основному в нічний час) водії

автотранспортних засобів слідує з ними тим же поїздом в пасажирському вагоні, щоб потім продовжити доставку вантажу «до дверей».

Європейськими операторами «Ro-La» в різний час були компанії «Adria Combi», «Alpe Adria», «Hungarokombi», «DB», «Okombi», «RALpiri», «HUPAC», «SBB Cargo» та інші.

Останніми роками обсяги перевезень за системою «Ro-La» істотно знизилися. Причина в тому, що норми Євросоюзу змушують Австрію знизити відповідні субвенції, оскільки пряма державна підтримка діючих на ринку операторів суперечить нормам вільного ринку ЄС, а заходи, пов'язані з прямими заборонами автомобільних трансальпійські вантажних перевезень, суперечать законодавству Євросоюзу. Так, в грудні 2011 року Європейський Суд визнав обмеження руху вантажних автомобілів по магістралі А12 в австрійській провінції Тіроль, спрямованим на зниження забруднень навколишнього середовища, порушенням права на вільне пересування вантажів, яке зобов'язані забезпечувати країни – члени ЄС. Це рішення в значній мірі обмежило «адміністративний ресурс», який використовується в ряді європейських країн для створення попиту в системі «Ro-La» [1, 27, 28].

Систему «Ro-La» пробували запуснути в тестовому режимі шведські залізниці на окремих напрямках внутрішніх перевезень, а також для організації транзиту норвезьких вантажних автомобілів, які прямують до Німеччини. Однак експеримент був визнаний невдалим, оскільки без зовнішньої підтримки система не змогла забезпечити привабливих тарифів.

Головні переваги технології «Ro-La»:

- немає необхідності використовувати спеціальне кранове обладнання;
- максимальна простота організації вантажно-розвантажувальних робіт;
- мінімальний обсяг інвестицій на придбання вантажно-розвантажувального обладнання терміналу;
- вищий рівень безпеки вантажно-розвантажувальних робіт;

- не вимагає наявності спеціальним обладнанням (крім вагового), так як термінал являє собою майданчик для розміщення підкочувального пристрою для заїзду / з'їзду, а також зовнішню парковку для автомобільних транспортних засобів, які очікують навантаження;

- низька вартість.

Головні недоліки технології «Ro-La»:

- використання коліс діаметром 370 мм, як наслідок – обмеження за навантаженням на вісь (не більше 7 т), підвищений знос коліс через високу частоту обертання (до 1500 об. / хв);

- перевезення тільки повних автопоїздів;

- обмеження швидкості руху до 100 км / год;

- габаритні обмеження вимагають придбання високотехнологічних дорогих вагонів;

- постійні витрати на перевезення та оплату праці водіїв, нераціональне використання тягачів;

- селективне навантаження / розвантаження неможливе (тобто знімання або установка окремих транспортних одиниць на проміжних терміналах);

- неможливе або утруднене транспортування тягача окремо від напівпричепа;

- поїзди не можуть оброблятися на звичайних інтермодальних терміналах [28].

3.2.3 Системи з автономними вагонами. Контрейлерні технології «Flexiwaggon» та «Megaswig»

«Flexiwaggon» – шведська контрейлерна система несупроводжуваних перевезень. Власник і творець системи – компанія «Flexiwaggon AB». Сфера діяльності компанії включає дослідження та розробки в області проектування, будівництва та ремонту рухомого складу, а також логістичні послуги. «Flexiwaggon AB» позиціонує екологічність контрейлерних перевезень як

основну перевагу перед автомобільним транспортом.

Дана технологія не передбачає будівництва терміналів для навантаження-розвантаження транспортних засобів, а повністю орієнтована на використання спеціалізованої платформи, яка дозволяє проводити навантаження-розвантаження рухомого складу практично в будь-якому місці. Необхідним є лише наявність твердої ділянки місцевості.

Вагон-платформа сконструйований таким чином, що за допомогою системи гідравлічних домкратів і спеціального поворотного механізму дозволяє повертати корпус вагона, створюючи тим самим своєрідний майданчик, що забезпечує умови для безперешкодного заїзду автопоїздів. Навантаження й розвантаження можливі з будь-якого боку платформи, тому зникає незручність при навантаженні або розвантаженні у випадку руху автопоїзда заднім ходом (рис. 14) [37].



Рисунок 14 – Вагон-платформа системи «Flexiwagon» з встановленим на ньому автопоїздом

Процедура навантаження-розвантаження поїзда займає не більше 10 хв. Крім того, легкість експлуатації системи дозволяє водіям транспортних засобів виконувати вантаження-вивантаження самостійно, без участі додаткового персоналу, що приносить додаткову економію. Система дозволяє перевозити як окремо напівпричіп, так і автопоїзд повністю.

Додатково вагон системи «Flexiwagon» обладнаний пристроєм для підключення причепа або двигуна автомобіля до електроживлення. Дана послуга

особливо затребувана в холодну пору року, а також для рефрижераторних причепів. Конструктивна вантажопідйомність вагона становить 50 т, максимальна швидкість експлуатації – до 120 км / год.

Керівництво країн Європи приділяє особливу увагу проблемам екології та зміни клімату, тому уряд Швеції та Шведське енергетичне агентство активно підтримують проект «Flexiwaggon». За оцінкою фахівців Шведського енергетичного агентства, активне використання контрейлерних перевезень може істотно вплинути на екологічну проблему та скоротити викиди CO₂ при вантажних перевезеннях на 75%, а також зменшити трафік на дорогах, що сприятливо позначиться на ситуації з автомобільними заторами та на стані автомобільних доріг.

Технологія «Megaswing», яка є новою технологією на шведському ринку, є конкурентом «Flexiwaggon». Вона розроблена одним з провідних в Північній Європі виробником вантажних вагонів «Kockums Industrie».

Суть системи також полягає в використанні спеціалізованого вагона-платформи, призначеного для перевезення причепів, і дозволяє виконувати навантажо-розвантажувальні роботи поза контрейлерним терміналом (рис. 15).

Платформа «Megaswing» обладнана зсувним механізмом, який дозволяє повертати її для накочування та викочування автопричепів і напівпричепів тягачів (рис. 16) [38]. Спеціальні гідравлічні домкрати рис. 15 (позиція 5), рис. 16 (позначення 1) повертають і опускають секцію з кишнями для коліс трейлера під кутом до осі залізничного терміналу для забезпечення навантаження або розвантаження транспортного засобу самоходом.

Завдяки заниженому рівню підлоги «Megaswing» може транспортувати напівпричепа будь-якої висоти, на відміну від технології «Ro-La».

Час навантаження причепа займає близько 5 хв. З урахуванням паралельного двостороннього навантаження-розвантаження час простою складу на терміналі не перевищує 30 хв.

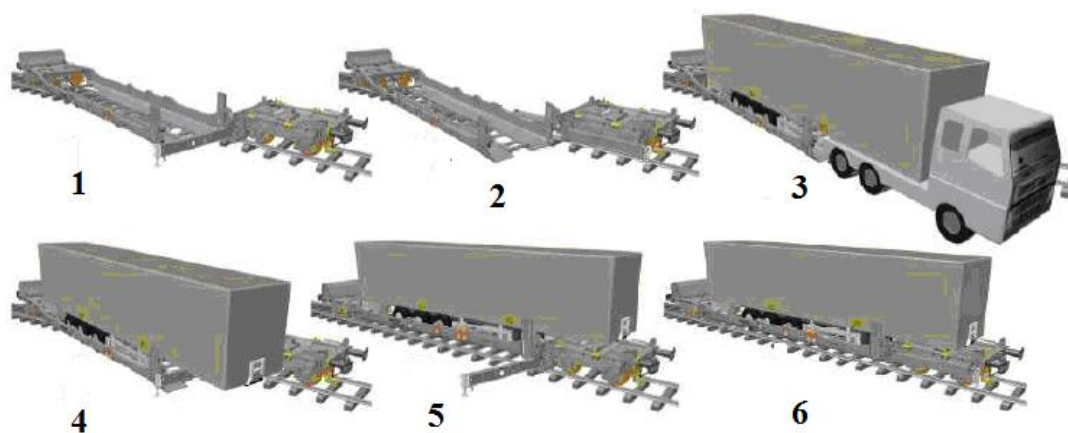


Рисунок 15 – Принцип роботи системи «Megaswing»

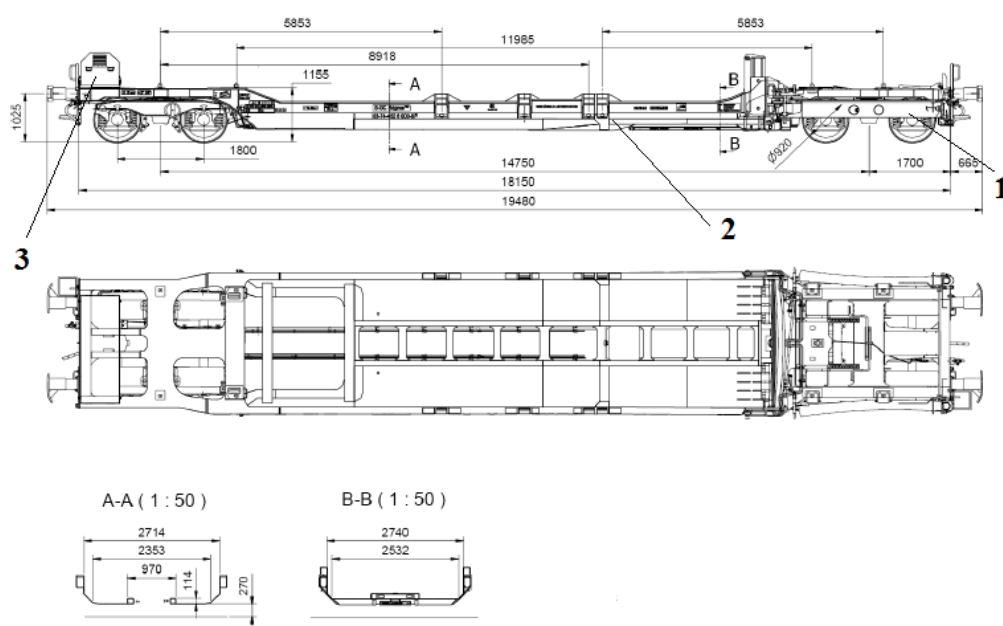


Рисунок 16 – Вагон-платформа системи «Megaswing»: 1 – поворотні балки з гідродомкратами; 2 – майданчик для заїзду; 3 – ящик з приладами управління

Головні переваги технологій «Megaswing» і «Flexiwaggon»:

- можливість перевезення автопоїздів, напівпричепів та контейнерів на одних і тих же платформах;
- швидкість руху до 120 км / год;
- використання стандартних коліс діаметром 920 мм;
- немає необхідності будувати спеціальний термінал, можливість навантаження та розвантаження на власному прирейковому складі, а не в

контейнерному терміналі;

- простота експлуатації;
- не потребує позиціонування вагонів по фронту навантаження / розвантаження;
- можливість швидкого навантаження та розвантаження всього складу;
- висока продуктивність;
- швидке селективне навантаження / розвантаження;
- низька вартість.

Головним і єдиним недоліком технологій «Megaswmg» і «Flexiwaggon» є висока вартість спеціальних поворотних платформ.

3.2.4 Перспективні системи з горизонтальним перевантаженням контрейлерів «CargoRoo» та «ResoRail»

Систему «CargoRoo» спроектували дві німецькі компанії «ADtranz» і «Noell Train Systems» для швидкого навантаження та розвантаження некранопридатних напівпричепів (рис. 17).

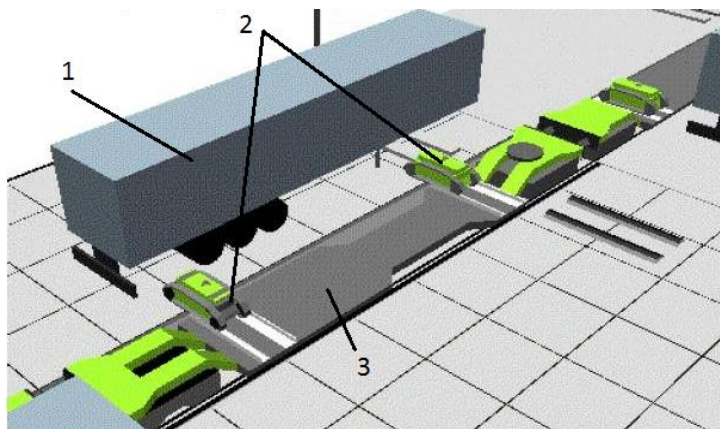


Рисунок 17 – Принцип роботи системи «CargoRoo»: 1 – напівпричіп; 2 – гусеничні візки; 3 – вагон – платформа

Принцип даної системи полягає в тому, що під кожен з вагонів встановлюють по два гусеничні візки «CargoRoo AdtranzCargoRoo» (рис. 17, 18), які підбирають напівпричіп і переміщують його на вагон. Завдяки телескопічній системі зчеплення

з візком причіп може рухатися на різній відстані від тягача і здійснювати додаткові маневри. Це дає можливість тягачу вантажити напівпричіп на залізничну платформу, рухаючись паралельно осі колії.



Рисунок 18 – Гусеничний візок «CargoRoo AdtranzCargoRoo»

Завантаження або розвантаження всього поїзда або вибраних одиниць поїзда за такою технологією займало б до трьох хвилин. Весь час процесу, в тому числі позиціонування, складав би від 15 до 20 хвилин.

Система підходить для напівпричепів, сконструйованих відповідно до ISO 1726 довжиною від 13,6 до 15,1 м, загальною вагою до 37 т – 41 т, за умови відсутності спеціального підлогового обладнання в зоні, де повинні бути розташовані лафети.

Однак в розробка технології була зупинена через заходи з реструктуризації і продаж акцій компанії «Adtranz» іншій німецькій компанії «Daimler AG». Пізніше проект був проданий компанії «Bombardier».

Теоретичними перевагами системи «CargoRoo» були швидкість завантаження та відсутність потреби в трапах чи спеціальних майданчиках. Однак економіка проекту ніколи не розраховувалася, оскільки система так і не вийшла за рамки теоретичного дослідження.

Система «ResoRail» в даний час також є тільки теоретичною розробкою. За даною системою вантажний автомобіль може виїхати на платформу терміналу без участі допоміжної техніки (рис. 19). Після завантаження на станції відправлення платформа вагона опускається, тим самим відбувається закріплення автомобіля та повне вписування в габарит.



Рисунок 19 – Принцип роботи системи «ResoRail»

Згідно теоретичного підходу «ResoRail», рівень терміналу адаптується до висоти вагонів, так що вантажівки можуть заїжджати прямо на вагони. Після руху підлога вагона опускається, і вантажівка з тягачем або без нього блокується.

Ще однією перевагою цієї системи є те, що при завантаженні-розвантаженні не потрібна наявність трапу. Однак, недоліком є необхідність у дорогих спеціальних вагонах з підйимальною технікою та у терміналі, який необхідний для роботи з цією системою. Ще один недолік полягає в тому, що ця система також є тільки теоретичним проектом, і на даний час на практиці не випробувана [39-43].

3.3 Системи з вертикальним перевантаженням контрейлерів

3.3.1 Контрейлерна технологія «Lift-on-Lift-off»

Технологія «Lo-Lo» (від англійського Lift-on-Lift-off) передбачає несупроводжуване перевезення напівпричепів, навантаження / розвантаження яких на платформу проводиться за допомогою вантажопідйомного обладнання (козлові крани на залізничному і пневмоході, річстакери, виличні навантажувачі та ін.) (рис. 20).

Вагон-платформа, який застосовується у технології «Lo-Lo» має сідлоподібний профіль підлоги з «кишенею» для коліс транспортного засобу. Вагон універсальний, тобто може використовуватися також для перевезення контейнерів і знімних кузовів (рис. 20, 21).



Рисунок 20 – Універсальний вагон-платформа, яка використовується в технології «Lo-Lo»



Рисунок 21 – Конструктивні особливості напівпричепа, придатного для вертикального перевантаження: 1 – відкидний протипідкатний буфер; 2 – посилене кріплення даху; 3 – отвори для кліщових захватів, окантовка тенту навколо отворів, посилена рама; 4 – визначене положення візка на рамі; 5 – профіль рами, відповідний профілю вагона

Технологія «Lo-Lo» вирізняється різноманіттям видів і технологічних параметрів вантажопідйомного обладнання, яке застосовується на терміналах.

Дану технологію активно застосовувала німецька компанія «Kombiverkehr», яка на даний час в Європі залишається одним з провідних операторів комбінованих вантажних перевезень. У розпорядженні компанії є понад 170 маршрутних поїздів, які в нічний час здійснюють перевезення по більш ніж 15 тис. маршрутів на європейській території. Партнерами компанії є близько 230 транспортних і

експедиторських фірм.

За підсумками 2010 «Kombiverkehr» забезпечила в цілому перевантаження вантажопотоку в обсязі 933 039 автомобільних відправок (що відповідає 1 866 тис. контейнерних відправок в 20-футовому еквіваленті) з автомагістралей на рейки.

За підсумками 2011 року обсяг перевезень, здійснюваний «Kombiverkehr» в напрямку північної Європи і країн Балтії, виріс на 9% і досяг 99 151 відправки автотранспортом, в коридорі Швеція – Німеччина обсяг перевезень зріс більш ніж на 70%.

З 2011 по 2015 роки обсяги перевезень з використання системи з вертикальним перевантаженням виросли ще на 50 %, а з горизонтальним – на 23 %. Така різниця пояснюється, насамперед, нижчою у порівнянні з технологією горизонтального перевантаження вартістю [1, 28].

Проте на даний час попит на контрейлерні перевезення з використання технології «Lo-Lo» незначно впав. Це обумовлено тим, що незважаючи на постійний розвиток конструкцій вагонів і їх адаптацію до автомобільного рухомого складу, напівпричепи, які використовуються для контрейлерних перевезень, повинні відповідати досить жорстким вимогам, встановлених Міжнародним союзом залізниць, про що вже відзначалося вище. В силу відповідних конструктивних змін напівпричеп, пристосований для вертикального перевантаження при комбінованих перевезеннях (В англійській літературі має найменування «cranable semitrailer» - напівпричеп, придатний для кранового перевантаження), зазвичай важчий стандартного в середньому на 500 кг і має, відповідно, меншу вантажопідйомність. При цьому він на 2 ... 3% дорожчий звичайного. У 2018-2019 роках лише 15 % напівпричепів, які використовувалися в Європі для вертикальної перевантаження, були придатні.

Ще одним фактором через який дана технологія все менше застосовується є її технологічна відсталість, примітивність та участь в процесі навантаження або розвантаження великої кількості обслуговуючого персоналу.

Головні переваги технологій «Lo-Lo»:

- простота;
- невисока вартість;
- не потребує точного позиціонування вагонів по фронту навантаження.

Головні недоліки технологій «Lo-Lo»:

- технологічна відсталість;
- часткова можливість селективного навантаження / розвантаження;
- низька швидкість навантажувально-розвантажувальних робіт;
- необхідність у великій кількості додаткового персоналу;
- необхідність у наявності спеціального контрейлерного терміналу [27].

3.3.2 Контрейлерна технологія «NiKRASA»

У 2016 році три німецькі компанії «Bayernhafengruppe», «TX Logistik» та «Logistik-Kompetenz-Zentrum (LKZ) Prien» розробили технологію контрейлерних перевезень «NiKRASA». «NiKRASA» – це навантажувально-розвантажувальна система для перевезення залізничним рухомим складом некранових напівпричепів автопоїздів. Вона вирізняється простотою та порівняно невеликими інвестиційними витратами на впровадження.

Двома компонентами системи «NiKRASA» є термінальний майданчик 3 і транспортний майданчик 2 (рис. 22). Напівпричіп заїжджає на майданчик терміналу і одночасно розміщується в середині транспортного майданчика. Потім транспортний майданчик з напівпричепом піднімається за кромки захвату за допомогою відповідного навантажувально-розвантажувального пристрою та поміщається на вагон, а фіксується шворнем. Майданчик терміналу при завантаженні залишається на відповідному місці, але є і можливість його переміщення краном. Піднімання здійснюється за допомогою стандартного джгута захопленнями з порталного крана або річстакером.

Технологія «NiKRASA» на даний час використовується на наступних сполученнях: Падборг – Верона, Беттембург – Трієст, Херне – Мальме.



Рисунок 22 – Обробка неcranового напівпричепа за допомогою системи «NiKRASA»: 1 – напівпричіп; 2 – транспортний майданчик; 3 – термінальний майданчик

Переваги технології «NiKRASA»:

- не потрібні спеціальні термінали, а достатньо традиційного навантажувально-розвантажувальної техніки (стандартне захоплення від козлового крана або річстакера);
- потребує незначних інвестиційних витрат;
- простота техніки, яка не вимагає високих витрат на обслуговування;
- можна завантажувати напівпричепа різних розмірів і форм, не має потреби їхньої адаптації до навантажувально-розвантажувального обладнання, що дає можливість їх більш гнучкого транспортування.

Недоліки технології «NiKRASA»:

- вимагає індивідуального підходу до кожного напівпричепа, завантаження всього поїзда займає багато часу;
- вага транспортної рами 2,4 тон обмежує корисне навантаження;
- можлива проблема непарного руху з відповідними додатковими витратами на зворотний транспорт платформ [44-47].

3.4 Порівняння різних систем контрейлерних перевезень

На підставі аналізу вищенаведених контрейлерних систем можна зробити

висновок, що світовий досвід комбінування автомобільного та залізничного транспорту достатньо різноманітний. Всі перераховані контрейлерні технології мають свої сильні та слабкі сторони. Кожна з них розвивалася в своїй країні у власних економічних, географічних і технологічних умовах для задоволення конкретних потреб.

Істотні відмінності також проглядаються в масштабах реалізації систем. Якщо обладнання та рухомий склад для технологій вертикальної перевантаження випускаються серійно, то жодна з систем, що використовують горизонтальне перевантаження не досягнула рівня серійного виробництва. Тому вартість устаткування та операційні витрати на організацію системи контрейлерних перевезень з горизонтальним перевантаженням істотно залежать від розміру конкретного замовлення. Деякі системи з горизонтальним перевантаженням вимагають не типових інфраструктурних рішень, рухомого складу складної конструкції, в той же час стосовно систем з вертикальної перевантаженням можна говорити про існування типового рухомого складу, термінальних модулів, для яких можна досить точно оцінити продуктивність та вартісні характеристики. Наприклад, вартість системи «Modalohr» з горизонтальним перевантаженням може змінюватися від 200 тисяч до 30 млн. євро в залежності від кількості обладнаних точок навантаження на терміналі. Співвідношення вартості вагонів різних систем на європейському ринку виглядає наступним чином: якщо прийняти за точку відліку вартість вагона контрейлеровоза довжиною 90 футів з вертикальним перевантаженням, то вагони системи «Modalohr» – втричі дорожчі.

Як бачимо системи з горизонтальним перевантаженням в порівнянних умовах виявляються істотно дорожчими систем, що використовують технологію вертикальної перевантаження, яка обмежує їх практичне застосування. Саме економічними факторами пояснюється той факт, що технології з вертикальною перевантаженням є домінуючими в сегменті комбінованих залізнично-автомобільних перевезень. Тому найбільш важливим фактором при виборі технології контрейлерних перевезень є саме розмір додаткових капіталовкладень,

які повинен понести перевізник або експедитор для доступу до комбінованих перевезень. При цьому такі фактори, як швидкість доставки, гарантії за часом або підвищення річного прибутку менш значимі [1, 4].

Підтвердженням цьому є висновки досліджень контрейлерних перевезень, які були виконані у Європейському Союзі та засвідчили що:

- ні перевізники, ні експедитори не хочуть нести додаткові витрати заради скорочення часу транспортування та не мають наміру платити за отримання додаткових гарантій за часом доставки;

- і перевізники, і експедитори зацікавлені в зниженні вартості перевезення навіть при можливому збільшенні часу доставки;

- серед операторів спостерігається значна різниця в оцінці вигоди, яка змусила б переключитися на комбіновані перевезення. Так, при підвищенні річного прибутку на 20% комбінованими перевезеннями готові скористатися 78% перевізників і тільки 52% експедиторів;

- межі кількісних оцінок «вигідно – невигідно» істотно змінюються в залежності від конкретного напрямку перевезення;

- більшість опитаних автотранспортних операторів повідомили, що вони потребують додаткового фінансування для участі в комбіновані перевезення – перш за все, для закупівлі напівпричепів, конструктивно придатних для використання в автомобільно-залізничному комбінованому сполученні [27].

На цій підставі можна зробити висновок, що держава, якщо воно має намір розвивати контрейлерні технології з горизонтальним перевантаження, має в першу чергу подбати про фінансовому стимулюванні суб'єктів ринку. Однак навіть незважаючи на постійну державну підтримку їхнього розвитку в Європі, вони залишаються в цілому пілотними проектами. Основна частина сервісів з горизонтальною перевантаженням – це системи «Ro-La» [48, 49].

В Україні при виборі системи контрейлерних перевезень окрім економічного фактору слід враховувати і такі як: можливість швидкого переходу поїздом стиків різних ширин колій, скорочення часу для навантаження та розвантаження рухомого

складу, специфіку експлуатації рухомого складу, кліматичні умови та ін [50].

Думки серед провідних науковців України в сфері залізничного транспорту стосовно контрейлерних технологій, які будуть найкращими для використання, значно різняться: деякі [4] вважають, що оптимальною є система «Modalohr», оскільки вона найбільше пристосована для перевезення і як окремих напівпричепів, так і автопоїздів, а також має розгалужену мережу діючих маршрутів. До прикладу наш сусід Польща на 2024 запланувала будівництво терміналів цієї системи. Інші науковці вважають, що ні одна світова технологія не може бути використана на українських залізницях через свої конструкційні особливості, які не відповідають специфіці експлуатації парку рухомого складу, особливостям кліматичних умов або ціновим характеристикам [51].

На нашу думку, для України за критерієм вартості найбільш вигідними є системи з горизонтальним перевантаженням «Flexiwaggon», «Megaswing», «Ro-La» та з вертикальним - « Lift-on-Lift-off», « NiKRASA» (таб.1). Проте з технічної точки зору реалізувати буде легше системи « Lift-on-Lift-off» та «NiKRASA», оскільки системи «Flexiwaggon», «Megaswing», «Ro-La» потребують використання спеціалізованих платформ. Для допуску до експлуатації вагонів систем «Flexiwaggon», «Megaswing», «Ro-La» необхідним буде проведення значного комплексу як теоретичних та і поїзних динамічних випробувань на візках 18-100, які можуть не дати позитивних результатів. Крім того технологія «Ro-La» дозволяє возити причепи тільки певної висоти. Тому, враховуючи війну з Росією, постійні спалахи різних світових пандемій, для українського економіки та, зокрема транспортної галузі, яка через зазначене перебуває в не найкращому стані, при організації «пілотних» контрейлерних перевезень слід використовувати технології «Lift-on-Lift-off» та «NiKRASA» в першу чергу з точки зору можливості швидкої їхньої економічної окупності. У цьому світлі використання зазначених систем представляється на даному етапі найбільш раціональним.

Таблиця 1 – Порівняння різних систем контрейлерних перевезень

	Назва системи							
	CargoSpeed	Flexiwaggon	Megaswing	Madalohr	CargoBeamer	Ro-La	Lift-on-Lift-off	NiKRASA
Наявність спеціалізованого контрейлерного терміналу	обов'язково	не обов'язково	не обов'язково	обов'язково	обов'язково	не обов'язково	обов'язково	обов'язково
Тип контрейлерного перевезення	будь-яке	супроводжуване	супроводжуване	будь-яке	будь-яке	супроводжуване	не супроводжуване	не супроводжуване
Можливість паралельного навантаження/ Розвантаження	можливо	можливо	можливо	можливо	можливо	не можливо	частково можливо	частково можливо
Необхідність точного позиціонування вагонів по фронту навантаження / розвантаження	обов'язково	не обов'язково	не обов'язково	обов'язково	обов'язково	не обов'язково	не обов'язково	не обов'язково
Необхідність участі додаткового персоналу в завантаження / розвантаження	наявність навченого персоналу	не обов'язково	не обов'язково	наявність навченого персоналу	наявність навченого персоналу	не обов'язково	обов'язково	обов'язково
Швидкість вантажно-розвантажувальних процедур (продуктивність)	висока	висока	висока	висока	висока	низька	низька	низька
Вартість	висока	низька	низька	висока	висока	низька	низька	низька
Особливість					Висока складність обслуговування. Наявність гідравлічного обладнання	Примітивність. Низька безпека при виконанні робіт. Висока зношуваність обладнання	Різноманітність технології в зв'язку з великою кількістю техніки, що застосовується	Різноманітність технології в зв'язку з великою кількістю техніки, що застосовується

4 КОНТРЕЙЛЕРНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ У СПОЛУЧЕННІ УКРАЇНА-ЄС

4.1 Історія виникнення та розвитку контрейлерних перевезень в Україні

Перші пробні перевезення контрейлерів в Україні було здійснено на початку 90-х, коли на Львівській залізниці організовували перевезення автопоїздів через карпатські перевали. Спочатку для цих цілей використовували звичайні залізничні вагони-платформи, потім з'явилися спеціальні платформи українського виробництва.

У 1996 році було здійснено пробну поїздку Дніпропетровськ (Україна) – Захонь (Угорщина), а в 1998 році за маршрутом Луганськ – Київ – Катовіце (Польща) проїхав перший в Україні контрейлерний поїзд. Проте регулярні перевезення почалися здійснюватися тільки 2003 року, коли в лютому почав курсувати контрейлерний поїзд «Вікінг», а в квітні за маршрутом Київ – Славкув (Польща) – поїзд «Ярослав» [5, 17]. При цьому ці поїзди формувалися з вагонів-платформ моделей 13-9004М та 13-4095 виробництва «Дніпровагонмаш» [52].



Рисунок 23 – Вагон-платформа моделі 13-9004М [53]



Рисунок 24 – Вагон-платформа моделі 13-4095 [17]

Поїзд «Вікінг» був організований спільними зусиллями українських, литовських, білоруських залізниць і курсував за маршрутом Іллічівськ (Україна) – Мінськ (Білорусь) – Клайпеда (Литва). Поїзд перевозив 20-ти і 40-футові рефрижераторні, універсальних контейнери, танк-контейнери, а також напівпричепи та автопоїзди. Довжина маршруту – 1738 км, час у дорозі – 55 годин, час проходження кордону – 1,5 години, частота відправлення була щотижнева [1, 17, 53, 54].



Рисунок 25 – Контрейлерний поїзд «Вікінг» [55]

У 2007 року перевезення транспортних засобів в складі поїзда «Вікінг» було припинено. Всього було перевезено 539 одиниць автомобільного транспорту.

Важливо відзначити, що Асоціація європейських інтермодальних перевезень визнала потяг «Вікінг» найкращим європейським проектом 2009 року.

Інший контрейлерний поїзд «Ярослав» у складі 30 платформ курсував щотижня. Довжина маршруту – близько 1000 км, час у дорозі – 39 годин, включаючи 5 годин на прикордонному переході.

З 2007 року перевезення транспортних засобів в складі цього поїзда була припинена. Всього було перевезено 539 одиниць автомобільного транспорту. Обсяг контрейлерних перевезень з Києва до Славкув (Польща) в 2003 р склав 1,3 тис. автопоїздів.

До моменту припинення курсування поїздів «Вікінг» та «Ярослав» послуга перевезень контрейлернопридатних вантажів користувалась великим попитом і

була рентабельною. Використання цих поїзда знімало багато проблем з перевізників, зокрема при отриманні дозволу перетину кордону. Проте прийняття змін до митного законодавства та полегшення умов роботи перевізників значно зменшили зацікавленість вантажовласників контрейлерними перевезеннями. Окрім цього, на початку 2006 року відбулося збільшення тарифів польськими залізницями [56], а при перевезенні вантажів територією України урядом не було запроваджено відповідних тарифних дотацій на контрейлерні перевезення, тому автоперевізникам стало не вигідно користуватися такою послугою.

24.09.2009 року в місті Таллінн залізничні адміністрації Білорусі, Латвії та Естонії одногосно проголосували за приєднання України до проекту контейнерного поїзда «ZUBAR». Проходження поїзда «ZUBAR» по території чотирьох держав з урахуванням митного контролю на кордонах здійснюється за 3,25 доби. Довжина маршруту від Іллічівська до Таллінна складає 2159 км [57-59].

Також в 2009 році відбулося відродження контрейлерних перевезень поїздом «Вікінг», який здійснив перший, після чотирирічної перерви рейс. Проте не вирішені проблеми, які виникли у процесі організування такого виду перевезень, стали причиною того з 2011 року і по теперішній час проект «Вікінг» розвивається в основному у напрямку контейнерних перевезень, хоч із самого початку задумувався та експлуатувався як контрейлерний поїзд. Маршрут слідування поїзда постійно розширюється, а в проект постійно приєднуються нові залізничні адміністрації.

Так 13 травня 2016 року до проекту поїзда комбінованого транспорту «Вікінг» приєднався новий учасник – ЗАТ «Азербайджанські залізниці». Приєднання залізниць Азербайджану дозволило поліпшити взаємні умови транзитних перевезень вантажів в напрямках Схід – Захід, Північ – Південь, а також створило альтернативні транспортні комунікації для торгових зв'язків між країнами Європи та Азії [60, 61].

Отже, хоч і проект «Вікінг» перестав бути контрейлерним, завдяки ньому

вдалося розширення географію курсування вантажних поїздів, зберегти існуючі обсяги контейнерних перевезень і збільшити обсягів мультимодальних перевезень в рамках міжнародного коридору Балтійське – Чорне – Каспійське море [62].

4.2 Сучасний стан контрейлерних перевезень в Україні

З 2014 року через військовий конфлікт із Росією на сході України було втрачено до 60% надходжень від вантажних транзитних перевезень. До прикладу у 2010 році кордон України перетнули 173 118 вантажних поїздів, а в порівнянні з 2015 році – 115 206 од., тобто падіння відбулося практично на 34,2%.

Згідно статистики у 2018 році кількість вантажних поїздів, які перетнули кордон нашої держави складало 103709 одиниць, тобто на 40,8% менше у порівнянні із 2010 роком. При дослідженні структури за ділянками кордону це відбулося в основному за рахунок скорочення кількості перетинів кордону з Російською Федерацією (2010 рік – 86 956 од.; 2018 рік – 25 445 од.). Такі показники є підтвердженням факту значного падіння обсягів транзиту. Окрім цього, на протязі останніх років внаслідок падіння внутрішнього виробництва, наявність окупованих територій Луганської та Донецької областей, де розміщуються значні індустриальні райони, відбулось падіння і внутрішніх обсягів перевезень залізницею [63].

Через війну з Україною зменшуються перевезення і напрямку Росія – ЄС. За даними [64], на протязі 2018–2019 років обсяги залізничних перевезень в сегменті імпорту скоротився на 9,13%, а імпорту – на 14,41%. Ще більше падіння відбулося після початку широкомасштабної війни. Це свідчить про те, що європейські перевізники втрачають вантажопотоки у цьому напрямі.

Такою ситуацією скористалися автоперевізники. У 2019-2023 роках відбулося збільшення обсягів імпорту з ЄС до України на автотранспорті (6030 тис. т) на 9,3% або на 511 тис. т. Найбільшим імпортером виявилась Польща (+288,061 тис. т). Експортні потоки автомобільним транспортом з України до

ЄС продемонстрували незначне зростання: +1,1% [65], що було обумовлено відміною з боку ЄС для України дозволів на міжнародні автомобільні перевезення.

Зрозуміло, що збільшення трафіку автошляхами веде до збільшення навантаження на дорожнє полотно, а також зриву графіків поставок через наявні обмеження пересування автомобільного вантажного транспорту у ЄС через існуючі обмеження у визначенні дні тижня щодо пересування вантажного, наявності черг при перетині кордону. Крім цього, постійні блокування кордонів нашими сусідами створила великі перспективи для відродження в Україні контрейлерних перевезень у напрямку Схід-Захід.

Варто відзначити, що перші кроки у напрямі відновлення контрейлерних перевезень в Україні були зроблені ще у 2018 році до поширення світової пандемії коронавірусу, повномасштабної війни, причому вже на рівні держави. На рівні Міністерства інфраструктури почали розглядати питання щодо організації контрейлерних перевезень як альтернативи міжнародним автомобільним перевезенням. Ініціатором стала Федерація роботодавців України. На цьому етапі ПАТ «Укрзалізниця» та Асоціація міжнародних автомобільних перевезень виконали розрахунки перспективних напрямків контрейлерних перевезень та проаналізували існуючу систему інфраструктурних об'єктів (терміналів) для здійснення такого роду перевезень [66].

Також в 2018 році почалося активне обговорення проекту Закону України «Про мультимодальні перевезення», який 21 жовтня 2020 був схвалений на засіданні Уряду.

Великим кроком щодо розвитку контрейлерних перевезень територією України можна вважати домовленість з угорською компанією «Rail Cargo Hungaria» – дочірній підрозділ «Rail Cargo Group» (Австрія), щодо надання експедиційних послуг для залізничного транспорту з метою розвитку транзитного вантажопотоку із Китаю до Європи [67].

Окрім Угорщини, 17-18 травня 2018 року був погорджений проект запуску контрейлерного поїзда, який зв'язав Україну, Румунію та Болгарію. Цей проект був обговорений в ході засідання робочої групи з питань транспорту та інфраструктури між Україною та Румунією. Маршрут прямування поїзда в складі 22 залізничних платформ і 1 вагона для перевезення водіїв проходить через Вадул-Сірет (кордон України і Румунії) і Руссе (кордон Румунії і Болгарії), відстань 605 кілометрів і час проходження 33 години. При цьому перевезення виконується за системою «Ro-La».

Пробні перевезенням були виконанні у сполученні Румунії та Болгарії. В Україні виникли проблеми із запуску «Ro-La» перевезень за цим напрямком через проблеми в облаштуванні під'їзних шляхів для автотранспорту, залізничних колій та місць митного та прикордонного контролю на залізничній станції Вадул-Сірет [68].

Тому в 2020 році для реалізації проекту із запровадження системи контрейлерних перевезень із застосування платформ «Ro-La» проводилась нарада за участю представників «Єврокар», Міністерства інфраструктури України, «АСМАП», АТ «Укрзалізниця» та філії Укрзалізниці «Ліски», де були окреслені ключові завдання щодо визначення та усунення «вузьких місць» в системі мультимодальних перевезень [69], аналогічним станції Вадул-Сірет. Також обговорювалися питання тарифної політики, маршрутів та складання графіку руху контрейлерних поїздів.

30 липня 2020 року між Міністерством інфраструктури України, АТ «Укрзалізниця» та представниками німецької компанії «Hamburger Hafen und Logistik AG» було підписано Меморандум про взаєморозуміння та співробітництво з розвитку інтермодальних залізничних перевезень в Україні, а в майбутньому – у країнах Східної Європи та Балтії. Даний меморандум передбачав співпрацю з метою підвищення якості послуг інтермодальних залізничних перевезень в декількох напрямках. Це, насамперед, спрощення адміністративних процедур для пришвидшення курсування вантажних поїздів,

перелік заходів з підвищення ефективності інтермодальних поїздів, узгодження тарифів за найкращою міжнародною практикою, розробка вдосконаленого розподілу операційних та комерційних ризиків [70].

З 20 лютого 2023 року АТ «Укрзалізниця» запустила новий сервіс, який буде координувати перевезення контейнерних поїздів, контрейлерних поїздів та поїздів комбінованого транспорту на основі рухомого складу філії «Центр транспортного сервісу «Ліски». Цей сервіс призначений для сприяння розвитку інтермодальних перевезень на території України та включення їх у європейську систему контейнерних поїздів. Послуга буде доступна операторам інтермодальних поїздів, які укладуть з компанією договір щодо надання послуг із організації вантажів залізничним транспортом у складі поїздів інтермодального транспорту [71].

31 березня 2023 року ПАТ «Укрзалізниця» відправила у тестовий експериментальний рейс за маршрутом Київ-Ліски - Чоп контейнерний вагон для остаточного затвердження тимчасової схеми навантаження та подальшого розвитку контейнерних перевезень. Тестовий рейс здійснювався на спеціалізованій контейнерній платформі філії «Центр транспортного сервісу «Ліски» АТ «Укрзалізниця» з додатково обладнаним місцем для кріплення автомобільного вантажного напівпричепа.

12.05.2023 «Укрзалізниця» уклала угоду про співпрацю з німецькою логістичною компанією «Global Asset and Logistics Company (VTG GmbH)» з метою розвитку інтермодального сполучення між Україною та країнами Європи. Меморандум про взаєморозуміння та співробітництво з «VTG GmbH» було підписано на міжнародній виставці «Transport Logistic» 2023 у Мюнхені. Крім того, на цій конференції АТ «Укрзалізниця» уклала угоди про співпрацю з Литовськими залізницями та польською компанією Laude Smart Intermodal S.A. щодо створення спільної залізничної системи з Польщею та Литвою [72].

15.09.2023 Укрзалізниця та австрійська залізнична компанія «Rail Cargo Austria» уклали угоду про співпрацю для розвитку інтермодальних перевезень

між Україною та Австрією. Згідно з меморандумом, Укрзалізниця буде відповідальна за тяговий рух, інтермодальні вагони широкої колії, термінальні послуги та митні формальності в Україні. З іншого боку, «Rail Cargo Group», яка включає в себе «Rail Cargo Austria», взяла на себе відповідальність за ті самі аспекти в Європейському Союзі. Запуск проекту заплановано на початок 2024 року, а перше тестове перевезення напівпричепів за маршрутом Київ - Будапешт планується в січні цього ж року. Угода також передбачає можливість використання зерновозів парку Укрзалізниці на території Угорщини та Словаччини, а також обговорення особливостей митного оформлення імпортно-експортних операцій інтермодальних перевезень [73].

Підсумовуючи вищенаведене варто відзначити, що на сьогодні особливо актуальною стає роль контрейлерних перевезень, зокрема у контексті ще допомоги в експорті зерна в мовах війни з Росією. Враховуючи ще й проблеми у відносинах з Польщею та Словаччиною, де перевезення зерна блокується як на державному рівні або значно ускладнюються протестувальниками на прикордонних пунктах, контрейлерні перевезення дозволяють уникнути черг на кордонах, втрати через це продукції і відповідно забезпечити неперервні транспортні потоки. Крім того, стимулом для розвитку контрейлерних перевезень в Україні є постійне посилення екологічних вимог щодо викиду CO₂ автотранспортними засобами в ЄС (Директива Eurovignette), підвищення дорожніх зборів та ін.

При цьому бар'єрними перепонами на шляху розвитку контрейлерних перевезень у міжнародному сполученні Україна-ЄС є:

- обмежена кількість вагонів-платформ для перевезення автотранспортних засобів;
- затримки з впровадженням новітніх технологій перевізного процесу, що поєднують в собі відносно високу швидкість і помірну вартість доставки вантажів;
- недостатній рівень розвитку транспортної інфраструктури – обмежена

кількості високого рівня транспортно-логістичних центрів, відсутність планів їхнього будівництва для розвитку нових транзитних маршрутів перевезень в перспективних географічних напрямках;

- низький рівень якості збереження вантажів при транспортуванні - розкрадання вантажів;

- складність митних процедур, недосконалість прикордонних пунктів пропуску для контрейлерних перевезень;

- низький рівень ефективності координації та співробітництва між різними видами транспорту;

- різниця в дозвільних системах, в системах страхування, наявності квотування, контролю тощо;

- не впровадження посилених екологічних вимог щодо автомобільних транспортних засобів [74].

Для подолання вищенаведених проблем необхідним є вирішення чотирьох основних завдань. Представимо їх на рисунку 26.

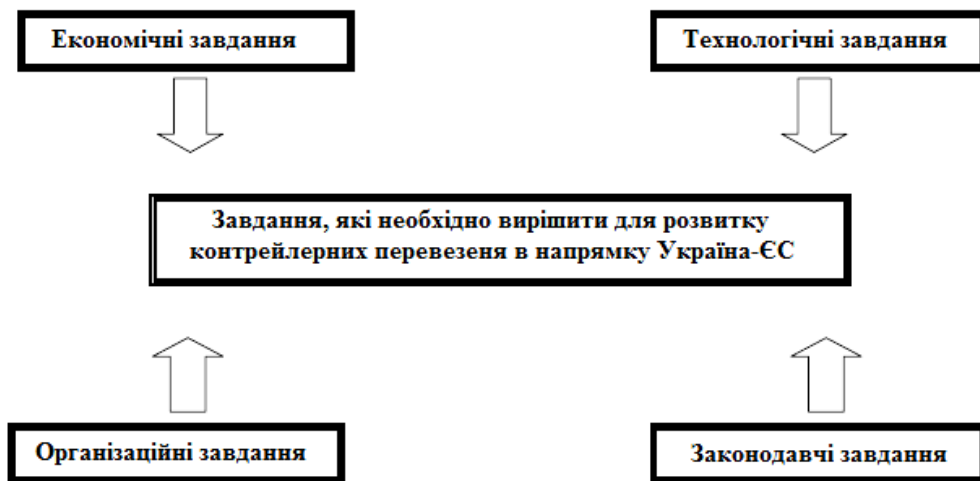


Рисунок 26 – Основні завдання, які необхідно вирішити для розвитку контрейлерних перевезень у напрямку Україна-ЄС

Як видно з рис. 26 цими завданнями є:

- економічні: розробка єдиної гнучкої тарифної політики, приведення тарифів на контрейлерні перевезення у відповідність до європейської структури;

- технологічні: створення спеціалізованого рухомого складу з врахуванням

особливостей контрейлерних перевезень (застосування новітніх європейських систем контрейлерних перевезень, можливість пришвидшення переходу стиків 1435/1520 із застосуванням систем розсувних колісних пар), створення потужних логістичних центрів, модернізації наявних контрейлерних терміналів з врахуванням досвіду країн Європейського Союзу;

- організаційні: консолідація інтересів залізничного та автомобільного транспорту, удосконалення логістики контрейлерних перевезень, пошук нових транзитних маршрутів перевезень в перспективних географічних напрямках;

- законодавчі: формування та затвердження на законодавчому рівні нормативної бази щодо здійснення комбінованих перевезень (практично все на стадії проектів), які би були інтегровані із законодавством країн ЄС, введення жорстких екологічних норм щодо вантажних автомобільних перевезень, створення документації для прискореного митного оформлення [50, 75-78].

Слід відзначити, що контрейлерні маршрути для внутрішніх перевезень України не дуже перспективні, оскільки вони мають сенс лише для подолання відстаней у тисячу кілометрів і більше, тому контрейлерні перевезення в нашій державі слід орієнтувати в основному на транзитний потенціал.

Отже, для ефективного здійснення контрейлерних перевезень у міжнародному сполученні для України, для набуття нею статусу надійного партнера для світового товариства у організації такого роду перевезень необхідно виконати велику роботу. Успішне її виконання сприятиме підвищенню рівня економічної незалежності й національної безпеки, збільшенню валютних надходжень до бюджету за надані транспортні послуги при транзитних перевезеннях вантажів, сприятиме надходженню міжнародної фінансової підтримки для реконструкції національної транспортної мережі та розширенню зовнішньоторговельних зв'язків.

5 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВАГОНІВ-ПЛАТФОРМ ДЛЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Вантажі, які перевозяться по українських залізницях на загальних умовах, не повинні перевищувати встановленого габариту навантаження (рис. 27). Перевезення негабаритних вантажів може здійснюватися лише після виконання всіх процедур погодження, передбачених Інструкцією з перевезення негабаритних і великовагових вантажів залізницями України [79].

У випадку перевезення негабаритних вантажів у міжнародному сполученні, окрім порядку і умов погодження таких перевезень, які передбачаються вищезазначеною інструкцією, повинні дотримуватися також вимоги «Инструкции по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах государств – участников СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики» (Інструкція ДЧ-1835), «Соглашения о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС)», «Служебной Инструкции к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении (СИ к СМГС)» та інших Угод про залізничні міжнародні вантажні сполучення.

На європейських залізницях застосовуються габарити навантаження G1 / UIC, GA T, GB, GB1 / GB+, GB2, G2 T, G2, GC. Одним з найбільших серед них є габарит G2, який застосовується на німецьких залізницях (рис. 28) [80-81].

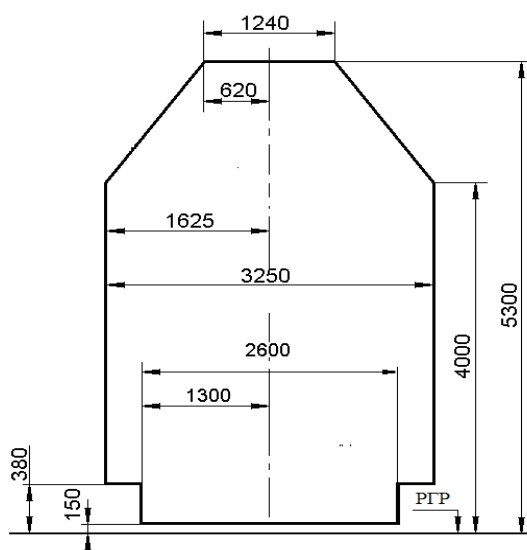


Рисунок 27 – Габарит навантаження колій

1520 мм

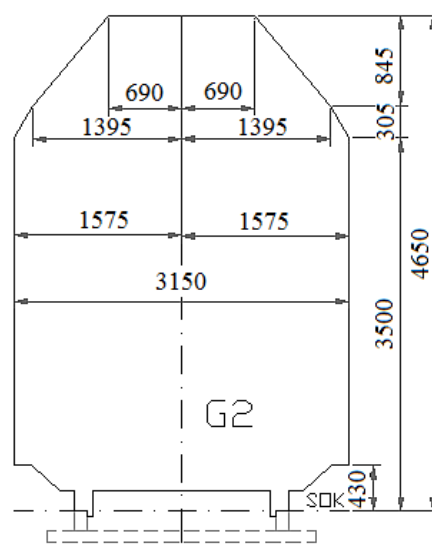


Рисунок 28 – Габарит G2

Порівняння габариту навантаження G2 з діючим на залізницях колій шириною 1520 мм (див. рис. 29) показує, що для останнього існує більш сприятлива ситуація для реалізації контрейлерних технологій, що дозволяє застосування більш прості та технологічні конструкторські рішення, перш за все, при розробці рухомого складу.

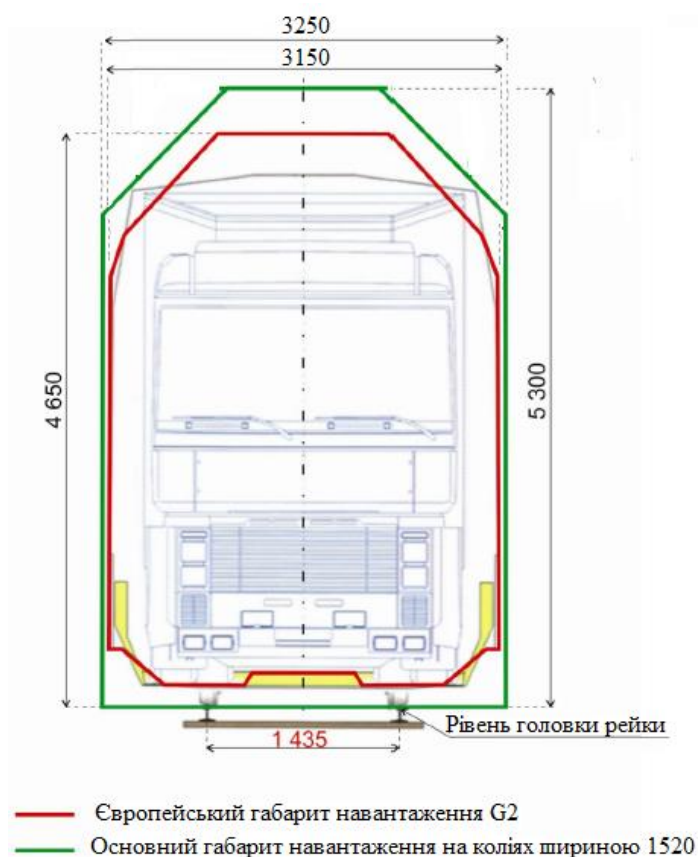


Рисунок 29 – Порівняння габаритів навантаження

При цьому можливість використання накопиченого у світовій практиці багатого практичного досвіду в сукупності зі сприятливими габаритними умовами створюють високий потенціал розвитку контрейлерних технологій на залізницях колій 1520 мм.

Аналіз різних способів виконання перетину кордону вантажними поїздами, вимог європейського, українського законодавства, нормативної документації з проектування залізничного рухомого складу та інфраструктури дозволив

сформулювати критерії вибору раціональної конструктивної схеми вагона-платформи для виконання контрейлерних перевезень.

Варто розділити ці вимоги для вагонів-платформ, які виконують перевезень контрейлерів методом «від дверей до дверей» та для вагонів, конструкція яких забезпечує автоматичний перехід стиків колій 1435/1520 мм [82].

Відповідно до першого варіанту вагон повинен:

- володіти достатнім ступенем універсальності, що передбачає його вписування з встановленим на ньому в транспортному положенні автопоїздом в габарит навантаження та допускати можливість перевезення контейнерів;

- експлуатуватися на типових візках вантажних вагонів, обладнуватися типовим автозчепними пристроями та гальмівним обладнанням;

- мати можливість включення до складу вантажних поїздів;

- забезпечувати вивантаження автопоїзда своїм ходом з «високої платформи» без застосування додаткового підйомного і спеціалізованого обладнання;

- своєю конструкцією відповідати вимогам нормативної документації для вантажних вагонів, допускати можливість розпуску з сортувальної гірки в порожньому стані;

- забезпечувати поліпшені техніко-економічні показники, показники безпеки та надійності.

Відповідно до другого варіанту вагон-платформа має:

- вписуватися в європейський габарит рухомого складу та габарит навантаження з встановленим на ньому автопоїздом, допускати можливість перевезення контейнерів;

- забезпечувати можливість вивантаження автопоїзда декількома способами;

- експлуатуватися на візках, обладнаних розсувними колісними парами;

- забезпечувати зчеплення з вагонами колії 1435 мм та обладнуватися уніфікованим повітророзподільником або перемикаючим пристроєм для перемикання на повітророзподільник №483 та типу UIC;

- не допускати накопичення статичної електрики та гарантувати електропровідність (на випадок падіння контактної підвіски);

- забезпечувати відповідні техніко-економічні показники, показники безпеки та надійності, які встановлені в європейських нормах.

Перейдемо до конструкції вагонів-платформ, які можуть відповідати таким вимогам.

Серійні вітчизняні вантажні вагони мають висоту підлоги в межах 1250 – 1350 мм. При установці на такій платформі тягача з напівпричепом висотою 4000 він вийде за межі понадгабаритності (див. рис. 27) [83, 84]. Даний варіант перевезень не може бути прийнятним через особливі умови проходження поїздів зі понаднегабаритними вантажами (обмежений полігон експлуатації, можливі суттєві обмеження швидкості, необхідність включення до складу вагонів прикриття та вагонів з контрольною рамкою). Введення спеціального габариту навантаження для платформи з вищевказаною висотою підлоги є витратним за часом і ресурсами заходом, і не може бути виходом з даної ситуації.

Розміщення контрейлера в межах основного і зонального габаритів навантаження, а також першого та другого ступенів негабаритності на платформі з плоским вантажним майданчиком неможливо реалізувати з використанням серійних деталей і вузлів. Таким чином, в умовах вітчизняних залізниць найбільш реальним способом виконання контрейлерних перевезень може бути розміщення тягача з напівпричепом в межах третього верхнього ступеня негабаритності. Необхідність вписування автотранспортного засобу, що перевозиться, з висотою 4,0 м і шириною 2,6 м в межі третього верхнього ступеня негабаритності вимагає максимально можливого зниження рівня вантажної площадки, що може бути досягнуто за рахунок розробки нових ходових частин та іншого обладнання платформи. При цьому важливо враховувати, що процес створення нових деталей і вузлів займає значний період часу (3 - 4 роки) і вимагає істотних витрат. Тому пріоритетом є

створення платформи зі зниженим рівнем підлоги, яка б дозволяла розміщувати тягач з напівпричепом в межах габаритів з мінімальними обмеженнями при проходженні по мережі залізниць, при максимальному використанні серійних деталей і вузлів, що застосовуються на вітчизняному рухомому складі.

Встановимо мінімальну висоту підлоги вагона-платформи для контрейлерних перевезень. Відповідно до [79] розрахункова негабаритність визначається шляхом збільшення відстані від осі колії до точок вантажу (тягача з напівпричепом) на даній висоті на різницю між геометричними виносками поперечного перерізу вантажу, який розглядається, і розрахункового вагона в умовній розрахунковій кривій ділянці колії за наступними формулами:

- для внутрішніх перерізів вантажу, що перевозиться:

$$X_{\text{ст}}^{\text{в}0} = X_i + \Delta b_{\text{РВ}}, \quad (1)$$

$$X_{\text{ст}}^{\text{з}0} = X_i + \Delta b_{\text{РЗ}}, \quad (2)$$

де $X_{\text{ст}}^{\text{в}0}$ і $X_{\text{ст}}^{\text{з}0}$ – розрахункова негабаритність частин вантажу, які розташовані у внутрішніх і зовнішніх перерізах відповідно, мм; X_i – відстань від осі колії до i -тої точки вантажу, яка розглядається на даній висоті, мм; $\Delta b_{\text{РВ}}$ – різниця між геометричними виносками внутрішнього поперечного перерізу вантажу, що перевозиться і розрахункового вантажного вагона в умовній розрахунковій кривій ділянці колії, мм; $\Delta b_{\text{РЗ}}$ – різниця між геометричними виносками зовнішнього поперечного перерізу вантажу і розрахункового вагона в умовній розрахунковій кривій ділянці, мм.

При цьому значення різниці геометричних виносів $\Delta b_{\text{РВ}}$ і $\Delta b_{\text{РЗ}}$ залежить від типу рухомого складу, його бази, відстані від перерізів вантажу, що розглядаються, до направляючих перерізів і може розраховуватися двома способами: за допомогою таблиць та розрахунковим методом. Табличний спосіб значно спрощує встановлення негабаритності. Розрахунковий спосіб слід використовувати у випадку, коли неможливо користуватися таблицями.

Наведемо формули для визначення негабаритності розрахунковим методом.

При навантаженні негабаритним вантажем для платформи з кількості осей до шести величини Δb_{RB} і Δb_{R3} становитимуть:

$$\Delta b_{RB} = 1,43(2l - n_b)n_b - 105, \quad (3)$$

$$\Delta b_{R3} = 1,43(2l + n_3)n_3 + K - 105, \quad (4)$$

у випадку якщо вантаж на всій довжині має однаковий переріз:

$$\Delta b_{RB} = \frac{2l^2}{8R} - 105, \quad (5)$$

$$\Delta b_{RB} = \frac{L^2}{8R} - \frac{2l^2}{8R} + K - 105, \quad (6)$$

де n_b – відстань від внутрішнього поперечного перерізу вантажу, що розглядається, до направляючого перерізу, м; n_3 – відстань від зовнішнього поперечного перерізу вантажу, що розглядається, до направляючого перерізу, м; l – база вагона, м; K – додаткове зміщення кінцевих перерізів вантажу внаслідок перекосу вагона в колії з врахуванням норм утримання колії та рухомого складу, мм.

Додаткове зміщення кінцевих перерізів вантажу внаслідок перекосу вагона K на візках 18-100 визначається з наступної формули:

$$K = 70 \left(\frac{L}{2l} - 1,41 \right), \quad (7)$$

де $2l$ – база вагона, м; L – довжина вантажу, м.

Згідно з вищенаведеною формулою знайдемо додаткове зміщення кінцевих перерізів тягача з напівпричепом внаслідок перекосу вагона:

$$K = 70 \left(\frac{16,5}{17} - 1,41 \right) = -30,76 \text{ мм.}$$

Оскільки, $K < 0$, то прийемо його значення рівним 0.

Тоді величини Δb_{RB} , Δb_{R3} згідно формул становитимуть:

$$\Delta b_{RB} = \frac{17^2}{8 \cdot 200} - 105 = -104,82 \text{ мм.}$$

$$\Delta b_{RB} = \frac{16,5^2}{8 \cdot 200} - \frac{17^2}{8 \cdot 200} + 0 - 105 = -105,01 \text{ мм.}$$

Оскільки, Δb_{RB} , $\Delta b_{R3} < 0$, то приймемо їхнє значення рівним 0.

Отже, згідно формул (1, 2) $X_{ст}^{BO} = X_{ст}^{30} = X_i = 1300 \text{ мм}$. Це показує те, що тягач з напівпричепом шириною 2600 мм не потрапить у бокову негабаритність, що також видно з рис. 27.

Тепер на ширині 1300 мм за допомогою таблиці 1.3 Інструкції [79] встановимо мінімальну висоту підлоги вагона-платформи для потрапляння тягача з напівпричепом в третю ступінь негабаритності. Згідно цієї таблиці мінімальна висота вагона-платформи повинна становити 1075 мм.

Однак значення 1075 мм ще слід відкоригувати (в бік зниження) з урахуванням допусків, пов'язаних з неточністю установки тягача з напівпричепом при навантаженні та динамічними коливаннями, що виникають в процесі руху платформ. Основним обмеженням, що перешкоджає істотного зниження рівня підлоги, є необхідність забезпечення достатніх зазорів між гребнями коліс колісних пар і підлогою платформи, а також між шкворневими балками та верхніми частинами бічних рам візків.

Виходячи з цього, розглянемо два варіанти платформ:

- з плоскою по всій довжині рами поверхнею підлоги (варіанти 3 і 4 в таб. 2)
- з ламаною поверхнею підлоги (варіанти 1 і 2 в табл. 2).

Враховуючи, що найбільша висота від рівня головки рейки до верхньої частини бокової рами візка 18-100 в його центральному перерізі становить 839 мм, наведемо можливі варіанти компоновальних рішень платформ для контрейлерних перевезень наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Можливі варіанти компоновання вагонів-платформ для контрейлерних перевезень

	Навантажувальна висота і параметри платформи	Вузли та системи, які застосовуються			Ступінь негабаритності	Можлива висота перетину шкворневої балки в районі бічної рами візка	Конструктивна схема поверхні платформи
		візок	колісні пари	автозчепне обладнання			
1	980 мм (тара), 975 мм (вантаж 10 т), 955 мм (бруто) L _{зч} – 21,6 м, база – 17 м	стандартний	стандартні, діаметр по колу кочення D _{MAX} 890 мм D _{MIN} 844 мм	стандартне зі зменшенням висоти поздовжньої осі від РГР	III верхня	балка 110 мм + зазор: 74,0 мм (тара) 48,8 мм (бруто) 25,6 мм (min)	ламана геометрія підлоги з підвищеннями в районі гребенів колісних пар, консольної частини і бічних балок, що утворюють поздовжні напрямні (перепад висот не більше 100 мм);
2	1010 мм (тара), 1005 мм (вантаж 10 т), 985 мм (бруто) L _{зч} – 21,6 м, база – 17 м					балка 140 мм + зазор: 74,0 мм (тара) 48,8 мм (бруто) 25,6 мм (min)	
3	1050 мм (тара), 1045 мм (10 т), 1025 мм (бруто), L _{зч} – 21,3 м, база – 14 м					балка 180 мм + зазор: 74,0 мм (тара) 48,8 мм (бруто) 25,6 мм (min)	плоска поверхня підлоги з поздовжніми напрямним; можливо, буде потрібно введення спеціального габариту навантаження для перевезень без супроводу вагонами прикриття
4	950 мм (тара), 945 мм (вантаж 10	Потрібна розробка			III верхня	визначається в	плоска поверхня

	т), 925 мм (брутто) L _{зч} – 21,3 м			процесі проектування	підлоги з поздовжніми напрямними
--	---	--	--	----------------------	----------------------------------

Варіант з ламаної поверхнею дозволяє знизити рівень підлоги, але передбачає підвищення в районі гребенів коліс колісних пар і в консольній частині (таб. 2). Варіанти 1-3 платформ припускають застосування стандартних трьохелементних візків, однак із меншими діаметрами коліс.

Тепер встановимо оптимальну ширину вагона-платформи.

Обмеження півщини вагона у направляючих шворневих перетинах визначається за формулою:

$$E_0 = 0,5(S - d) + q + w + [k_1 - k_3] - k, \quad (8)$$

де S – максимальна півширина колії у кривій розрахункового радіусу, мм; d – половина максимальної відстані між зовнішніми гранями гранично зношених ободів коліс, мм; q – найбільш можливе поперечне переміщення рами візка відносно колісної пари у направляючому перетині, мм; w – найбільш можливе поперечне переміщення кузова відносно рами візка у направляючому перетині, мм; k_1 – величина додаткового поперечного зміщення візкового рухомого складу у кривій розрахункового радіусу ($R = 200$ м – для габаритів Т, 1-Т та верхньої частини 1-ВМ), $k_1 = 8,825$ мм; k_3 – величина, на яку допускається вихід рухомого складу, який проектується за габаритами Т, 1-Т, Т_ц, Т_{пр} і 1-ВМ (у верхній частині), за окреслення цих габаритів у кривих ділянках шляху $R = 200$ м, $k_3 = 180$ мм; k – величина, на яку допускається вихід рухомого складу, який проектується за габаритами 0-ВМ, 02-ВМ, 03-ВМ й нижньої частини 1-ВМ за окреслення цих габаритів у кривій радіусом $R = 250$ м, мм.

$$E_B = 0,5(S - d) + q + w + [k_2(l - n)n + k_1 - k_3] - k + \alpha, \quad (9)$$

де $2l$ – база вагону, м; k_2 – коефіцієнт, який має залежність від розрахункового радіусу кривої ($R = 200$ м – для габаритів Т, Т_ц, Т_{пр}, 1-Т та верхньої частини габариту 1-ВМ), $k_2 = 2,5$ мм; n – відстань від поперечного перетину вагону до

його найближчого направляючого перетну, m ; α – додаткове обмеження внутрішнього перетину рухомого складу, які мають місце у дуже довгого рухомого складу і визначаються з умови вписування в криву радіусом $R = 150$ м, мм. У звичайного рухомого складу (габарит 1-Т) значення α рівне нулю.

$$E_3 = (0,5(S - d) + q + w) \frac{2n + l}{l} + [k_2(l + n)n - k_1 - k_3] - k + \beta, \quad (10)$$

де β – додаткове обмеження зовнішнього перетину рухомого складу, які мають місце у дуже довгого рухомого складу і визначаються з умови вписування в криву радіусом $R = 150$ м, мм. У звичайного рухомого складу (габарит 1-Т) значення β рівне нулю.

Якщо у формулах (1-3) у квадратних дужках отриманий результат має від'ємний знак, то розрахунок виконується з умов вписування у габарит на прямій ділянці колії за формулами:

$$E_0^{\Pi} = E_B^{\Pi} = 0,5(S - d) + q + w, \quad (11)$$

$$E_3^{\Pi} = (0,5(S - d) + q + w) \frac{2n + l}{l}. \quad (12)$$

Максимально допустима ширина вагона в перерізі на деякій висоті H від рівня головки рейки визначається за формулою:

$$2B_i = 2(B_0 - E_i), \quad (13)$$

де B_0 – півширина відповідного габариту рухомого складу на тій же висоті, мм; E_i – обмеження півширини вагона для різних перетинів, мм.

Знайдемо обмеження півширини вагона у відповідних перерізах за формулами (8-10). Оскільки, для габариту 1-Т $[k_1 - k_3] < 0$, то розрахунок виконаємо за формулами (11, 12):

$$E_0^{\Pi} = E_B^{\Pi} = 0,5(1528 - 1487) + 27 + 8 = 63 \text{ мм},$$

$$E_3^{\Pi} = (0,5(1528 - 1487) + 27 + 8) \frac{2 \cdot 2,25 + 17}{17} = 70,19 \text{ мм.}$$

Визначимо максимально допустиму ширину вагона у відповідних перерізах за формулою (6):

- в направляючих перерізах та перерізі по середині:

$$2B_0 = 2B_B = 2(1875 - 63) = 3624 \text{ мм,}$$

- в консольних перерізах:

$$2B_3 = 2(1875 - 70,19) = 3609,62 \text{ мм,}$$

Отже, для перевезень від «дверей до дверей» можна прийняти платформу шириною 3600 мм. Однак при такій ширині вагона створюється можливість виходу за габарит навантаження (рис. 27). Тоді доцільніше прийняти ширину платформи 3200 мм.

Виконаємо розрахунок ширини вагона-платформи для габариту рухомого складу колії 1435 мм. При цьому значення максимальної півширина колії у кривій розрахункового радіусу S буде рівним 1465 мм, а половина максимальної відстані між зовнішніми гранями гранично зношених гребенів коліс d складе 1410 мм.

Знайдемо обмеження півширини вагона у відповідних перерізах за формулами (8-10):

$$E_0 = 0,5(1465 - 1410) + 23 + [1,62 - 0] - 75 = -22,88 \text{ мм.}$$

Оскільки $E_0 < 0$, то продовжимо розрахунок за формулами (11, 12):

$$E_0^{\Pi} = E_B^{\Pi} = 0,5(1465 - 1410) + 23 = 36,75 \text{ мм,}$$

$$E_3^{\Pi} = (0,5(1465 - 1410) + 23) \frac{2 \cdot 2,25 + 17}{17} = 63,72 \text{ мм.}$$

Встановимо максимально допустиму ширину вагона у відповідних перерізах за формулою (6):

- в направляючих перерізах та перерізі по середині:

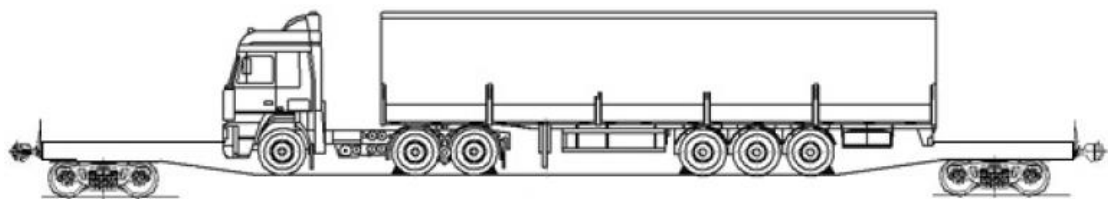
$$2B_0 = 2B_B = 2(1575 - 36,75) = 3076,5 \text{ мм},$$

- в консольних перерізах:

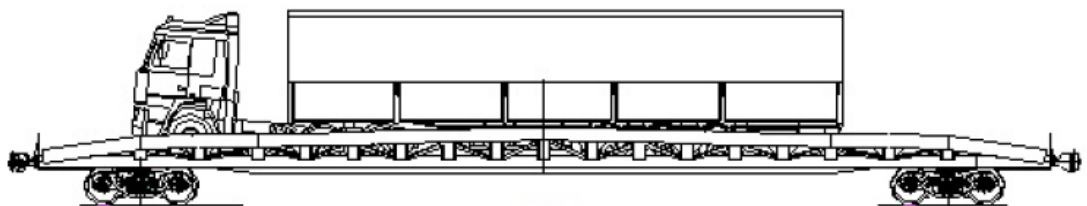
$$2B_3 = 2(1575 - 63,72) = 3022,56 \text{ мм},$$

Отже, для перевезень тягача з напівпричепом у випадку безперевантажувального проходження стику колій 1520/1435 мм можна прийняти платформу шириною 3000 мм.

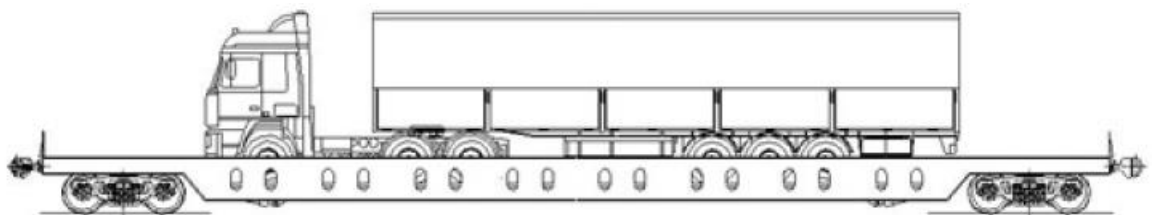
Тепер наведемо загальний вигляд можливого конструктивного виконання вагонів-платформ з вантажівками.



а



б



в

Рисунок 30 – Варіанти конструктивного виконання вагона-платформи для контейнерних перевезень: а – зі стаціонарним заниженим вантажним майданчиком; б – зі стаціонарним заниженим вантажним майданчиком і несучими балками фермового типу; в – з підйомним вантажним майданчиком

Перші два варіанти вагона-платформи (рис. 30 а, б) із зменшеними діаметрами

коліс передбачають наявність заниженої вантажної площадки на довжині бази і похилі рампи, що забезпечують заїзд автопоїзда на вантажний майданчик своїм ходом. В обох конструкціях навантаження передбачене з торцевої частини вагона, для чого на кінцевих балках рами розташовані відкидні майданчики, що забезпечують також наскрізний проїзд автопоїзда на сусідні платформи в разі навантаження групи вагонів. При цьому особливістю другого варіанту є розміщення тягача в транспортному положенні передньою віссю на похилій рампі. Подібне рішення дозволяє скоротити загальну довжину вагона.

З точки зору зручності виконання вантажно-розвантажувальних робіт перші два варіанти ідентичні, їх перевагою є відсутність додаткових операцій, пов'язаних з переміщенням вантажного майданчика, і незалежність від зовнішніх джерел енергії. Недоліками є обмеження при завантаженні (тільки з торцевій частині вагона), необхідність заїзду та виїзду автопоїзда по похилій апарелі на вантажну площадку, що знижує швидкість вантажних робіт, особливо при завантаженні складу, що складається з декількох вагонів. В цьому випадку автопоїзд повинен переїжджати через всі вагони-платформи, що знаходяться між вантажним майданчиком терміналу і вантажним майданчиком вагона-платформи, призначеним для його транспортування, а завантаження можливе тільки послідовно. Також можливі складнощі з заїздом і виїздом на вантажну площадку при зниженні коефіцієнта тертя на похилій апарелі внаслідок дії атмосферних опадів. Розвантаження складу, що складається з декількох платформ, теж можлива тільки послідовно. У випадку необхідності розвантаження автопоїзда, розташованого не на початку або кінці складу, потрібне розчеплення вагонів і проведення додаткових маневрових робіт.

Перші два варіанти конструктивного виконання вагона-платформи доцільніше вибрати для перевезень від «дверей до дверей, що пояснюється розмірами габариту навантаження на коліях шириною 1520 мм. Для колій 1435 мм така конструкція призведе до потрапляння тягача з напівпричепом у понадгабаритність, оскільки висота габариту G2 становить всього 4650 мм (див. рис. 28). Тому для колій 1435

мм необхідно передбачити таку конструкцію вагона-платформи, яка б дозволяла провести тягач з напівпричепом висотою 4000 мм без потрапляння в понадгабаритність. В такому разі висота підлоги вагона-платформи від головки рейки повинна становити менше 650 мм. Однак в такому випадку ми отримаємо перепад рами платформи величиною більше 350 мм, що для забезпечення її міцності потребуватиме застосування дорогих високоміцних матеріалів. Тай навіть при їхній наявності виготовлення такої конструкції буде досить складним і не надійним.

Варіантом конструктивного вирішення може бути вагон-платформа, оснащений (рис. 30 в) на довжині бази вантажного майданчиком, який може переміщуватися у вертикальній площині. У вантажному положенні майданчик піднімається до рівня підлоги в кінцевих частинах вагона, забезпечуючи безперешкодний заїзд автопоїзда як з торцевої частини вагона, так і з бічної. Після навантаження і закріплення автопоїзда майданчик опускається в транспортне положення за допомогою спеціального механізму, розташованого на вагоні. За рахунок піднятою в рівень підлоги кінцевих частин рами вантажного майданчика забезпечується можливість синхронного навантаження-вивантаження декількох платформ при бічному в'їзді на вантажну площадку. Під час навантаження з торцевої частини зчепу, на відміну від перших двох варіантів, автопоїзду не треба долати спуски і підйоми на апарелі, рухаючись до вантажного майданчика відповідного вагона. Недоліком подібної конструкції являється необхідність виконання додаткової операції з підйому і опускання вантажного майданчика, для виконання яких вагон-платформа або склад повинен бути підключений до зовнішнього джерела електроенергії. Крім того, можливе виникнення дефектів в зварних швах балок кріплення механізму підйому вантажного майданчик.

Підсумовуючи вищесказане зведемо розраховані і необхідні параметри вагона-платформи для контрейлерних перевезень за технологією від «дверей до дверей» та при без перевантажувальному перевезенні стиків колій 1520/1435 мм в таблицю 3.

Таблиця 3 – Основні технічні характеристики вагонів-платформ для виконання контрейлерних перевезень

Найменування показника	13-4095 (Україна)	Нова платформа (перевезення) від «дверей до дверей»	Нова платформа (безперевантажу- вальне перевезення)
Вантажопідйомність	48 т	60 т	60 т
Максимальне навантаження на вісь	23,5 т/вісь	23,5 т/вісь	23,5 т/вісь
Фактичне навантаження на вісь при перевезенні транспортних засобів	До 18	До 19	До 19
Конструктивна швидкість	120 км/год	120 км/год	120 км/год
Візок	18-100	18-100	Візок з розсувними колісними парами (необхідна розробка)
Діаметр коліс	950 мм	957 мм	950 мм
Ширина платформи	3050 мм	3200 мм	3000 мм
Висота підлоги вантажного майданчика від головки рейок	970 мм	1035 мм	< 650 мм
Висота підлоги над візком від головки рейки	1270 мм	1135 мм	1025 мм
Перепад висоти підлога платформи	230 мм	100 мм	Застосування спеціального майданчика
База платформи	17800 мм	17000 мм	17000 мм
Довжина контрейлерної платформи по кінцям автозчепів	22500 мм	21500 мм	21500 мм
Ступінь негабаритності (при висоті причепа – 4000 мм)	2-верхня	3-верхня	3-верхня
Можливість перевезення вантажівки з причепом (причепа) з малим кліренсом 15 мм (з малим діаметром коліс по центру причепа)	ні	так	так
Можливість перевезення перспективного автопричепа висотою 4200 мм	так	так	ні
Можливість бічного завантаження транспортних засобів	ні	так	ні
Можливість перевезення великотонажних контейнерів	так	так	так
Можливість підключення електроживлення	ні	так	так

З урахуванням специфіки розглянутих варіантів вагонів-платформ доцільно також дослідити показники динамічних властивостей їхніх ходових частин, міцність та втомну довговічність [82]. Оскільки, такі дослідження є досить значними та трудомісткими, то в даній роботі наведемо підходи щодо дослідження міцність несучої конструкції вагона-платформи з встановленим на неї контрейлером (див розділ 7).

6 ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЛОГІСТИКИ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Машинне навчання (МН, англ. Machine Learning) – це галузь штучного інтелекту, яка досліджує розробку алгоритмів та моделей, які дозволяють комп'ютерам навчатися і покращувати свою продуктивність у виконанні конкретних завдань без явного програмування [83-84].

На сьогодні штучний інтелект розкриває нові можливості для управління міжнародним транспортом вантажів, використовуючи його для оптимізації прогнозу попиту, експлуатації та обслуговування майна, а також прогнозу траєкторій руху транспортних засобів.

Дослідження в цій галузі охоплює різні аспекти, такі як прогноз попиту, операції та обслуговування активів, а також прогноз траєкторій та вчасності доставки. Моделі МН можуть аналізувати величезні обсяги даних щодо попиту та ресурсів, допомагаючи уникнути перевантаження та оптимізувати потоки вантажів. Це особливо важливо великих системах залізничних перевезень. Застосування аналізу даних через МН сприяє зменшенню часу реакції на зміни в попиті та умовах експлуатації. Швидке адаптивне управління дозволяє вантажним поїздам ефективно реагувати на несподівані ситуації, забезпечуючи стабільність системи.

Машинне навчання (рис. 31) спрощує складність управління великими обсягами вантажів, підвищуючи оперативну ефективність. Прогрес у цій галузі сприяє розвитку гнучких та інтелектуальних систем управління вантажними перевезеннями, що пристосовані до зростаючої складності завдань.

Штучний інтелект дозволяє враховувати різноманітні чинники, такі як погодні умови, ремонт інфраструктури та інші змінні, що можуть впливати на ефективність вантажних перевезень. Врахування цих факторів сприяє більш точному та адаптивному управлінню перевезеннями.

Прогнозування вартості перевезення за допомогою МН дозволяє економити кошти та оптимізацію бізнес-процесів у сфері вантажних залізничних перевезень. Врахування фінансових аспектів сприяє ефективнішій стратегічній планіфікації та бюджетуванню.

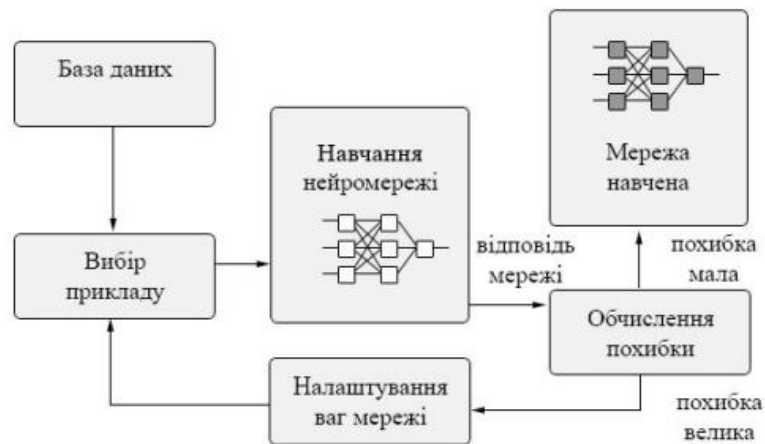


Рисунок 31 – Навчання нейронної мережі [83]

Застосування методів МН дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин та оптимізувати використання ресурсів, сприяючи сталому розвитку вантажних залізничних перевезень. Це важливий крок у напрямку зменшення екологічного впливу вантажних транспортних систем.

Машинне навчання слугує основою для вдосконалення систем моніторингу та технічного обслуговування рухомого складу, забезпечуючи безпеку та попередження можливих поломок чи збоїв [83].

Машинне навчання активно впроваджується для розв'язання завдань динамічного управління рухом поїздів, забезпечуючи точність та стабільність руху вантажних поїздів. Це важливо для уникнення аварій та оптимізації потоків руху. Управління вантажними залізничними перевезеннями за допомогою машинного навчання також сприяє створенню більш адаптивних та ресурсозберігаючих систем у порівнянні з традиційними методами.

На сьогодні розвиток гібридних моделей, які комбінують різні методи МН, стає активною областю досліджень для покращення точності прогнозування вантажних перевезень. Інтелектуальний підхід в алгоритмічних моделях машинного навчання має загальний шаблон застосування, який реалізується на кількох етапах, як показано на рис. 32.

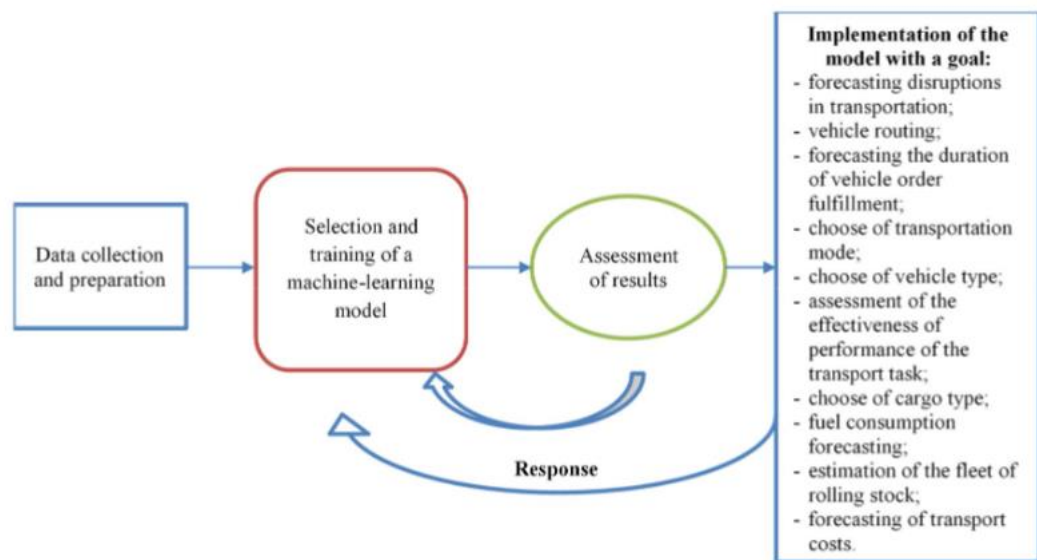


Рисунок 32 – Етапи застосування інтелектуального підходу в алгоритмічних моделях машинного навчання під час доставки вантажів [85]

Відповідно до вищенаведених можливостей, які дає використання штучного інтелекту, пріоритетні напрямки застосування алгоритмічних моделей наступні:

- прогнозування розладів у транспортуванні, де застосовується вдосконалена модель сірої нейронної мережі;
- маршрутизація транспортних засобів, де використовується модель штучної нейронної мережі;
- прогнозування тривалості виконання замовлення транспортного засобу з використанням методу адаптивного підсилення;
- вибір виду транспортування, що вирішується засобами штучних

нейронних мереж;

- вибір типу вантажу, де порівнюється ефективність різних моделей машинного навчання, таких як SVM, ANN та дерево рішень DT C5.0;

- прогнозування ефективності виконання транспортного завдання на підставі аналізу показників, таких як споживання пального, стиль водіння та погодні умови;

- визначення типу вантажу на основі інформації в рахунках підприємств, також використовуючи алгоритми машинного навчання;

- прогнозування споживання пального вантажними транспортними засобами за допомогою моделей RF, ANN та SVM. Найбільш поширені моделі машинного навчання під час доставки вантажів наведено на рис. 33.

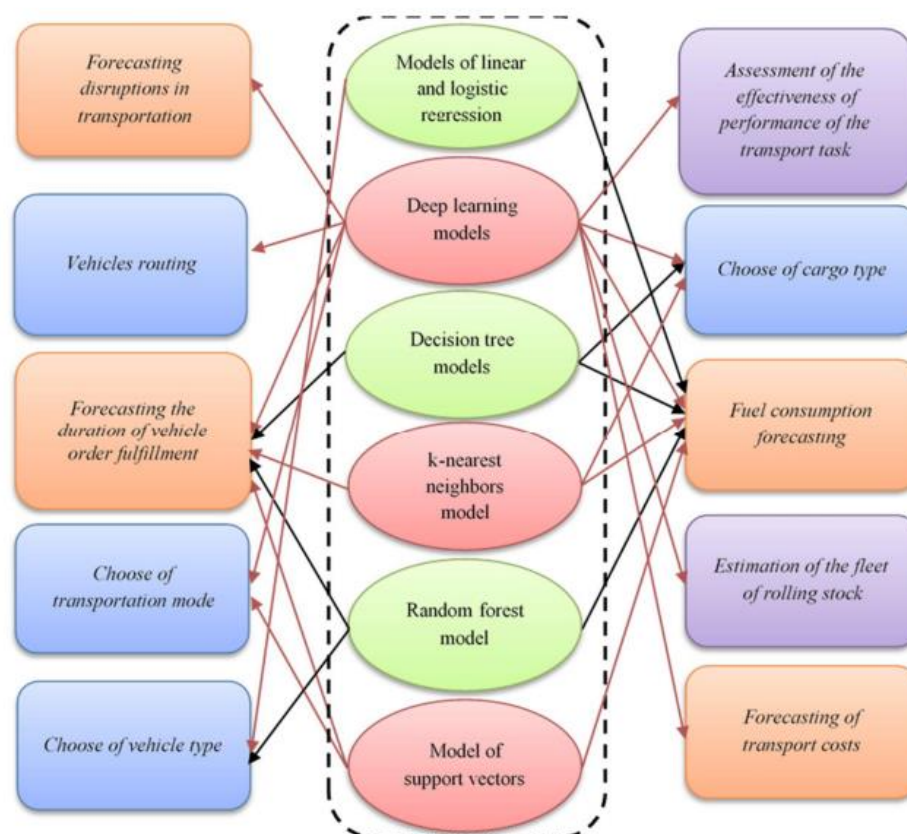


Рисунок 33 – Напрямки застосування алгоритмічних моделей машинного навчання під час доставки вантажів [85]

Моделі лінійної та логістичної регресії є найвідомішими алгоритмами регресії, що належать до моделей «з учителем». Вони можуть прогнозувати вихідну змінну на основі вхідних змінних (рис. 32).

Штучні нейронні мережі (ШНМ) та моделі глибокого навчання представляють собою групу обчислювальних та математичних моделей, побудованих за принципом функціонування біологічної нервової системи. Ваги в нейронній (числові коефіцієнти, які регулюють внесок кожного вхідного сигналу в здатність нейрона генерувати вихідний сигнал) мережі визначаються шляхом зменшення помилки між фактичним значенням та прогнозуванням. Глибокі ШНМ називають глибокими моделями навчання через кілька прихованих шарів.

Моделі дерев рішень класифікують дані на менші підмножини, де кожна підмножина містить (головним чином) відповіді одного класу («так» чи «ні»). Модель дерев рішень використовують техніку бустінгу, яка часто реалізується алгоритмами «AdaBoost» та «Gradient Boosting» для підвищення точності класифікації.

Моделі випадкового лісу – це алгоритми машинного навчання, які є однією з реалізацій техніки «Bagging».

Модель k-найближчого сусіда – це алгоритм навчання «з учителем», який використовується для регресії та класифікації. K-NN намагається передбачити правильний клас для тестових даних, обчислюючи відстань між тестовими даними та всіма точками навчального набору.

Модель опорних векторів – це алгоритм, основним завданням якого є ідентифікація багатовимірних меж, що розділяють точки даних, належать вони до різних класів.

Найбільш поширеними критеріями оцінки серед аналізованих моделей є наступні:

- абсолютна помилка MAE → мінімум;
- відносна помилка RE → мінімум;
- середньоквадратична помилка MSE → мінімум;

- квадратний корінь з середньоквадратичної помилки RMSE → мінімум;
- середньо відсоткова абсолютна помилка MAPE → максимум;
- коефіцієнт кореляції R → максимум;
- коефіцієнт детермінації R^2 → максимум;
- точність прогнозу Accuracy → максимум.

Серед груп алгоритмічних моделей машинного навчання встановлено, що лінійні та логістичні регресійні моделі є досить простими, але не завжди надають високих показників точності прогнозування; моделі глибокого навчання застосовуються досить широко у всіх визначених областях; моделі дерева рішень та випадкового лісу часто виявляють найвищі показники ефективності моделювання; моделі k-найближчих сусідів та опорних векторів підходять для використання як в класифікаційних завданнях, наприклад, вибір типу вантажу та виду транспорту, так і для передбачення витрат пального та тривалості процесу транспортування. Тобто важливо враховувати, що вибір конкретної моделі залежить від конкретного застосування та завдань.

Підсумовуючи вищенаведене, інтеграція технологій машинного навчання на залізничному транспорті дозволяє створити комплексні та інтелектуальні системи управління вантажними перевезеннями, що підвищує загальний рівень автоматизації та ефективності.

Сучасні реалії вантажних перевезень в Україні вимагають невідкладного впровадження передових технологій, зокрема штучного інтелекту та машинного навчання. Оптимальне використання цих інновацій дозволяє підвищити ефективність та автоматизацію в управлінні логістичними процесами, забезпечуючи конкурентні переваги в галузі вантажних перевезень.

7 МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ВАГОНА-ПЛАТФОРМИ З КОНТРЕЙЛЕРОМ

Контрейлери перевозяться залізницею на спеціалізованих вагонах-платформах. Однак, в зв'язку нестачею рухомого склад виконуються роботи з адаптації наявного парку вагонів під перевезення заданої номенклатури вантажів. При цьому для підвищення експлуатаційної надійності залізничного транспорту необхідним є врахуванням на цій стадії уточнених динамічних навантажень, які діють на рухомий склад. Це, в свою чергу, сприятиме забезпеченню безпеки руху при виконанні комбінованих перевезень, а також підвищенню їх ефективності.

Розглянемо випадок, при якому якщо автомобіль та напівпричіп встановлюються окремо на різних вагонах-платформах. В такому випадку під колеса заднього та переднього мостів транспортних засобів встановлюється по одному упору під одне колесо або міст із зовнішнього боку, а автомобіль загальмовується ручним гальмом. Розміщення та кріплення напівпричепа на вагоні-платформі може здійснюватися з використанням спеціального підкочувального візка [86].

У випадку кріплення колісної техніки на вагоні-платформі використовуються типові засоби (рис. 34, 35 [87]). На рис. 34 представлений гвинтовий привід, який здійснює переміщення упора в робочий стан. У неробочому стані упор міститься в панелі підлоги вагона-платформи. Упор на рис. 34 є упором жорсткої конструкції, який встановлюють в отвори в підлозі вагона-платформи.

З метою забезпечення безпеки перевезень контрейлерів на вагонах-платформах при експлуатаційних режимах навантаження виконаємо математичне моделювання динамічної навантаженості їхньої несучої конструкції за I розрахунковим режимом (ривок – розтягнення). При цьому будемо використовувати математичну модель, яка була розроблена професором Богомазом Г.І. Дана модель характеризує динамічну навантаженість довгобазної конструкції вагона-платформи з трьома контейнерами-цистернами

в разі співударяння при виконанні маневрової роботи. Тому в ході даного дослідження модель була доопрацьована.

Прийmemo, що контрейлер закріплений жорстко відносно несучої конструкції вагона-платформи, а його колісні пари та підвішування є абсолютно жорсткими. Розрахункову схему наведемо на рис. 36.

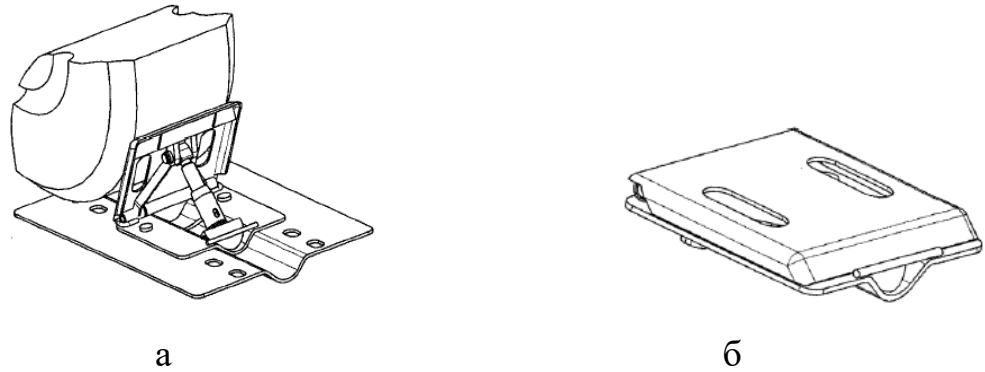


Рис. 34 – Упор колеса контрейлера із гвинтовим приводом:
а – у робочому стані; б – у транспортному положенні

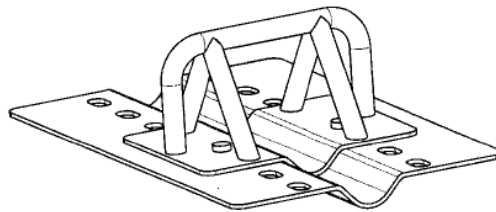


Рис. 35 – Упор контрейлера жорсткої конструкції

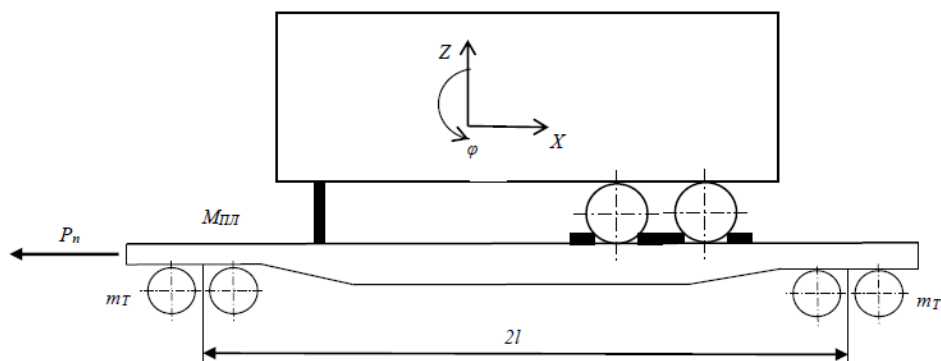


Рис. 36 – Розрахункова схема для складання математичної моделі динамічної навантаженості вагона-платформи з контрейлером

На основі рис. 36 пропишемо диференціальні рівняння руху вагона-платформи, який завантажений контрейлером:

$$M'_{\text{ПЛ}} \cdot \ddot{x}_{\text{ПЛ}} + M'_{\text{ПЛ}} \cdot \ddot{\varphi}_{\text{ПЛ}} = P_n, \quad (14)$$

$$I_{\text{ПЛ}} \cdot \ddot{\varphi}_{\text{ПЛ}} + M'_{\text{ПЛ}} \cdot h \cdot \ddot{x}_{\text{ПЛ}} - g \cdot \varphi_{\text{ПЛ}} \cdot M'_{\text{ПЛ}} \cdot h = l \cdot F_{\text{ТР}} \cdot (\text{sign}\dot{\Delta}_1 - \text{sign}\dot{\Delta}_2) + l \cdot (k_1 \cdot \dot{\Delta}_1 - k_2 \cdot \dot{\Delta}_2), \quad (15)$$

$$M'_{\text{ПЛ}} \cdot \ddot{z}_{\text{ПЛ}} = k_1 \cdot \Delta_1 + k_2 \cdot \Delta_2 - F_{\text{ТР}} \cdot (\text{sign}\dot{\Delta}_1 - \text{sign}\dot{\Delta}_2), \quad (16)$$

$$\text{де} \quad \Delta_1 = z_{\text{ПЛ}} - l \cdot \varphi_{\text{ПЛ}}, \quad (17)$$

$$\Delta_2 = z_{\text{ПЛ}} + l \cdot \varphi_{\text{ПЛ}}, \quad (18)$$

$M'_{\text{ПЛ}}$ – маса бруто конструкції вагона-платформи m ; P_n – величина поздовжньої сили, що діє на автозчеп вагона-платформи, κH ; l – половина бази вагона-платформи, m ; $I_{\text{ПЛ}}$ – момент інерції вагона-платформи, $m \cdot m^2$; k_1, k_2 – жорсткість пружин ресорних комплектів візків вагона-платформи (візок моделі 18-100), $\kappa H/m$; $F_{\text{ТР}}$ – абсолютне значення сили сухого тертя у ресорному комплекті візка, κH ; h – висота центру ваги завантаженої платформи, m ; x_i, φ_i, z_i – координати, що визначають переміщення вагона-платформи відносно відповідних вісей, m .

Розв'язок диференціальних рівнянь будемо виконувати в програмному середовищі MathCad [90]. При цьому зведено їх до нормальної форми Коші, а після цього проінтегруємо за допомогою методу Рунге-Кутта.

Прийmemo початкові переміщення та швидкості рівними нулю. Вхідними параметрами математичної моделі є технічні характеристики вагона-платформи, контрейлера та значення поздовжньої сили, що діє на передні упори автозчепу (2,5 МН). Врахуємо, що вантажопідємність контрейлера становить 20 т.

В результаті досліджень було встановлено, що прискорення, яке діє на несучу конструкцію вагона-платформи з контрейлером складає близько 32 м/с^2 .

У випадку наявності переміщень контрейлера відносно рами вагона-платформи, математична модель для визначення її динамічної навантаженості прийме вигляд:

$$M'_{\text{ПЛ}} \cdot \ddot{x}_{\text{ПЛ}} + M_{\text{ПЛ}} \cdot \ddot{\varphi}_{\text{ПЛ}} = P_n - F_{\text{ТР}}^{\text{к}}, \quad (19)$$

$$I_{\text{ПЛ}} \cdot \ddot{\varphi}_{\text{ПЛ}} + M'_{\text{ПЛ}} \cdot h \cdot \ddot{x}_{\text{ПЛ}} - g \cdot \varphi_{\text{ПЛ}} \cdot M_{\text{ПЛ}} \cdot h = l \cdot F_{\text{ТР}} \cdot (\text{sign} \dot{\Delta}_1 - \text{sign} \dot{\Delta}_2) + l \cdot (k_1 \cdot \dot{\Delta}_1 - k_2 \cdot \dot{\Delta}_2), \quad (20)$$

$$M_{\text{ПЛ}} \cdot \ddot{z}_{\text{ПЛ}} = k_1 \cdot \Delta_1 + k_2 \cdot \Delta_2 - F_{\text{ТР}} \cdot (\text{sign} \dot{\Delta}_1 - \text{sign} \dot{\Delta}_2), \quad (21)$$

$$m_i \cdot x_i + (m_i \cdot z_{ci}) \cdot \ddot{\varphi}_i = F_{\text{ТР}}^{\text{к}}, \quad (22)$$

$$I_i \cdot \ddot{\varphi}_i + (m_i \cdot z_{ci}) \cdot \ddot{x}_i - g (m_i \cdot z_{ci}) \cdot (\varphi_{\text{ПЛ}} - \varphi_i) = 0, \quad (23)$$

$$m_i \cdot \ddot{z}_{\text{ПЛ}} = 0, \quad (24)$$

де $F_{\text{ТР}}^{\text{к}}$ – сила тертя, що виникає між рамою вагона-платформи та контейнером, κH ; $M_{\text{ПЛ}}$ – маса несучої конструкції вагона-платформи m ; m_i – маса контрейлера, m ; z_{ci} – висота центру ваги контрейлера, m ; I_i – момент інерції контрейлера, $m \cdot \text{м}^2$.

В результаті проведених розрахунків за допомогою наведеної математичної моделі вдалося встановити, що, з урахуванням можливих переміщень між контрейлером та рамою вагона-платформи максимальне прискорення, яке діє на контрейлер у поздовжній площині, становить близько 42 м/с^2 , а на вагон-платформу – близько 40 м/с^2 . Отже, у випадку переміщення контрейлера відносно несучої конструкції вагона-платформи максимальні прискорення, які діють на неї, збільшуються на 20 % порівняно з жорсткою схемою закріплення контрейлера.

Отримані значення прискорень, які діють на несучу конструкцію вагона-платформи з контрейлером при експлуатаційних режимах навантаження, можуть бути використані для розрахунку на міцність несучої конструкції

такого вагона.

Тепер перейдемо до можливості удосконалення розрахункової моделі моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з напівпричепом, оскільки при побудові вищенаведеної розрахункової моделі вагона-платформи з напівпричепом нами було знехтуваного пружно-дисипативними властивостями його коліс та підвішування.

Очевидно, що при перевезенні колісної техніки наявність пружних елементів в їхньому підвішуванні та взаємодія пневматичних коліс з упорами вагона-платформи призводять до виникнення додаткових динамічних навантажень на неї. У зв'язку з цим доцільно оцінити ступінь впливу таких додаткового динамічного навантаження на несучі конструкції вагонів-платформ для контрейлерних перевезень.

При розробці розрахункових моделей використаний метод підсистем. У модель у вигляді підсистеми включимо твердотільну модель візка типу 18-100. Дана модель буде являти собою систему твердих тіл, пов'язаних силовими елементами і шарнірами [91-94].

Створимо два варіанти динамічні моделі вагона-платформи, завантаженої напівпричепом, що відрізняються ступенем деталізації опису їхньої взаємодії:

- перший варіант передбачає уточнений опис пружно-дисипативних властивостей автомобільного колеса при його взаємодії з упором рами шляхом введення між ними спеціальних пружно-дисипативних елементів (рис. 37) [95];

- друга модель відрізняється від першого варіанту введенням додаткових пружно-дисипативних елементів між віссю та кузовом напівпричепа. Ці пружно-дисипативні елементи моделюють пневмопідвіску напівпричепа.

При цьому раму вагона-платформи представимо абсолютно твердим тілом.

Перший варіант схеми динамічної навантаженості вагона-платформи з напівпричепом виглядає наступним чином:

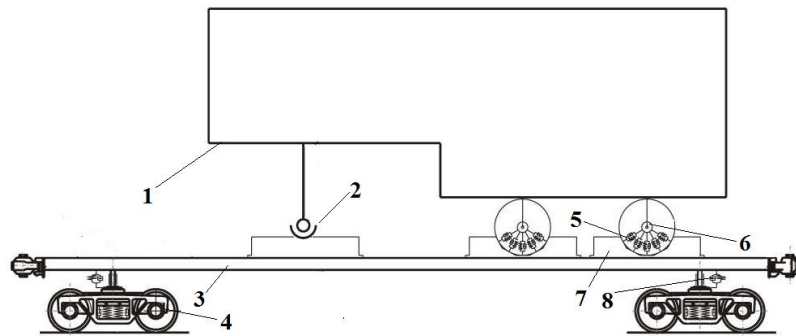


Рис. 37 – Удосконалена розрахункова схема моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з напівприцепом з врахуванням пружно-дисипативних властивостей його коліс: 1 – напівпричіп; 2 – моделювання кріплення напівпричепа до рами; 3 – вагон платформа; 4 – візок; 5 – розрахункова модель колеса напівпричепа; 6 – вісь колеса напівпричепа; 7 – колісні упори; 8 – розрахункова модель підвішування візка

Другий варіант схеми динамічної навантаженості вагона-платформи з напівприцепом виглядає наступним чином (рис. 38):

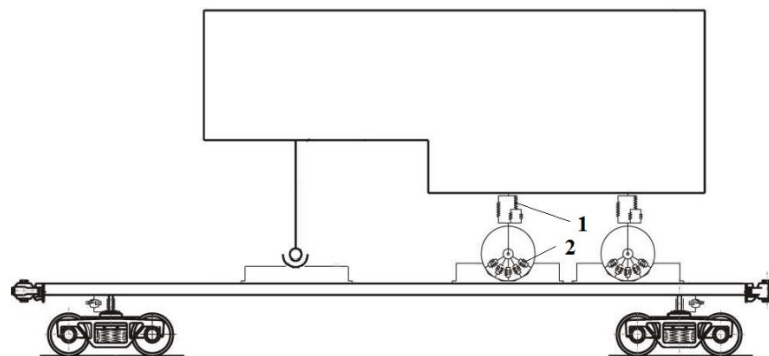


Рис. 38 – Удосконалена розрахункова схема моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з напівприцепом з врахуванням пружно-дисипативних властивостей його коліс та елементів підвішування: 1 – розрахункова модель підвішування напівпричепа; 2 – розрахункова модель колеса напівпричепа

Наведемо детальніше розрахункову модель колеса та підвішування напівпричепа (рис. 39):

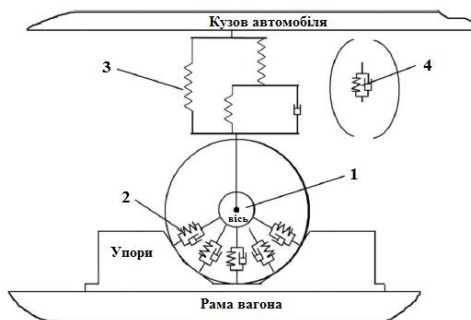


Рисунок 39 – Схема динамічної моделі взаємодії напівпричепа з рамою вагона-платформи: 1 – твердотільна модель осі коліс напівпричепа; 2 – пружно-дисипативний елемент, що моделює взаємодію пневматичного колеса з упором; 3 – спеціальний пружно-дисипативний елемент, що моделює пневморесору напівпричепа; 4 – пружно-дисипативний елемент, що моделює підвіску коліс напівпричепа, не обладнаного пневморесорою

З врахування рис. 35, 36 спрощена математична модель взаємодії напівпричепа з рамою вагона буде мати наступний вигляд:

$$m_i \cdot \ddot{x}_{ci} + M_{\text{ПЛ}} \cdot \ddot{\varphi}_{\text{ПЛ}} = P_n, \quad (24)$$

$$m_i \cdot \ddot{z}_{ci} + 4\beta_{ci} \cdot \dot{z}_{ci} + 12k_i \cdot z_{ci} - 16k_{ui} \cdot z_{oi} - 16\beta_{ki} \cdot \dot{z}_{oi} = k_1 \cdot \Delta_1 + k_2 \cdot \Delta_2 - F_{\text{ТР}} \cdot (\text{sign}\dot{\Delta}_1 - \text{sign}\dot{\Delta}_2), \quad (25)$$

$$J_i \cdot \ddot{\varphi}_{ci} + 4\beta_{ci} \cdot a_i^2 \cdot \dot{\varphi}_{ci} + 12k_i \cdot a_i^2 \cdot \varphi_{ci} - 6k_{ui} \cdot a_i \cdot z_{oi} + 6k_{ui} \cdot a_i \cdot z_{oi+1} - 6\beta_{ui} \cdot a_i \cdot \dot{z}_{oi} + 6\beta_{ui} \cdot a_i \cdot \dot{z}_{oi+1} + M'_{\text{ПЛ}} \cdot h \cdot \ddot{x}_{\text{ПЛ}} - g \cdot \varphi_{\text{ПЛ}} \cdot M_{\text{ПЛ}} \cdot h = l \cdot F_{\text{ТР}} \cdot (\text{sign}\dot{\Delta}_1 - \text{sign}\dot{\Delta}_2) + l \cdot (k_1 \cdot \dot{\Delta}_1 - k_2 \cdot \dot{\Delta}_2), \quad (26)$$

де k_i – жорсткість підвішування напівпричепа, кН/м ; k_{ui} – жорсткість шини напівпричепа, кН/м ; β_{ci} – коефіцієнт демпфування пружин підвішування напівпричепа, $\text{Кн}\cdot\text{с/м}$; β_{ui} – коефіцієнт демпфування шин коліс напівпричепа, $\text{Кн}\cdot\text{с/м}$; x_{ci} , φ_{ci} , z_{ci} – координати, що визначають переміщення контрейлера відносно відповідних вісей, м ; z_{oi} – координати, що визначають переміщення осі колеса, м ; a_i – відстань від центру ваги контрейлера до відповідної пружини підвішування контрейлера, м .

Вищенаведену математичну модель можна використати для визначення динамічних навантажень, що діють на раму вагона-платформи в п'ятниковій зоні, зоні ковзунів, фітингових опор та в зонах плям контакту з колеса напівпричепа. Дослідження можна виконувати у випадку завантаженого та порожнього стану поїзда.

Також на основі вищенаведених розрахункових схеми динамічної навантаженості вагона-платформи з напівприцепом можна розробити схему моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з тягачем та напівприцепом з врахуванням пружно-дисипативних властивостей їхніх коліс та елементів підвішування. Представимо її на рис. 40

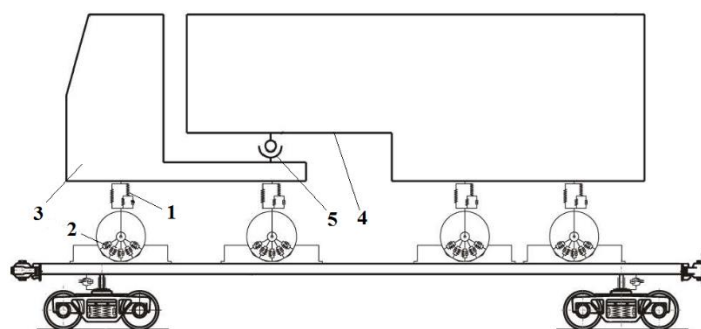


Рис. 40 – Удосконалена розрахункова схема моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з тягачем та напівприцепом з врахуванням пружно-дисипативних властивостей його коліс та елементів підвішування: 1 – розрахункова модель підвішування тягача; 2 – розрахункова модель колеса тягача; 3 – тягач; 4 – напівприцеп; 5 – вузол з'єднання напівпричепа та тягача

Наступним етапом після складання удосконалених розрахункових схем та математичних моделей взаємодії вагона-платформи з тягачем та напівприцепом є розрахунок на міцність несучої конструкції такого вагона з встановленням рівня напружень, що виникають в зварних з'єднаннях. Такий розрахунок проводився з використанням деталізованої пластинчастої кінцево-елементної моделі несучої конструкції вагона-платформи в динамічній постановці [96-100].

Напрямок подальшого удосконалення розрахункової схеми динамічної навантаженості вагона-платформи з напівприцепом є врахування в ній впливу нерівностей рейкової колії.

ВИСНОВКИ

Одним з пріоритетних напрямків європейської транспортної політики на даний час та на наступні роки є розвиток системи сучасних вантажних контрейлерних перевезень, оскільки особлива увага в Європейському Союзі приділяється збереженню екології навколишнього середовища від шкідливих викидів, забезпеченню безпеки життєдіяльності людей. Тому в роботі показано, що для інтеграції українських залізниць до міжнародної транспортної мережі та подальшого розвитку вантажних перевезень міжнародними транспортними коридорами, необхідним є формування мережі регулярних контрейлерних перевезень в напрямку Україна-ЄС з використанням прогресивних технологій у перевізному процесі. Доцільність таких перевезень вбачається ще й для розвантаження автошляхів, які в нашій державі не найкращої якості, можуть блокуватися перевізниками сусідніх держав, забезпечення стабільного вантажного сполучення з Європейським Союзом в умовах пандемії коронавірусу, яка то зникає, то знову набирає обертів в інших формах.

В зв'язку з цим в роботі вирішені наступні завдання:

- проаналізовані основні переваги та недоліків застосування технології контрейлерних перевезень;
- досліджено досвід Росії при організації міжнародних контрейлерних перевезень, проблеми з якими там зіткнулися та перспективи подальшого розвитку такого виду перевезень;
- досліджено європейський досвід організація контрейлерних перевезень та використання при цьому різних технологічних рішень. Встановлені основні переваги та недоліки наявний на даний час систем контрейлерних перевезень. Також проведено порівняння різних систем контрейлерних перевезень між собою для вибору з них найбільш оптимальних при впровадженні на українських залізницях.

- розглянуто історію виникнення, розвитку контрейлерних перевезень в Україні та їхній сучасний стан;
- проведено встановлення оптимальних параметрів вагона-платформи для виконання контрейлерних перевезень по території України та у сполученні Україна-ЄС;
- показані можливості і переваги у використанні штучного інтелекту для покращення логістики контрейлерних перевезень;
- проведено моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з контрейлером в ході якого було встановлено прискорення, які діють на вагон-платформу та контрейлер у поздовжній площині у випадку його переміщення відносно несучої конструкції вагона-платформи та при жорсткій схемі закріплення. Також було розроблено удосконалені розрахункові моделі напівпричепа та тягача з напівприцепом для моделювання динамічної навантаженості вагона-платформи з ними.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що контрейлерні перевезення в міжнародному сполученні для України за новими технологіями повинні бути реалізовані найближчими роками, поступово замінюючи застарілі, екологічно й експлуатаційно небезпечні. Опанування сучасних перевізних технологій відкриє перед залізницями України нові можливості у збільшенні обсягів вантажних перевезень міжнародними транспортними коридорами. Застосування при цьому штучного інтелекту в організації та контролі перевезень дозволяє оптимізувати маршрути, підвищує ефективність ресурсів та забезпечує точну аналітику для прийняття швидких та інформованих рішень у галузі транспортної логістики. Це сприяє економії часу та ресурсів, підвищенню безпеки перевезень і зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кузьмин Д.В. Организация региональной сети контрейлерных терминалов / Д.В. Кузьмин: дис. канд. техн. наук: 05.22.01. – Москва: 2015. – 166 с.
2. Чубуков А.В. Организация контрейлерных перевозок в России и в мире / А.В. Чубуков. Изв. ПГУПС. – 2010. – Вып. 2. – С. 44-54.
3. Дугин Г.С. Контрейлерные перевозки / Г.С. Дугин // Вестник транспорта. – 2017. – № 7. – с. 33-34.
4. Литвин О.В. Порівняльна характеристика існуючих систем організації контрейлерних перевезень у світі / О. В. Литвин // Вісник Національного транспортного університету. – 2015. – № 31. – с. 324-332.
5. Баланов В.О. Розвиток контрейлерних перевезень в Україні та досвід перевезень в європейських країнах / В.О. Баланов // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. – 2012. – Вип. 4. – с. 5-8.
6. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/28581.html>.
7. Прейгер Д. Реалізація транзитного потенціалу України як фактор зміцнення економічних зв'язків між Європою та Азією / Д. Прейгер, Я. Жаліло, О. Собкевич, О. Смсльянова // Економіка України. – 2012. – № 4. – с. 47-59.
8. Кузьмин Д.В. Актуальные проблемы организации контрейлерных перевозок в условиях рынка / Д.В. Кузьмин, А.Л. Белых // Современные проблемы транспортного комплекса России, 2013. №4 С.153-156.
9. Кузьмин Д.В. Проблемы транспортной системы Москвы, вызванные автомобилизацией: их причины и пути решения / Д.В. Кузьмин, В.В. Багинова // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – №2. – С. 79-82.
10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gloriacargo.com/blog/2018/09/20/chto-takoe-kontrejlernye-perevozki-dlya-chego-ispolzuyutsya/>.

11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zbs.lutsk.ua/news/pereviznykam/konteinerni-perevezennya-ta-parametry-morskykh-kontaineriv/>.
12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.railinsider.com.ua/czts-lysky-ne-zaczikavlenyj-v-kontrejlnyh-perevezenyah-ekspert/>.
13. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ukrinform.com/rubric-economy/2432559-v-ukraini-zapustat-kontrejlni-perevezennasob-rozvan-taziti-avtoslahiv.html>
14. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/26764/1/012-034-037.pdf>.
15. Концепция организации контрейлерных перевозок на «пространстве 1520». Москва, 2011 – 149 с.
16. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://логополис.рф/wp-content/uploads/2015/12/Статья-В.А.Гапановича-в-журнале-РЖД-Партнер.pdf>.
17. Концепция организации контрейлерных перевозок «на пространстве 1520 мм» [принята объединенным ученым советом ОАО «РЖД» 22.03.2012].
18. Платонова М. АО «ФГК» впервые запустило перевозки контейнеров на контрейлерных платформах /М. Платонова // Гудок, 2016.
19. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gudok.ru/content/freighttrans/1354918/>.
20. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gudok.ru/content/freighttrans/1354918/>.
21. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/399827>
22. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://seanews.ru/2020/02/21/ru-novuju-kontrejlnuju-platformu-zapustili-v-seriju/>.
23. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--1520-u4d3ahgsb9pe.xn--plai/wagon/1918/>.
24. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--jlai bu.xn--plai/>.
25. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/564189218>.
26. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://>

//seanews.ru/2020/10/01/ru-pro-otpravku-kontrejlera-tuda/.

27. Колик А.В. Комбинированные железнодорожно-автомобильные перевозки в цепях поставок / А.В. Колик. – Москва: изд-во «Техполиграфцентр», 2018 г. – 301с.

28. Скорченко М.Ю. Зарубежный опыт организации регулярного контейнерного сообщения /М.Ю. Скорченко. Ростовский государственный университет путей сообщения, Ростов-на-Дону, – 2018, – с. 19-42.

29. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uirr.com/en/road-rail-ct.html>.

30. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cargo.rzd.ru/news/public/ru?STRUCTURE_ID=658&layer_id=3328&id=81238.

31. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI\(2017\)614625](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI(2017)614625).

32. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-resilient-energy-union-with-a-climate-change-policy/file-jd-eurovignette-directive-revision>.

33. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e100.eu/ru/blog/biznes/evropa-novaya-direktiva-o-evrovinete>.

34. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cipra.org/en/media-releases/eurovignette-directive-renewed-postponement-at-the-expense-of-climate-protection-and-population>.

35. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e100.eu/ru/blog/logistika/gruzoperevozki-2021-k-kakim-izmeneniyam-gotovitsya-kompaniyam>.

36. [Электронный, ресурс]. – <http://www.lohr.fr/ru/lohr-railway-system/терминалы-системы-lohr>.

37. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.flexiwaggon.se/models>.

38. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kockumindustri.se/en-us/our-products/productdetail/?categoryid=3&productid=11>.

39. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.es/84770174->

Introduccio-a-l-exportacio-maritima.html.

40. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zukunft-mobilitaet.net/1291/konzepte/konzept-gueterumschlag-cargoroo-resorail-isu-auflieg>.

41. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=ZcFT2L2_6SA.

42. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.railway-research.org/IMG/pdf/023.pdf>.

43. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zukunft-mobilitaet.net/2865/analyse/verladung-modalohr-auflieger-lkw-ro-ro-rolle-landstrasse/>.

44. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zukunft-mobilitaet.net/163171/konzepte/nikrasa-umschlag-sattelaufleger-bahn-kombinierter-verkehr/>.

45. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bayernhafen.com/nikrasa/>.

46. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pressebox.de/pressemitteilung/lkz-prien-gmbh/NiKRASA-macht-nicht-kranbare-Trailer-kranbar/boxid/705506>.

47. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.halloherne.de/artikel/auswaertsspiel-fuer-die-wanne-herner-eisenbahn-30891.htm>.

48. Самойленко Н.И. Транспортные системы большой размерности: монография / Н. И. Самойленко, А. А. Кобец. под ред. Н. П. Самойленко. – Х.: НТМТ. 2010. – 212 с.

49. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://present5.com/1-upravlenie-transportnymi-sistemami-chast-2-2/>.

50. Петренко О.І. Контрейлерні перевезення як інструмент розвитку інтегрованих транспортних систем / О.І. Петренко, О.І. Горбенко // Економіка та держава. – 2017. – № 5. – С. 70-74.

51. Котенко А.М. Підвищення ефективності контрейлерних перевезень вантажів / А.М. Котенко, П.С. Шилаєва, А.В. Світлична // Вісник

Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Нові рішення у сучасних технологіях. – 2012. – № 33. – С. 87-95.

52. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.zr.ru/content/news/101380-na_gruzovike_po_zheleznoj_doroge/.

53. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nvc-vagon.ru/info/performance_attributes/?id=121&page=3.

54. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.zr.ru/content/articles/101380-na_gruzovike_po_zheleznoj_doroge/.

55. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autocentre.ua/ua/kommercheskie/novinka-kommercheskie/poezda-viking-budut-hodit-chashhe-88921.html>.

56. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги. Тарифне керівництво №1. Затв.: Наказ Мінтрансу та зв'язку України № 317 від 26.03.2009.

57. Гусейнов Р.Р. Техничко-технологические параметры железнодорожных станций, обслуживающих контейнерный терминал [Рукопись]: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Р.Р. Гусейнов; Москов. гос. ун-т путей сообщ. - М., 2015. – 217 с.

58. Костюченко Л. Движение без барьеров / Л. Костюченко // Деловой журнал РЖД Партнер. 2012. – Специальный выпуск. – С. 40-41.

59. Котляренко А.Ф. К логистическим технологиям смешанных перевозок / А.Ф. Котляренко, П.В. Куренков // Логистика, 2002. №3 – С. 8-10.

60. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cfts.org.ua/news/2020/02/24/poezd_viking_v_yanvare_uvelichil_perevozki_konteynerov_na_21_57477.

61. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autocentre.ua/ua/kommercheskie/novinka-kommercheskie/poezda-viking-budut-hodit-chashhe-88921.html>.

62. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vikingtrain.com/about/news?page=6>.

63. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/tr/tr_rik/tr_rik_u/op_vant_vt_u.htm.
64. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eurostatica.com/services/state/>.
65. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eurostatica.com/news/509/>.
66. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/29666.html>.
67. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cfts.org.ua/news/2018/05/05/ukrzaliznytsya_i_vengerskaya_mav_dogovorilis_razvivat_kontreylernye_perevozki_47100.
68. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://news.rambler.ru/ukraine/39899120/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink.
69. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fru.ua/ua/media-center/news/fru/fru-prodovzhue-robotu-po-zaprovadzhennyu-kontrejlernikh-perevezhen-mizh-ukrajinoyu-ta-es>.
70. Рикованова І.С. Контрейлерні перевезення: європейський досвід та проблеми і перспективи розвитку в Україні / І.С. Рикованова // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Випуск 32, 2020, – С. 74-80.
71. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://diit.edu.ua/diit/documentation/news/01-11-2023-S36B-tom-1.pdf>.
72. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://minprom.ua/news/295589.html>.
73. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3761860-ukrzaliznica-gotue-marsruti-perevezen-do-avstrii-z-rail-cargo-austria.html>.
74. Стратегічні напрями розвитку транспортної галузі України у післякризовий період: аналіт. доп. / Д. К. Прейгер, О. В. Собкевич, О. Ю. Смелянова; за заг. ред. Я. А. Жаліла. – К. : НІСД, 2012. – 112 с.

75. Волинец Л.Н. Концептуальные аспекты формирования мультимодальных перевозок в условиях глобализации / Л.Н. Волинец // Экономика и управление на транспорте. – К.: НТУ, 2018. – Вып. 7 – С. 121 – 132.

76. Волинец Л.М. Удосконалення взаємодії різних видів транспорту в сучасних умовах / Л.М. Волинец, В.М. Гурнак // Економіка та управління на транспорті. – 2018. – № 6. – С. 100-106.

77. Огороков А.М. Аналіз перспектив розвитку ринку контрейлерних перевезень в Україні / А.М. Огороков // Транспортні системи та технології перевезень: збірник наукових праць НДУЗТ імені академіка В. Лазаряна. – 2015. – Вип. 10. – С. 98-104.

78. Інструкції з перевезення негабаритних і великовагових вантажів залізницями України. Затверджена наказом Міністерства транспорту та зв'язку України №1026 від 23 листопада 2004 року. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Міністерства інфраструктури України №138 від 8 червня 2011 року.

79. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Loading_gauge](https://en.wikipedia.org/wiki>Loading_gauge).

80. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Talk%3ALoading_gauge.

81. Мануева М.В. Обоснование конструктивных схем подвижного состава для организации перевозки автопоездов и колесной техники / М.В. Мануева, Д.Ю. Расин, Д.Я. Антипин, С.Н. Ашуркова // Вестник Брянского государственного технического университета, Транспорт, № 2 (87) – 2020 – С. 34-42.

82. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/998_227#Text.

83. ДСТУ Б В.2.3-29:2011 Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм (ГОСТ 9238-83, MOD). Прийнято та надано чинності: наказ Мінрегіону України від 30.12.2011 р. № 464, чинний

3 2012-12-01, с. 33.

84. Регламент по погрузке и креплению автопоездов, автомобилей, полуприцепов и прицепов, тягачей на специализированных платформах модели 13-996 (утв. протоколом годового совещания по делам российскофинляндского железнодорожного сообщения от 5 декабря 2013 г.).

85. Limon Barua, Bo Zou, Yan Zhou. Machine Learning for International Freight Transportation Management: A Comprehensive Review. *Research in Transportation Business & Management*, Volume 34, March 2020, 33 p.

86. Машинне навчання: комп'ютерний практикум з дисципліни «Машинне навчання» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» (освітня програма «Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем»)/ Л.М. Олещенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 92 с.

87. Viktoriia Kotenko. Algorithmic models of machine learning to the freight transportation process. *Vinnitsia National Technical University 95, Khmelnytsky highway, Vinnitsia, 21021, Ukraine, Vol. 3, No. 2, 2022, pp. 11-21.*

88. Киселева Э.В. Математическое программирование: учеб. пособие / Э.В. Киселева, С.И. Соловьева. – Новосибирск: НГАСУ, 2005. – 104 с.

89. Поршнева С. В. Численные методы на базе MathCAD / С. В. Поршнева. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 464 с.

90. Kondratiev A.V. Relationships between the ultimate strengths of polymer composites in static bending, compression, and tension / A.V. Kondratiev, V. E. Gaidachuk, M.E. Kharchenko. *Mechanics of Composite Materials*. 2019, Vol. 52, Iss. 2. P. 259-266. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11029-019-09808-x>.

91. Nikitchenko A. Evaluation of Interaction Between Flat Car and Container at Dynamic Coupling of Flat Cars / A. Nikitchenko, V. Artiukh, D. Shevchenko, R. Prakash. *MATEC Web of Conferences*. 2016, Vol. 73. P. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1051 /matecconf/20167304008>.

92. Дьомін Ю.В. Динаміка порожнього вагона і безпека руху поїзда / Ю.В.

Дьомін, Г.Ю. Черняк // Зал. тр. України. – 2007. – №3. – С. 50-52.

93. Дьомін Ю.В. Моделювання динаміки вантажного вагона в аварійній ситуації / Ю.В. Дьомін, Р. Ю. Дьомін, Г. Ю. Черняк // Зал. тр. України. – 2008. – №4. – С. 7-9.

94. Kobishchanov V.V. Long-based flat-cars for piggyback transportations/ V.V. Kobishchanov, D.Ya. Antipin, M.V. Sudareva // World of Transport. – № 4. – pp. 66-70.

95. Kobishchanov V.V. Long-based flat-car / V.V. Kobishchanov, D.Ya. Antipin, M.V. Manueva // Railway Transport. – 2011. – №9. – pp. 65.

96. Manueva M.V. Substantiation of efficient flat-car design for transportation of road-trains and large – capacity containers/ M.V. Manueva// Bulletin of ARR1ERC. –2011.- №4. – pp. 53-55.

97. Antipin D.Ya. Dynamic load of flat-car frame for transportation of large-capacity containers and road trains/ D.Ya. Antipin. V.V. Kobishchanov, M.V. Manueva // World of Transport and Technological Machinery – 2011. – №2 (33). – pp. 73-78.

98. Pogorelov D.Yu. Simulation of Rail Vehicle Dynamics with Universal Mechanism Software // Rail vehicle dynamics and associated problems. Gliwice: Silesian University of Technology. – 2005. – P. 13-58.

99. Урсуляк Л.В. Використання програмних комплексів для моделювання динаміки рухомого складу / Л.В. Урсуляк, С.А. Костриця, А.Я. Кузишин // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: зб. матеріалів 79 Міжнародної науково-практичної конференції. ДНУЗт ім. ак. В. Лазаряна, Дніпро, 16-17 травня 2019 р. Дніпро, 2019 – С. 107-108.