

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**  
Навчально-науковий інститут транспорту та будівництва  
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до кваліфікаційної роботи  
освітнього ступеня магістр

галузі знань 27 – «Транспорт»  
спеціальності 275 Транспортні технології (за видами)  
спеціалізації 275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

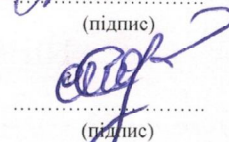
на тему: «Підвищення ефективності контейнерних перевезень на залізниці»

Виконав: здобувач вищої освіти групи ОПЗТ-19зм  
Семенова Г.В.



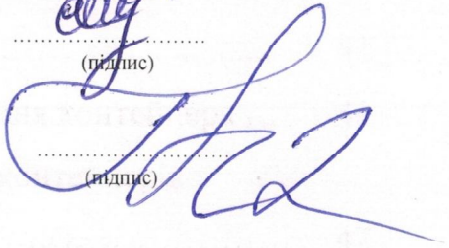
.....  
(підпис)

Керівник: доц. Сорока С.І.



.....  
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.



.....  
(підпис)

Рецензент: *Разанцева А.К.*

.....  
(підпис)

Для постановки і рішення задачі підвищення ефективності транспортування великотоннажних контейнерів було проведено аналіз вагонів-платформ для контейнерних перевезень, що випускаються в різних країнах, який дозволив виявити наступне.

Вагони-платформи, рама яких складається з несучих боковин і має низько опущену колодцеобразну форму, виробляються в США і Китаї, і експлуатуються на дорогах, де розміри габариту рухомого складу дозволяють перевозити контейнери в два яруси. У 1977 р американська фірма «ACF» розробила для залізниці «Southern Pacific» спеціалізовані вагони-платформи для перевезення великотоннажних контейнерів у два яруси. Платформи з'єднані в трьох- або п'ятивагонні зчленовані секції, між якими встановлені жорсткі зчипки, так як в місцях зчленування відбувається спирання кузова вагона на візок для можливості встановлення контейнерів над місцями зчленування вагонів. Кожна тривагонна секція при довжині 54,12 м і тарі 54,4 т може перевозити шість контейнерів, тоді як для перевезення тих же шести великотоннажних 40-футових контейнерів (по 12,2 кожен) буде потрібно зчипка з трьох фітингових платформ довжиною 81 м і масою тари 90 т. У 1985 р фірма «Gunderson» поставила залізниці «Burlington Northern» 100 п'ятивагонних зчленованих секцій типу «Turin-Pack» для перевезення контейнерів у два яруси в складі маршрутних поїздів.

Довжина цієї секції складає 80,8 м при ширині 2920 мм. Розміри колодязя в міжтележечном просторі дозволяють розмістити в ньому один контейнер довжиною 12190 мм або два контейнера довжиною 6058 мм при ширині 2480 мм. Висота вагона з порожніми контейнерами від рівня головок рейок становить 6080 мм при масі тари 78,5 т, вантажопідйомність 227 т і навантаження від осі на рейки 30 тс. В колодязях цієї секції можна перевозити або один 40 - футовий, або два 20 - футових контейнера, а на верхньому ярусі один 48- футовий контейнер. В Україні цей спосіб перевезення 48-футових контейнерів не застосовують через обмеження висоти підвіски контактного проводу.

Платформи для двох'ярусного перевезення контейнерів фірми Gunderson типів: Husky - Stack 2 + 2, Husky - Stack Standalone Double - Stack Car, призначені для перевезення в два яруси контейнерів на одній платформі. Вантажопідйомність першого з цих вагонів (2 контейнера на нижньому ярусі і два контейнера на верхньому) становить 70,65 т, а другого - 74,7 т.

В кінці 90-х років фірма National Steel Car побудувала вагон-платформу для двох'ярусного перевезення контейнерів вантажопід'ємністю 77,4 т з довжиною колодязя 15 м, в який можуть бути поміщені або два 20 футових контейнера, або по одному 40 футовому або 48 футовому контейнері.

Компанія Greenbrier модернізувала вагон для перевезення контейнерів з навантаженням в два яруси. Новий Maxi-Stack IV являє собою зчленований вагон-платформу з трьох секцій довжиною по 16,2 м, на які можна вантажити контейнери всіх розмірів, в тому числі по два довжиною 6 м. Новий вагон також придатний для перевезення автомобілів [19, 20].

Поряд з двоярусним перевезенням контейнерів в США широко застосовуються вагони платформи зчленованого типу, проте аналіз зарубіжних даних по залізничних перевезеннях великотоннажних контейнерів у два яруси показує, що їх розвиток йде, в основному, по шляху створення нових конструкцій спеціалізованих платформ з більш високими погонними навантаженнями, вантажопідйомністю і меншою масою тари.

Прийнятий в країнах Європи габарит рухомого складу не дозволяє встановлювати контейнери в два яруси, тому в основному застосовуються вагони-платформи у вигляді рівнопрочної балки. Широко застосовуються вагони-платформи зчленованого типу з загальними ходовими частинами.

Вагони-платформи, що випускаються в Росії і на Україні, мають раму в формі рівнопрочної балки з несучими боковими балками, а також можуть виконуватися з хребтовою балкою. Вагони-платформи зчленованого типу в наших країнах поки не застосовуються з-за відсутності виробництва такого рухомого складу на території України, проте його застосування могло б сприяти зниженню дефіциту платформ для перевезення великотоннажних

контейнерів. В даний час в Росії і на Україні контейнери перевозять в один ярус. Проведений аналіз рухомого складу для перевезення контейнерів виявив, що можна зробити умовну класифікацію вагонів-платформ для перевезення великотоннажних контейнерів наступним чином:

1 Вагони-платформи, призначені для проходження в поїздах будь-якої довжини і маси.

Платформи можуть виготовлятися з вантажною довжиною 40, 60 і 80 футів, мати конструкційну швидкість руху 120 км/год і експлуатуватися на візках 18-100.

Рама вагона-платформи з вантажною довжиною 40 футів повинна підходити для установки контейнерів розмірами 1 x 1AA, 2 x ICC, а також двох контейнерів-цистерн розміром ICC з масою брутто до 32 т.

Рама вагона-платформи з вантажною довжиною 60 футів повинна мати можливість установки контейнерів розмірами 1x1AA, 3x1CC, комплекту 1x1AA + 1x1CC. Такі вагони-платформи найбільш ефективні при перевезеннях 20-футових контейнерів, а також при перевезенні 40-футового контейнера в комплекті з 20-футовим.

Платформа з вантажною довжиною 80 футів повинна підходити для перевезення контейнерів розмірами 2x1AA і 2x1CC. цей типорозмір призначений для транспортування 40-футових контейнерів. Недолік цієї моделі в тому, що при довжині менше 80 футів немає можливості перевезення чотирьох 20-футових контейнерів або двох 40-футових, тому що не вистачає довжини платформи, а при довжині 80 футів маса поїзда складеного з таких платформ буде істотно нижче, ніж при перевезенні контейнерів з ефективним використанням всього габаритного простору, тобто в два яруси.

2 Вагони-платформи, призначені для проходження в поїздах постійного формування на замкнутих маршрутах.

Вагон-платформа для проходження в контейнерних поїздах виконується довжиною 40 футів, з можливістю перевезення універсальних контейнерів розмірами 1x1AA і 2x1CC. Конструкційна швидкість руху платформ 120 км/г.

Недолік цієї моделі в низькій вантажній місткості з точки зору довжини платформи.

3 Сцеп з двох вагонів-платформ загальною вантажною довжиною 80 - футів (зчленовані).

Платформа розроблена і побудована компанією «Татравагонка» (Словаччина, м. Попрад). Тип вагона Sggrss-80. Платформа складається з двох секцій з вантажними майданчиками довжиною по 12 м, встановлена на трьох візках тип Y25 Ls (s) dl і оснащена пристосуваннями для кріплення контейнерів різних типорозмірів, які відповідають стандартам ІСО 668 і МСЗ 592-2. Довжина платформи по буферам 26,39 м; маса тари 25,3 т. Платформа оснащена пристроями для недопущення несанкціонованого проникнення в контейнери і системою діагностики гальм для запобігання динамічних поштовхів при гальмуванні. Вантажопідйомність платформи 90 т, що допускається швидкість руху 120 км/год [4, 6].

Перевагою таких платформ є невелика тара вагону.

Недоліком зчленованих платформ є те, що маса поїзда складеного з таких платформ буде нижче, ніж при перевезенні контейнерів з ефективним використанням всього габаритного простору, тобто в два яруси. Кількість контейнерів, що перевозяться таким поїздом буде менше, а значить, буде потрібно більше поїздів для перевезення однакової кількості контейнерів в порівнянні з перевезенням в два яруси.

#### 4 Довгобазні платформи.

Вагон-платформа для проходження в контейнерних поїздах має можливість перевезення універсальних великотоннажних контейнерів розмірами 2 x 1AA, 1 x 1AA і 2 x 1CC або 4 x 1CC в один ярус. При цьому конструкційна швидкість довгобазних платформ досягає 120 км/г.

В середині 2006 року були зафіксовані масові випадки руйнування хребтових балок і бічних рам довгобазних платформ, що представляло пряму загрозу безпеці руху. Для визначення причин руйнування платформ була створена комісія в складі якої увійшли фахівці АТ «Укрзалізниця», ДНДЦ, ВАТ «ВНИИЖТ», ДержНДІ, ВНКТІ, заводів виробників.

Комісією були зроблені висновки з усього комплексу розглянутих питань. Відзначено, що нормативно-технічна база з проектування та розрахунку на міцність, методики всього комплексу проведених випробувань, методи зварювання і контролю зварних з'єднань довгобазних платформ вимагають детальної переробки. При розробці конструкції не враховувався досвід світового вагонобудування; по подібним виробам [1].

В результаті було прийнято рішення про відкликання з експлуатації довгобазних платформ до усунення несправностей.

Недоліки ефективності застосування довгобазних платформ такі ж, як і у зчленованих.

#### 5 Колодязні платформи для перевезення великотоннажних контейнерів в два ярусу.

Вагон-платформа для проходження в контейнерних поїздах має можливість перевезення універсальних великотоннажних контейнерів; розмірами 2 x ДАА, 1 x 1AA і 2 x 1CC або 4 x 1CG з навантаженням в два яруси: Головною відмінністю колодцевої платформи від довгобазної є більш висока погонне навантаження; а, отже збільшення ваги поїзда; Конструкційна швидкість колодязних платформ становить 120 км/г. Це найбільш перспективний варіант перевезення великотоннажних контейнерів. На думку спеціалістів таких як Ю.М. Назаренко, А.М: Бржезовській; М.В. Козлов,

китайський та американський варіанти двох'ярусної платформи можуть служити основою для створення української платформи. [18, 20].

Провідні залізниці Америки, в тому числі і «Норфолк Південна», перевозять контейнери в два яруси. Для цього висота габариту від верху головки рейки повинна бути не менше 6,2 метра. В Україні відповідно до ПТЕ висота підвіски контактного проводу над рівнем верху головки рейок повинна бути на перегонах і станції не нижче 5750 мм, а на переїздах не нижче 6000 мм [3]. Висота підвіски контактного проводу не повинна перевищувати 6800 мм.

Для перевезення контейнерів у два яруси в США потрібне створення спеціалізованої залізничної мережі [22, 23], на всій довжині якої витримуються зазначені вимоги по габариту наближення споруд (мостів, тунелів, контактна мережа і т.д.), які обумовлені висотою контейнерів другого ярусу.

На електрифікованих лініях українських залізниць, необхідно враховувати висоту підвіски контактного проводу, а отже обмежувати висоту верхнього рівня контейнерів другого ярусу до 5350 мм. Це можливо за умови максимального зниження рівня підлоги і при обмеженні номенклатури типів контейнерів придатних для транспортування в два яруси по залізницях України.

Кількість вагонів-платформ, які перебувають в експлуатації, вже зараз не задовольняє обсягами транспортування контейнерів, так як в транзитному і у внутрішньому сполученні обсяги перевезень контейнерів залізницею щорічно збільшуються. У разі перемоги залізничного транспорту в конкурентній боротьбі з морським транспортом збільшення потоку транзитних контейнерів в Білорусь, країни Балтії виявиться ще більш інтенсивним, і, отже, необхідно буде нарощувати обсяги випуску нових вагонів-платформ і підвищувати ефективність використання вже існуючих [21].

Представлена класифікація дозволяє вагонобудівним підприємствам здійснювати вибір найбільш затребуваних, з точки зору ринку, вагонів -

платформ, а компаніям, що перевозять вантажі в контейнерах, аргументовано вибирати найбільш підходящий тип платформ, виходячи з номенклатури перевезених контейнерів.

Типи великотоннажних контейнерів, які допускаються для перевезення з навантаженням в два яруси по залізницях України, представлені в таблиці 2.1 [5].

Таблиця 2.1

Типи і геометричні розміри великотоннажних контейнерів для перевезення з навантаженням в два яруси

позначення типорозміру	зовнішні, мм			внутрішні, мм		
	довжин	Ширина	Висота	довжин	Ширина	Висота
IAA	12192	2438	2591	11988	2330	2350
IA	12192	2438	2438	11988	2330	2197
ICC	6058	2438	2591	5867	2330	2350
I3	6058	2438	2438	5867	2330	2197

Для оцінки ефективності колодцевої платформи в порівнянні з існуючими платформами був розглянутий варіант доставки одного мільйона контейнерів з Китаю транзитом до країн Європи в зв'язку з постійно зростаючими обсягами експорту китайських товарів на європейський ринок. При оцінці ефективності слід враховувати, що даний тип рухомого складу ходить не всюди і може експлуатуватися тільки на заздалегідь підготовлених маршрутах, виходячи з того, що висота підвіски контактного проводу повинна бути нижче 5750 мм. Порівняння йшло за трьома критеріями:

- 1 по економії рухомого складу;
- 2 по економії кількості поїздів;
- 3 по вазі поїзда.

Результати порівняння з першим критерієм представлені в таблиці 2.2, за другим критерієм - в таблиці 2.3, по третьому - в таблиці 2.4.



Таблиця 2.2

Порівняння кількості рухомого складу при навантаженні 20-футових і 40-футових контейнерів

Спосіб навантаження	Модель платформи	Схема навантаження 20 - футових контейнерів	Кількість вагонів тис. ваг	Ефект, тис. ваг.
Одноярусна	13-470		333,3	133
Двох'ярусний	12-3124		250	

Спосіб навантаження	Модель платформи	Схема навантаження 40 - футових контейнерів	Кількість вагонів тис. ваг	Ефект, тис. ваг.
Одноярусна	13-470		1000	500
Двох'ярусний	12-3124		500	

- маса бруто 20-футового контейнера приймається рівним 16.8 тон

Як видно з таблиці 2.2 найбільший ефект економії рухомого складу досягається при перевезенні 40-футових контейнерів і приріст становить 50 відсотків. При перевезенні 20-футових контейнерів ефект менш значний, однак теж досить помітний і становить 33 відсотки.

Таблиця 2.3 - Кількість потягів при навантаженні:

- а) 20 - футових контейнерів;
- б) 40 - футових контейнерів

а)

спосіб навантаження	модель платформи	кількість вагонів, тис. ваг.	довжина платформи по осях зчеплення,	Кількість поїздів, шт	Ефект, шт
однорусна	13-470	333,3	19,62	7246	<b>1690</b>
двох'ярусний	13-3124	250	20,2	5556	

б)

спосіб навантаження	модель платформи	Кількість вагонів, тис. Ваг.	довжина платформи по осях зчеплення, м	Кількість поїздів, шт	Ефект, шт
однорусна	13-470	1000	19,62	22000	<b>10889</b>
двох'ярусний	13-3124	500	20,2	11111	

При аналізі таблиці 2.3, показано, для перевезення 1 млн. контейнерів найбільший ефект економії кількості поїздів досягнутий в разі 40-футових контейнерів (б) при середній довжині приймально-відправних колій 900 м.

Таблиця 2.4

## Порівняльне збільшення ваги поїзда

спосіб навантаження	модель платформи	довжина приймально - відправних шляхів, м	кількість вагонів в складі, шт	вага складу, т
одноярусна	13-470	850	40	3119
		1050	53	4073,2
двох'ярусний	13-3124	850	39	3849
		1050	49	4789

У таблиці 2.4 наведені порівняльні ваги поїздів при різній довжині приймально - відправних шляхів і вазі локомотива рівному 183 т. Як показано в таблиці 2.4 вага поїзда збільшується при двоох'ярусної навантаженні контейнерів на 950 тонн.

Таким чином, нова платформа для навантаження контейнерів у два яруси ефективніше існуючого рухомого складу.

Проводилося обстеження фактичних габаритів споруд та висоти підвіски контактного проводу на контейнерних маршрутах за допомогою лазерної системи для вимірювання габаритів споруд. Вимірювання габаритів здійснювалося шляхом вимірювання відстані до різних точок внутрішнього обриси споруд, що обміряли. Фактично габарітомер був внутрішньобазовим далекоміром з лазерним підсвічуванням і скануванням простору. Сканування здійснювалося за рахунок кругового обертання оптичної осі далекоміра в площині перпендикулярній напрямку руху вагона при його русі (рисунок 2.1).

За один оборот оптичної осі далекоміра здійснювалося вимірювання дальності в приблизно чотиреста точках простору. Ця сукупність точок становила один вимірний поперечний переріз, а сукупність перетинів становила об'єкт, що обміряли. Кількість перетинів в одному об'єкті було

довільним і залежало від швидкості руху вагона. Дальність, на якій могло проводитися вимір, становила від 2 до 6 метрів.

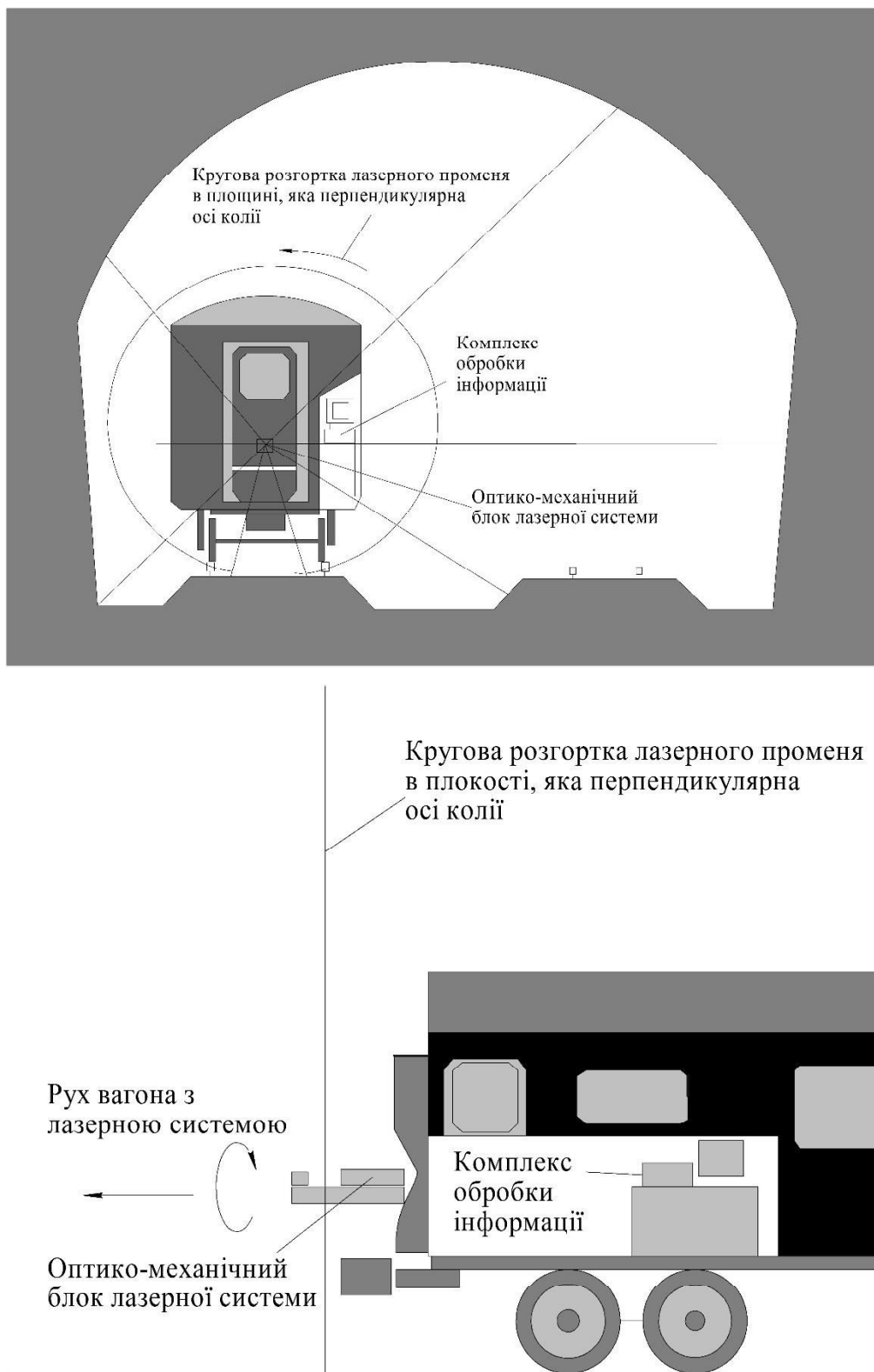


Рис. 2.1 Схема сканування простору і побудови сукупності профілів об'єктів, що обміряються

## 2.2 Загальні технічні характеристики платформи моделі 13-3124

Найбільш перспективними є колодязні платформи, так як вони мають максимальну місткість і невелику базу, а, отже, при однаковій довжині складу кількість контейнерів у складі з колодязних платформ буде вище, ніж в складі з інших вагонів-платформ. Цей ефект досягається максимально зниженим рівнем підлоги у колодязних платформ і найкращим використанням габаритного простору. В області досліджень великотоннажних контейнерних перевезень з навантаженням в два яруси були враховані праці таких вчених як: Ю.М. Назаренко [24, 25, 26, 27, 29], Е.Н Морозов [27, 29], М.В. Козлов [17], А.Л. Лісцин [17] та ін.

На підставі результатів проведених випробувань і заходів щодо усунення виявлених недоліків вченими і конструкторами України була розроблена конструкція платформи для перевезення великотоннажних контейнерів, що має наступні ознаки новизни порівняно з відомими моделями [13-16]:

- колодцева рама платформи;
- максимально знижений рівень підлоги;
- можливість двох'ярусного транспортування крупнотонажних контейнерів при висоті підвіски контактного дроти 5750 мм.

Аналіз ситуації, що склалася показав, що навантаження великотоннажних контейнерів у два яруси можлива за умови максимального зниження вантажної площадки вагона через наявність обмежень по висоті підвіски контактного проводу. При висоті рівня підлоги експлуатованого рухомого складу, включаючи транспортери майданчикového типу (700 - 1300 мм від головки рейки), верх другого ярусу великотоннажних контейнерів досягає висоти в інтервалі 5576 - 6482 мм від головки рейки, що перевищує не тільки висоту підвіски контактного проводу, але і внутрішню висоту інженерних споруд мережі.

Виходячи з вищесказаного, був розроблений зразок спеціалізованої колодцеобразної платформи моделі 13 - 3124 [8], параметри конструкції якої наведені в таблиці 2.5 [11].

Таблиця 2.5

Параметри дослідної платформи колодцеобразного типу для великотоннажних контейнерів моделі 13 – 3124

Вантажопідйомність, т, не менше	67
Маса тари, т, не більше	27
Навантаження, що допускається від осі колісної пари на рейки, тс не більше	23.5
Довжина по осях зчеплення автозчепів, мм	20220
Довжина рами по лобовим місцях, мм	19000
База вагона, мм	16000
Внутрішні розміри колодязя, мм:	
Ширина	2538
Довжина	12350
Відстань від рівня головок рейок до рівня навантаження нижнього ярусу в порожньому стані, мм	254
Конструкційна швидкість, км / год	120
Габарит по ГОСТ 9238-83, нижній обрис	1-Г

Як видно з таблиці 2.5, основними особливостями екіпажу 13-3124, що відрізняють його від аналогів, є, велика місткість кузова за кількістю контейнерів при базі вагона 16 м, велике навантаження від колісної пари на

рейку. Висота рівня підлоги над рівнем головки рейки у новій розробленій платформі одна з найнижчих в світі і становить 258 мм на відміну від американських аналогів, складових 800 мм.

Платформа для двох'ярусної перевезення 20 і 40-футових контейнерів (рисунок 2.2) складається з ходових візків і рами 1. Рама має поперечні шкворневі, торцеві і поздовжні бічні балки, що утворюють колодезь, і міжтележечну вантажну площадку. Поздовжні балки в середній по довжині частині оснащені відкидними, шарнірно прикріпленим майданчиком 2, сходами 3 для кріплення і зняття контейнерів другого ярусу і консольної частини 4.

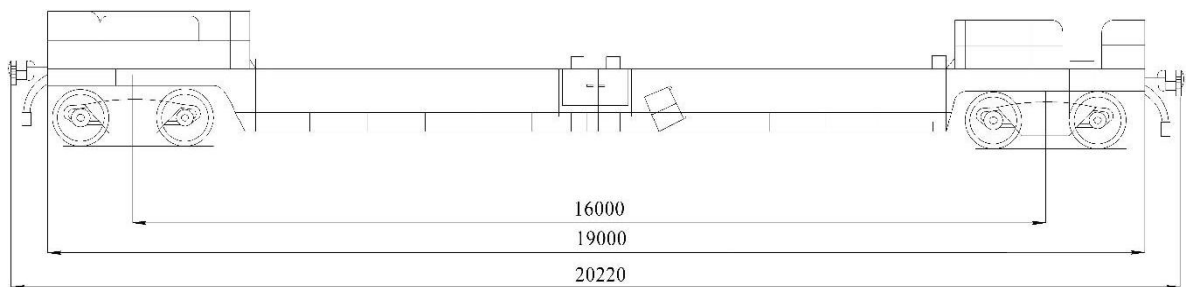


Рисунок 2.2 - Спеціалізована чотиривісна платформа колодезобразного типу модель 13-3124 для перевезення великотоннажних контейнерів

Відмінною особливістю платформи зазначеної в патенті [11] від заявленої раніше в патенті [2], є спрощення процесу кріплення і зняття контейнерів другого ярусу за рахунок оснащення конструкції платформи елементом, що надає можливість установки між'ярусного кріплення 20-футових контейнерів в середній частині платформи без додаткових споруд (естакад) на контейнерному майданчику. Із зовнішнього боку поздовжньої балки в середній її частині шарнірно прикріплюється робочий майданчик, опущена вертикально і зафіксована в транспортному положенні, і встановлюється горизонтально для підйому на неї по шарнірно закріплених поруч і також відкидних допоміжних сходах.

Платформа може експлуатуватися, наприклад, наступним чином. На вантажонесущому майданчику на дні колодязя розміщені два 20-футових контейнера першого ярусу. У верхніх фітингових отворах контейнерів першого ярусу встановлено між'ярусні кріпильні пристрої для кріплення контейнерів другого ярусу з боку торцевих стін колодязя платформи. Закріплені в горизонтальному положенні з двох сторін платформи відкидні майданчики 2 і піднято їх огороження. Знято з фіксаторів відкидні сходи 3, поставлені в верхні фітингові отвори 20-футові контейнери першого ярусу в середній частині платформи між'ярусного кріпильного пристроя другого ярусу. На перший ярус і другий яруси встановлені і закріплені по два 20-футових контейнера. Між'ярусні кріпильні пристрої (замки) для надійного закріплення контейнерів другого ярусу після навантаження контейнерів приводяться в закрите положення.

Платформа забезпечує без додаткового облаштування контейнерних майданчиків вантаження і вивантаження не тільки 40-футових, але і 20-футових контейнерів, однак висота кожного контейнера не повинна перевищувати 2591 мм.

Платформа розширює географію контейнерних майданчиків для виконання вантажно-розвантажувальних робіт з двоярусним завантаженням за рахунок оснащення платформи відкидною площадкою і сходами, що дозволяють встановлювати між'ярусні кріплення 20-футових контейнерів без облаштування контейнерних майданчиків спеціальними естакадами, що збільшує обсяг перевезень контейнерів у два яруси і підвищує їх ефективність.

Для постановки і рішення задачі підвищення ефективності транспортування великотоннажних контейнерів було проведено аналіз вагонів-платформ для контейнерних перевезень, що випускаються в різних країнах, який дозволив виявити наступне.

Вагони-платформи, рама яких складається з несучих боковин і має низько опущену колодцеобразну форму, виробляються в США і Китаї, і експлуатуються на дорогах, де розміри габариту рухомого складу дозволяють



перевозити контейнери в два яруси. У 1977 р американська фірма «ACF» розробила для залізниці «Southern Pacific» спеціалізовані вагони-платформи для перевезення великотоннажних контейнерів у два яруси. Платформи з'єднані в трьох- або п'ятивагонні зчленовані секції, між якими встановлені жорсткі зчіпки, так як в місцях зчленування відбувається спирання кузова вагона на візок для можливості встановлення контейнерів над місцями зчленування вагонів. Кожна тривагонна секція при довжині 54,12 м і тарі 54,4 т може перевозити шість контейнерів, тоді як для перевезення тих же шести великотоннажних 40-футових контейнерів (по 12,2 кожен) буде потрібно зчіпка з трьох фітінгових платформ довжиною 81 м і масою тари 90 т. У 1985 р фірма «Gunderson» поставила залізниці «Burlington Northern» 100 п'ятивагонних зчленованих секцій типу «Turin-Pack» для перевезення контейнерів у два яруси в складі маршрутних поїздів.

Довжина цієї секції складає 80,8 м при ширині 2920 мм. Розміри колодязя в міжтележечном просторі дозволяють розмістити в ньому один контейнер довжиною 12190 мм або два контейнера довжиною 6058 мм при ширині 2480 мм. Висота вагона з порожніми контейнерами від рівня головок рейок становить 6080 мм при масі тари 78,5 т, вантажопідйомність 227 т і навантаження від осі на рейки 30 тс. В колодязях цієї секції можна перевозити або один 40 - футовий, або два 20 - футових контейнера, а на верхньому ярусі один 48- футовий контейнер. В Україні цей спосіб перевезення 48-футових контейнерів не застосовують через обмеження висоти підвіски контактного проводу.

Платформи для двох'ярусного перевезення контейнерів фірми Gunderson типів: Husky - Stack 2 + 2, Husky - Stack Standalone Double - Stack Car, призначені для перевезення в два яруси контейнерів на одній платформі. Вантажопідйомність першого з цих вагонів (2 контейнера на нижньому ярусі і два контейнера на верхньому) становить 70,65 т, а другого -74,7 т.

В кінці 90-х років фірма National Steel Car побудувала вагон-платформу для двох'ярусного перевезення контейнерів вантажопід'ємністю 77,4 т з

довжиною колодязя 15 м, в який можуть бути поміщені або два 20 футових контейнера, або по одному 40 футовому або 48 футовому контейнері.

Компанія Greenbrier модернізувала вагон для перевезення контейнерів з навантаженням в два яруси. Новий Maxi-Stack IV являє собою зчленований вагон-платформу з трьох секцій довжиною по 16,2 м, на які можна вантажити контейнери всіх розмірів, в тому числі по два довжиною 6 м. Новий вагон також придатний для перевезення автомобілів [19, 20].

Поряд з двоярусним перевезенням контейнерів в США широко застосовуються вагони платформи зчленованого типу, проте аналіз зарубіжних даних по залізничних перевезеннях великотоннажних контейнерів у два яруси показує, що їх розвиток йде, в основному, по шляху створення нових конструкцій спеціалізованих платформ з більш високими погонними навантаженнями, вантажопідйомністю і меншою масою тари.

Прийнятий в країнах Європи габарит рухомого складу не дозволяє встановлювати контейнери в два яруси, тому в основному застосовуються вагони-платформи у вигляді рівнопрочної балки. Широко застосовуються вагони-платформи зчленованого типу з загальними ходовими частинами.

Вагони-платформи, що випускаються в Росії і на Україні, мають раму в формі рівнопрочної балки з несучими боковими балками, а також можуть виконуватися з хребтовою балкою. Вагони-платформи зчленованого типу в наших країнах поки не застосовуються з-за відсутності виробництва такого рухомого складу на території України, проте його застосування могло б сприяти зниженню дефіциту платформ для перевезення великотоннажних контейнерів. В даний час в Росії і на Україні контейнери перевозять в один ярус. Проведений аналіз рухомого складу для перевезення контейнерів виявив, що можна зробити умовну класифікацію вагонів-платформ для перевезення великотоннажних контейнерів наступним чином:

- 1 Вагони-платформи, призначені для проходження в поїздах будь-якої довжини і маси.

Платформи можуть виготовлятися з вантажною довжиною 40, 60 і 80 футів, мати конструкційну швидкість руху 120 км/год і експлуатуватися на візках 18-100.

Рама вагона-платформи з вантажною довжиною 40 футів повинна підходити для установки контейнерів розмірами 1 x 1AA, 2 x 1CC, а також двох контейнерів-цистерн розміром 1CC з масою бруто до 32 т.

Рама вагона-платформи з вантажною довжиною 60 футів повинна мати можливість установки контейнерів розмірами 1x1AA, 3x1CC, комплекту 1x1AA + 1x1CC. Такі вагони-платформи найбільш ефективні при перевезеннях 20-футових контейнерів, а також при перевезенні 40-футового контейнера в комплекті з 20-футовим.

Платформа з вантажною довжиною 80 футів повинна підходити для перевезення контейнерів розмірами 2x1AA і 2x1CC. цей типорозмір призначений для транспортування 40-футових контейнерів. Недолік цієї моделі в тому, що при довжині менше 80 футів немає можливості перевезення чотирьох 20-футових контейнерів або двох 40-футових, тому що не вистачає довжини платформи, а при довжині 80 футів маса поїзда складеного з таких платформ буде істотно нижче, ніж при перевезенні контейнерів з ефективним використанням всього габаритного простору, тобто в два яруси.

2 Вагони-платформи, призначені для проходження в поїздах постійного формування на замкнутих маршрутах.

Вагон-платформа для проходження в контейнерних поїздах виконується довжиною 40 футів, з можливістю перевезення універсальних контейнерів розмірами 1x1AA і 2x1CC. Конструкційна швидкість руху платформ 120 км/г. Недолік цієї моделі в низькій вантажній місткості з точки зору довжини платформи.

3 Сцеп з двох вагонів-платформ загальною вантажною довжиною 80 - футів (зчленовані).

Платформа розроблена і побудована компанією «Татравагонка» (Словаччина, м. Попрад). Тип вагона Sggrss-80. Платформа складається з двох

секцій з вантажними майданчиками довжиною по 12 м, встановлена на трьох візках тип Y25 Ls (s) dl і оснащена пристосуваннями для кріплення контейнерів різних типорозмірів, які відповідають стандартам ІСО 668 і МСЗ 592-2. Довжина платформи по буферам 26,39 м; маса тари 25,3 т. Платформа оснащена пристроями для недопущення несанкціонованого проникнення в контейнери і системою діагностики гальм для запобігання динамічних поштовхів при гальмуванні. Вантажопідйомність платформи 90 т, що допускається швидкість руху 120 км/год [4, 6].

Перевагою таких платформ є невелика тара вагону.

Недоліком зчленованих платформ є те, що маса поїзда складеного з таких платформ буде нижче, ніж при перевезенні контейнерів з ефективним використанням всього габаритного простору, тобто в два яруси. Кількість контейнерів, що перевозяться таким поїздом буде менше, а значить, буде потрібно більше поїздів для перевезення однакової кількості контейнерів в порівнянні з перевезенням в два яруси.

#### 4 Довгобазні платформи.

Вагон-платформа для проходження в контейнерних поїздах має можливість перевезення універсальних великотоннажних контейнерів розмірами 2 x 1АА, 1 x 1АА і 2 x 1СС або 4 x 1СС в один ярус. При цьому конструкційна швидкість довгобазних платформ досягає 120 км/г.

В середині 2006 року були зафіксовані масові випадки руйнування хребтових балок і бічних рам довгобазних платформ, що представляло пряму загрозу безпеці руху. Для визначення причин руйнування платформ була створена комісія в складі якої увійшли фахівці АТ «Укрзалізниця», ДНДЦ, ВАТ «ВНИИЖТ», ДержНДІ, ВНКІТІ, заводів виробників.

Комісією були зроблені висновки з усього комплексу розглянутих питань. Відзначено, що нормативно-технічна база з проектування та розрахунку на міцність, методики всього комплексу проведених випробувань, методи зварювання і контролю зварних з'єднань довгобазних платформ

вимагають детальної переробки. При розробці конструкції не враховувався досвід світового вагобудування; по подібним виробам [1].

В результаті було прийнято рішення про відкликання з експлуатації довгобазних платформ до усунення несправностей.

Недоліки ефективності застосування довгобазних платформ такі ж, як і у зчленованих.

5 Колодязні платформи для перевезення великотоннажних контейнерів в два ярусу.

Вагон-платформа для проходження в контейнерних поїздах має можливість перевезення універсальних великотоннажних контейнерів; розмірами 2 x ДАА, 1 x 1АА і 2 x 1ЄЄ або 4 x 1СГ з навантаженням в два яруси: Головною відмінністю колодцевої платформи від довгобазної є більш висока погонне навантаження; а, отже збільшення ваги поїзда; Конструкційна швидкість колодязних платформ становить 120 км/г. Це найбільш перспективний варіант перевезення великотоннажних контейнерів. На думку спеціалістів таких як Ю.М. Назаренко, А.М: Бржезовській; М.В. Козлов, китайський та американський варіанти двох'ярусної платформи можуть служити основою для створення української платформи. [18, 20].

Провідні залізниці Америки, в тому числі і «Норфолк Південна», перевозять контейнери в два яруси. Для цього висота габариту від верху головки рейки повинна бути не менше 6,2 метра. В Україні відповідно до ПТЕ висота підвіски контактного проводу над рівнем верху головки рейок повинна бути на перегонах і станції не нижче 5750 мм, а на переїздах не нижче 6000 мм [3]. Висота підвіски контактного проводу не повинна перевищувати 6800 мм.

Для перевезення контейнерів у два яруси в США потрібне створення спеціалізованої залізничної мережі [22, 23], на всій довжині якої витримуються зазначені вимоги по габариту наближення споруд (мостів, тунелів, контактна мережа і т.д.), які обумовлені висотою контейнерів другого ярусу.

На електрифікованих лініях українських залізниць, необхідно враховувати висоту підвіски контактного проводу, а отже обмежувати висоту верхнього рівня контейнерів другого ярусу до 5350 мм. Це можливо за умови максимального зниження рівня підлоги і при обмеженні номенклатури типів контейнерів придатних для транспортування в два яруси по залізницях України.

Кількість вагонів-платформ, які перебувають в експлуатації, вже зараз не задовольняє обсягами транспортування контейнерів, так як в транзитному і у внутрішньому сполученні обсяги перевезень контейнерів залізницею щорічно збільшуються. У разі перемоги залізничного транспорту в конкурентній боротьбі з морським транспортом збільшення потоку транзитних контейнерів в Білорусь, країни Балтії виявиться ще більш інтенсивним, і, отже, необхідно буде нарощувати обсяги випуску нових вагонів-платформ і підвищувати ефективність використання вже існуючих [21].

Представлена класифікація дозволяє вагонобудівним підприємствам здійснювати вибір найбільш затребуваних, з точки зору ринку, вагонів - платформ, а компаніям, що перевозять вантажі в контейнерах, аргументовано вибирати найбільш підходящий тип платформ, виходячи з номенклатури перевезених контейнерів.

Типи великотоннажних контейнерів, які допускаються для перевезення з навантаженням в два яруси по залізницях України, представлені в таблиці 2.1 [5].

Типи і геометричні розміри великотоннажних контейнерів для перевезення з навантаженням в два яруси

позначення типорозміру      зовнішні, мм      внутрішні, мм

	довжина	Ширина	Висота	довжина	Ширина	Висота
IAA	121922438	2591	119882330	2350		
IA	121922438	2438	119882330	2197		

ISS 6058 2438 2591 5867 2330 2350

13 6058 2438 2438 5867 2330 2197

Для оцінки ефективності колодцевої платформи в порівнянні з існуючими платформами був розглянутий варіант доставки одного мільйона контейнерів з Китаю транзитом до країн Європи в зв'язку з постійно зростаючими обсягами експорту китайських товарів на європейський ринок. При оцінці ефективності слід враховувати, що даний тип рухомого складу ходить не всюди і може експлуатуватися тільки на заздалегідь підготовлених маршрутах, виходячи з того, що висота підвіски контактного проводу повинна бути нижче 5750 мм. Порівняння йшло за трьома критеріями:

- 1 по економії рухомого складу;
- 2 по економії кількості поїздів;
- 3 по вазі поїзда.

Результати порівняння з першим критерієм представлені в таблиці 2.2, за другим критерієм - в таблиці 2.3, по третьому - в таблиці 2.4.

Порівняння кількості рухомого складу при навантаженні 20-футових і 40-футових контейнерів

- маса брутто 20-футового контейнера приймається рівним 16.8 тон

Як видно з таблиці 2.2 найбільший ефект економії рухомого складу досягається при перевезенні 40-футових контейнерів і приріст становить 50 відсотків. При перевезенні 20-футових контейнерів ефект менш значний, однак теж досить помітний і становить 33 відсотки.

Таблиця 2.3 - Кількість потягів при навантаженні:

- а) 20 - футових контейнерів;
- б) 40 - футових контейнерів

а)

ваг.	спосіб навантаження	довжина платформи	по осях зчеплення,	м	Кількість поїздів, шт	Ефект, шт	Кількість вагонів, тис.
	однорядна	13-470		333,3	19,62	7246	1690
	двох'ярусний	13-3124		250	20,2	5556	

б)

Ваг.	спосіб навантаження	довжина платформи	по осях зчеплення,	м	Кількість поїздів, шт	Ефект, шт	Кількість вагонів, тис.
	однорядна	13-470		1000	19,62	22000	10889
	двох'ярусний	13-3124		500	20,2	11111	

При аналізі таблиці 2.3, показано, для перевезення 1 млн. контейнерів найбільший ефект економії кількості поїздів досягнутий в разі 40-футових контейнерів (б) при середній довжині приймально-відправних колій 900 м.

Таблиця 2.4

Порівняльне збільшення ваги поїзда

спосіб навантаження	довжина приймально-відправних шляхів, м	кількість вагонів в складі, шт	вага складу,	т
однорядна	13-470	850	40	3119



	1050	53	4073,2		
двох'ярусний	13-3124	850	39	3849	
	1050	49	4789		

У таблиці 2.4 наведені порівняльні ваги поїздів при різній довжині прийнятно - відправних шляхів і вазі локомотива рівному 183 т. Як показано в таблиці 2.4 вага поїзда збільшується при двох'ярусної навантаженні контейнерів на 950 тонн.

Таким чином, нова платформа для навантаження контейнерів у два яруси ефективніше існуючого рухомого складу.

Проводилося обстеження фактичних габаритів споруд та висоти підвіски контактного проводу на контейнерних маршрутах за допомогою лазерної системи для вимірювання габаритів споруд. Вимірювання габаритів здійснювалося шляхом вимірювання відстані до різних точок внутрішнього обриси споруд, що обміряли. Фактично габарітомер був внутрішньобазовим далекоміром з лазерним підсвічуванням і скануванням простору. Сканування здійснювалося за рахунок кругового обертання оптичної осі далекоміра в площині перпендикулярній напрямку руху вагона при його русі (рисунок 2.1).

За один оборот оптичної осі далекоміра здійснювалося вимірювання дальності в приблизно чотириста точках простору. Ця сукупність точок становила один вимірний поперечний переріз, а сукупність перетинів становила об'єкт, що обміряли. Кількість перетинів в одному об'єкті було довільним і залежало від швидкості руху вагона. Дальність, на якій могло проводитися вимір, становила від 2 до 6 метрів.

Найбільш перспективними є колодязні платформи, так як вони мають максимальну місткість і невелику базу, а, отже, при однаковій довжині складу кількість контейнерів у складі з колодязних платформ буде вище, ніж в складі з інших вагонів-платформ. Цей ефект досягається максимально зниженим рівнем підлоги у колодязних платформ і найкращим використанням

габаритного простору. В області досліджень великотоннажних контейнерних перевезень з навантаженням в два яруси були враховані праці таких вчених як: Ю.М. Назаренко [24, 25, 26, 27, 29], Е.Н Морозов [27, 29], М.В. Козлов [17], А.Л. Лісіцин [17] та ін.

На підставі результатів проведених випробувань і заходів щодо усунення виявлених недоліків вченими і конструкторами України була розроблена конструкція платформи для перевезення великотоннажних контейнерів, що має наступні ознаки новизни порівняно з відомими моделями [13-16]:

- колодцева рама платформи;
- максимально знижений рівень підлоги;
- можливість двох'ярусного транспортування крупнотонажних контейнерів при висоті підвіски контактного дроти 5750 мм.

Аналіз ситуації, що склалася показав, що навантаження великотоннажних контейнерів у два яруси можлива за умови максимального зниження вантажної площадки вагона через наявність обмежень по висоті підвіски контактного проводу. При висоті рівня підлоги експлуатованого рухомого складу, включаючи транспортери майданчикового типу (700 - 1300 мм від головки рейки), верх другого ярусу великотоннажних контейнерів досягає висоти в інтервалі 5576 - 6482 мм від головки рейки, що перевищує не тільки висоту підвіски контактного проводу, але і внутрішню висоту інженерних споруд мережі.

Виходячи з вищесказаного, був розроблений зразок спеціалізованої колодцеобразної платформи моделі 13 - 3124 [8], параметри конструкції якої наведені в таблиці 2.5 [11].

Параметри дослідної платформи колодцеобразного типу для великотоннажних контейнерів моделі 13 – 3124

Вантажопідйомність, т, не менше 67

Маса тари, т, не більше 27

Навантаження, що допускається від осі колісної пари на рейки, тс не більше 23.5

Довжина по осях зчеплення автозчепів, мм 20220

Довжина рами по лобовим місцях, мм 19000

База вагона, мм 16000

Внутрішні розміри колодязя, мм:

Ширина

Довжина

2538

12350

Відстань від рівня головок рейок до рівня навантаження нижнього ярусу в порожньому стані, мм 254

Конструкційна швидкість, км / год 120

Габарит по ГОСТ 9238-83, нижній обрис 1-Т

Як видно з таблиці 2.5, основними особливостями екіпажу 13-3124, що відрізняють його від аналогів, є, велика місткість кузова за кількістю контейнерів при базі вагона 16 м, велике навантаження від колісної пари на рейку. Висота рівня підлоги над рівнем головки рейки у новій розробленій платформі одна з найнижчих в світі і становить 258 мм на відміну від американських аналогів, складових 800 мм.

Платформа для двох'ярусної перевезення 20 і 40-футових контейнерів (рисунок 2.2) складається з ходових візків і рами 1. Рама має поперечні шкворневі, торцеві і поздовжні бічні балки, що утворюють колодязь, і міжтележечну вантажну площадку. Поздовжні балки в середній по довжині частини оснащені відкидними, шарнірно прикріпленим майданчиком 2, сходами 3 для кріплення і зняття контейнерів другого ярусу і консольної частини 4.

Відмінною особливістю платформи зазначеної в патенті [11] від заявленої раніше в патенті [2], є спрощення процесу кріплення і зняття контейнерів другого ярусу за рахунок оснащення конструкції платформи

елементом, що надає можливість установки між'ярусного кріплення 20-футових контейнерів в середній частині платформи без додаткових споруд (естакад) на контейнерному майданчику. Із зовнішнього боку поздовжньої балки в середній її частині шарнірно прикріплюється робочий майданчик, опущена вертикально і зафіксована в транспортному положенні, і встановлюється горизонтально для підйому на неї по шарнірно закріплених поруч і також відкидних допоміжних сходах.

Платформа може експлуатуватися, наприклад, наступним чином. На вантажонесущому майданчику на дні колодязя розміщені два 20-футових контейнера першого ярусу. У верхніх фітінгових отворах контейнерів першого ярусу встановлено між'ярусні кріпильні пристрої для кріплення контейнерів другого ярусу з боку торцевих стін колодязя платформи. Закріплені в горизонтальному положенні з двох сторін платформи відкидні майданчики 2 і піднято їх огороження. Знято з фіксаторів відкидні сходи 3, поставлені в верхні фітінгові отвори 20-футові контейнери першого ярусу в середній частині платформи між'ярусного кріпильного пристроя другого ярусу. На перший ярус і другий яруси встановлені і закріплені по два 20-футових контейнера. Між'ярусні кріпильні пристрої (замки) для надійного закріплення контейнерів другого ярусу після навантаження контейнерів приводяться в закрите положення.

Платформа забезпечує без додаткового облаштування контейнерних майданчиків вантаження і вивантаження не тільки 40-футових, але і 20-футових контейнерів, однак висота кожного контейнера не повинна перевищувати 2591 мм.

Платформа розширює географію контейнерних майданчиків для виконання вантажно-розвантажувальних робіт з двоярусним завантаженням за рахунок оснащення платформи відкидною площадкою і сходами, що дозволяють встановлювати між'ярусні кріплення 20-футових контейнерів без облаштування контейнерних майданчиків спеціальними естакадами, що збільшує обсяг перевезень контейнерів у два яруси і підвищує їх ефективність.

Для постановки і рішення задачі підвищення ефективності транспортування великотоннажних контейнерів було проведено аналіз вагонів-платформ для контейнерних перевезень, що випускаються в різних країнах, який дозволив виявити наступне.

Вагони-платформи, рама яких складається з несучих боковин і має низько опущену колодцеобразну форму, виробляються в США і Китаї, і експлуатуються на дорогах, де розміри габариту рухомого складу дозволяють перевозити контейнери в два яруси. У 1977 р американська фірма «ACF» розробила для залізниці «Southern Pacific» спеціалізовані вагони-платформи для перевезення великотоннажних контейнерів у два яруси. Платформи з'єднані в трьох- або п'ятивагонні зчленовані секції, між якими встановлені жорсткі зчипки, так як в місцях зчленування відбувається спирання кузова вагона на візок для можливості встановлення контейнерів над місцями зчленування вагонів. Кожна тривагонна секція при довжині 54,12 м і тарі 54,4 т може перевозити шість контейнерів, тоді як для перевезення тих же шести великотоннажних 40-футових контейнерів (по 12,2 кожен) буде потрібно зчипка з трьох фітингових платформ довжиною 81 м і масою тари 90 т. У 1985 р фірма «Gunderson» поставила залізниці «Burlington Northern» 100 п'ятивагонних зчленованих секцій типу «Turin-Pack» для перевезення контейнерів у два яруси в складі маршрутних поїздів.

Довжина цієї секції складає 80,8 м при ширині 2920 мм. Розміри колодязя в міжтележечном просторі дозволяють розмістити в ньому один контейнер довжиною 12190 мм або два контейнера довжиною 6058 мм при ширині 2480 мм. Висота вагона з порожніми контейнерами від рівня головок рейок становить 6080 мм при масі тари 78,5 т, вантажопідйомність 227 т і навантаження від осі на рейки 30 тс. В колодязях цієї секції можна перевозити або один 40 - футовий, або два 20 - футових контейнера, а на верхньому ярусі один 48- футовий контейнер. В Україні цей спосіб перевезення 48-футових контейнерів не застосовують через обмеження висоти підвіски контактного проводу.

Платформи для двох'ярусного перевезення контейнерів фірми Gunderson типів: Husky - Stack 2 + 2, Husky - Stack Standalone Double - Stack Car, призначені для перевезення в два яруси контейнерів на одній платформі. Вантажопідйомність першого з цих вагонів (2 контейнера на нижньому ярусі і два контейнера на верхньому) становить 70,65 т, а другого -74,7 т.

В кінці 90-х років фірма National Steel Car побудувала вагон-платформу для двох'ярусного перевезення контейнерів вантажопід'ємністю 77,4 т з довжиною колодязя 15 м, в який можуть бути поміщені або два 20 футових контейнера, або по одному 40 футовому або 48 футовому контейнері.

Компанія Greenbrier модернізувала вагон для перевезення контейнерів з навантаженням в два яруси. Новий Maxi-Stack IV являє собою зчленований вагон-платформу з трьох секцій довжиною по 16,2 м, на які можна вантажити контейнери всіх розмірів, в тому числі по два довжиною 6 м. Новий вагон також придатний для перевезення автомобілів [19, 20].

Поряд з двоярусним перевезенням контейнерів в США широко застосовуються вагони платформи зчленованого типу, проте аналіз зарубіжних даних по залізничних перевезеннях великотоннажних контейнерів у два яруси показує, що їх розвиток йде, в основному, по шляху створення нових конструкцій спеціалізованих платформ з більш високими погонними навантаженнями, вантажопідйомністю і меншою масою тари.

Прийнятий в країнах Європи габарит рухомого складу не дозволяє встановлювати контейнери в два яруси, тому в основному застосовуються вагони-платформи у вигляді рівнопрочної балки. Широко застосовуються вагони-платформи зчленованого типу з загальними ходовими частинами.

Вагони-платформи, що випускаються в Росії і на Україні, мають раму в формі рівнопрочної балки з несучими боковими балками, а також можуть виконуватися з хребтовою балкою. Вагони-платформи зчленованого типу в наших країнах поки не застосовуються з-за відсутності виробництва такого рухомого складу на території України, проте його застосування могло б сприяти зниженню дефіциту платформ для перевезення великотоннажних

контейнерів. В даний час в Росії і на Україні контейнери перевозять в один ярус. Проведений аналіз рухомого складу для перевезення контейнерів виявив, що можна зробити умовну класифікацію вагонів-платформ для перевезення великотоннажних контейнерів наступним чином:

1 Вагони-платформи, призначені для проходження в поїздах будь-якої довжини і маси.

Платформи можуть виготовлятися з вантажною довжиною 40, 60 і 80 футів, мати конструкційну швидкість руху 120 км/год і експлуатуватися на візках 18-100.

Рама вагона-платформи з вантажною довжиною 40 футів повинна підходити для установки контейнерів розмірами 1 x 1AA, 2 x ICC, а також двох контейнерів-цистерн розміром ICC з масою бруто до 32 т.

Рама вагона-платформи з вантажною довжиною 60 футів повинна мати можливість установки контейнерів розмірами 1x1AA, 3x1CC, комплекту 1x1AA + 1x1CC. Такі вагони-платформи найбільш ефективні при перевезеннях 20-футових контейнерів, а також при перевезенні 40-футового контейнера в комплекті з 20-футовим.

Платформа з вантажною довжиною 80 футів повинна підходити для перевезення контейнерів розмірами 2x1AA і 2x1CC. цей типорозмір призначений для транспортування 40-футових контейнерів. Недолік цієї моделі в тому, що при довжині менше 80 футів немає можливості перевезення чотирьох 20-футових контейнерів або двох 40-футових, тому що не вистачає довжини платформи, а при довжині 80 футів маса поїзда складеного з таких платформ буде істотно нижче, ніж при перевезенні контейнерів з ефективним використанням всього габаритного простору, тобто в два яруси.

2 Вагони-платформи, призначені для проходження в поїздах постійного формування на замкнутих маршрутах.

Вагон-платформа для проходження в контейнерних поїздах виконується довжиною 40 футів, з можливістю перевезення універсальних контейнерів розмірами 1x1AA і 2x1CC. Конструкційна швидкість руху платформ 120 км/г.

Недолік цієї моделі в низькій вантажній місткості з точки зору довжини платформи.

3 Сцеп з двох вагонів-платформ загальною вантажною довжиною 80 - футів (зчленовані).

Платформа розроблена і побудована компанією «Татравагонка» (Словаччина, м. Попрад). Тип вагона Sggrss-80. Платформа складається з двох секцій з вантажними майданчиками довжиною по 12 м, встановлена на трьох візках тип Y25 Ls (s) dl і оснащена пристосуваннями для кріплення контейнерів різних типорозмірів, які відповідають стандартам ІСО 668 і МСЗ 592-2. Довжина платформи по буферам 26,39 м; маса тари 25,3 т. Платформа оснащена пристроями для недопущення несанкціонованого проникнення в контейнери і системою діагностики гальм для запобігання динамічних поштовхів при гальмуванні. Вантажопідйомність платформи 90 т, що допускається швидкість руху 120 км/год [4, 6].

Перевагою таких платформ є невелика тара вагону.

Недоліком зчленованих платформ є те, що маса поїзда складеного з таких платформ буде нижче, ніж при перевезенні контейнерів з ефективним використанням всього габаритного простору, тобто в два яруси. Кількість контейнерів, що перевозяться таким поїздом буде менше, а значить, буде потрібно більше поїздів для перевезення однакової кількості контейнерів в порівнянні з перевезенням в два яруси.

4 Довгобазні платформи.

Вагон-платформа для проходження в контейнерних поїздах має можливість перевезення універсальних великотоннажних контейнерів розмірами 2 x 1AA, 1 x 1AA і 2 x 1CC або 4 x 1CC в один ярус. При цьому конструкційна швидкість довгобазних платформ досягає 120 км/г.

В середині 2006 року були зафіксовані масові випадки руйнування хребтових балок і бічних рам довгобазних платформ, що представляло пряму загрозу безпеці руху. Для визначення причин руйнування платформ була



створена комісія в складі якої увійшли фахівці АТ «Укрзалізниця», ДНДЦ, ВАТ «ВНИИЖТ», ДержНДІ, ВНКТІ, заводів виробників.

Комісією були зроблені висновки з усього комплексу розглянутих питань. Відзначено, що нормативно-технічна база з проектування та розрахунку на міцність, методики всього комплексу проведених випробувань, методи зварювання і контролю зварних з'єднань довгобазних платформ вимагають детальної переробки. При розробці конструкції не враховувався досвід світового вагонобудування; по подібним виробам [1].

В результаті було прийнято рішення про відкликання з експлуатації довгобазних платформ до усунення несправностей.

Недоліки ефективності застосування довгобазних платформ такі ж, як і у зчленованих.

5 Колодязні платформи для перевезення великотоннажних контейнерів в два ярусу.

Вагон-платформа для проходження в контейнерних поїздах має можливість перевезення універсальних великотоннажних контейнерів; розмірами 2 x ДАА, 1 x 1АА і 2 x 1ЄЄ або 4 x 1СГ з навантаженням в два яруси: Головною відмінністю колодцевої платформи від довгобазної є більш висока погонне навантаження; а, отже збільшення ваги поїзда; Конструкційна швидкість колодязних платформ становить 120 км/г. Це найбільш перспективний варіант перевезення великотоннажних контейнерів. На думку спеціалістів таких як Ю.М. Назаренко, А.М: Бржезовській; М.В. Козлов, китайський та американський варіанти двох'ярусної платформи можуть служити основою для створення української платформи. [18, 20].

Провідні залізниці Америки, в тому числі і «Норфолк Південна», перевозять контейнери в два яруси. Для цього висота габариту від верху головки рейки повинна бути не менше 6,2 метра. В Україні відповідно до ПТЕ висота підвіски контактного проводу над рівнем верху головки рейок повинна бути на перегонах і станції не нижче 5750 мм, а на переїздах не нижче 6000 мм [3]. Висота підвіски контактного проводу не повинна перевищувати 6800 мм.

Для перевезення контейнерів у два яруси в США потрібне створення спеціалізованої залізничної мережі [22, 23], на всій довжині якої витримуються зазначені вимоги по габариту наближення споруд (мостів, тунелів, контактна мережа і т.д.), які обумовлені висотою контейнерів другого ярусу.

На електрифікованих лініях українських залізниць, необхідно враховувати висоту підвіски контактного проводу, а отже обмежувати висоту верхнього рівня контейнерів другого ярусу до 5350 мм. Це можливо за умови максимального зниження рівня підлоги і при обмеженні номенклатури типів контейнерів придатних для транспортування в два яруси по залізницях України.

Кількість вагонів-платформ, які перебувають в експлуатації, вже зараз не задовольняє обсягами транспортування контейнерів, так як в транзитному і у внутрішньому сполученні обсяги перевезень контейнерів залізницею щорічно збільшуються. У разі перемоги залізничного транспорту в конкурентній боротьбі з морським транспортом збільшення потоку транзитних контейнерів в Білорусь, країни Балтії виявиться ще більш інтенсивним, і, отже, необхідно буде нарощувати обсяги випуску нових вагонів-платформ і підвищувати ефективність використання вже існуючих [21].

Представлена класифікація дозволяє вагонобудівним підприємствам здійснювати вибір найбільш затребуваних, з точки зору ринку, вагонів - платформ, а компаніям, що перевозять вантажі в контейнерах, аргументовано вибирати найбільш підходящий тип платформ, виходячи з номенклатури перевезених контейнерів.

Типи великотоннажних контейнерів, які допускаються для перевезення з навантаженням в два яруси по залізницях України, представлені в таблиці 2.1 [5].

Типи і геометричні розміри великотоннажних контейнерів для перевезення з навантаженням в два яруси

	позначення типорозміру			зовнішні, мм			внутрішні, мм		
	довжина	Ширина	Висота	довжина	Ширина	Висота	довжина	Ширина	Висота
IAA	121922438	2591	119882330	2350					
IA	121922438	2438	119882330	2197					
ISS	6058	2438	2591	5867	2330	2350			
13	6058	2438	2438	5867	2330	2197			

Для оцінки ефективності колодцевої платформи в порівнянні з існуючими платформами був розглянутий варіант доставки одного мільйона контейнерів з Китаю транзитом до країн Європи в зв'язку з постійно зростаючими обсягами експорту китайських товарів на європейський ринок. При оцінці ефективності слід враховувати, що даний тип рухомого складу ходить не всюди і може експлуатуватися тільки на заздалегідь підготовлених маршрутах, виходячи з того, що висота підвіски контактного проводу повинна бути нижче 5750 мм. Порівняння йшло за трьома критеріями:

- 1 по економії рухомого складу;
- 2 по економії кількості поїздів;
- 3 по вазі поїзда.

Результати порівняння з першим критерієм представлені в таблиці 2.2, за другим критерієм - в таблиці 2.3, по третьому - в таблиці 2.4.

Порівняння кількості рухомого складу при навантаженні 20-футових і 40-футових контейнерів

- маса брутто 20-футового контейнера приймається рівним 16.8 тон

Як видно з таблиці 2.2 найбільший ефект економії рухомого складу досягається при перевезенні 40-футових контейнерів і приріст становить 50 відсотків. При перевезенні 20-футових контейнерів ефект менш значний, однак теж досить помітний і становить 33 відсотки.

Таблиця 2.3 - Кількість потягів при навантаженні:

- а) 20 - футових контейнерів;
- б) 40 - футових контейнерів

а)

спосіб навантаження	довжина платформи по осях зчеплення, м	модель платформи	Кількість поїздів, шт	Ефект, шт	кількість вагонів, тис.
ваг.	однорядна	13-470	333,3	19,62	7246 1690
	двох'ярусний	13-3124	250	20,2	5556

б)

спосіб навантаження	довжина платформи по осях зчеплення, м	модель платформи	Кількість поїздів, шт	Ефект, шт	кількість вагонів, тис.
Ваг.	однорядна	13-470	1000	19,62	2200010889
	двох'ярусний	13-3124	500	20,2	11111

При аналізі таблиці 2.3, показано, для перевезення 1 млн. контейнерів найбільший ефект економії кількості поїздів досягнутий в разі 40-футових контейнерів (б) при середній довжині приймально-відправних колій 900 м.

Таблиця 2.4

Порівняльне збільшення ваги поїзда

спосіб навантаження	довжина приймально-відправних шляхів, м	модель платформи	кількість вагонів в
---------------------	---	------------------	---------------------

складі, шт	вага			
складу,				
т				
однорядна	13-470	850	40	3119
		1050	53	4073,2
двох'ярусний	13-3124	850	39	3849
		1050	49	4789

У таблиці 2.4 наведені порівняльні ваги поїздів при різній довжині прийнятно - відправних шляхів і вазі локомотива рівному 183 т. Як показано в таблиці 2.4 вага поїзда збільшується при двоох'ярусної навантаженні контейнерів на 950 тонн.

Таким чином, нова платформа для навантаження контейнерів у два яруси ефективніше існуючого рухомого складу.

Проводилося обстеження фактичних габаритів споруд та висоти підвіски контактного проводу на контейнерних маршрутах за допомогою лазерної системи для вимірювання габаритів споруд. Вимірювання габаритів здійснювалося шляхом вимірювання відстані до різних точок внутрішнього обриси споруд, що обміряли. Фактично габарітомер був внутрішньобазовим далекоміром з лазерним підсвічуванням і скануванням простору. Сканування здійснювалося за рахунок кругового обертання оптичної осі далекоміра в площині перпендикулярній напрямку руху вагона при його русі (рисунок 2.1).

За один оборот оптичної осі далекоміра здійснювалося вимірювання дальності в приблизно чотиреста точках простору. Ця сукупність точок становила один вимірний поперечний переріз, а сукупність перетинів становила об'єкт, що обміряли. Кількість перетинів в одному об'єкті було довільним і залежало від швидкості руху вагона. Дальність, на якій могло проводитися вимір, становила від 2 до 6 метрів.

Найбільш перспективними є колодязні платформи, так як вони мають максимальну місткість і невелику базу, а, отже, при однаковій довжині складу кількість контейнерів у складі з колодязних платформ буде вище, ніж в складі з інших вагонів-платформ. Цей ефект досягається максимально зниженим рівнем підлоги у колодязних платформ і найкращим використанням габаритного простору. В області досліджень великотоннажних контейнерних перевезень з навантаженням в два яруси були враховані праці таких вчених як: Ю.М. Назаренко [24, 25, 26, 27, 29], Е.Н Морозов [27, 29], М.В. Козлов [17], А.Л. Лісіцин [17] та ін.

На підставі результатів проведених випробувань і заходів щодо усунення виявлених недоліків вченими і конструкторами України була розроблена конструкція платформи для перевезення великотоннажних контейнерів, що має наступні ознаки новизни порівняно з відомими моделями [13-16]:

- колодцева рама платформи;
- максимально знижений рівень підлоги;
- можливість двох'ярусного транспортування крупнотонажних контейнерів при висоті підвіски контактного дроти 5750 мм.

Аналіз ситуації, що склалася показав, що навантаження великотоннажних контейнерів у два яруси можлива за умови максимального зниження вантажної площадки вагона через наявність обмежень по висоті підвіски контактного проводу. При висоті рівня підлоги експлуатованого рухомого складу, включаючи транспортери майданчикového типу (700 - 1300 мм від головки рейки), верх другого ярусу великотоннажних контейнерів досягає висоти в інтервалі 5576 - 6482 мм від головки рейки, що перевищує не тільки висоту підвіски контактного проводу, але і внутрішню висоту інженерних споруд мережі.

Виходячи з вищесказаного, був розроблений зразок спеціалізованої колодцеобразної платформи моделі 13 - 3124 [8], параметри конструкції якої наведені в таблиці 2.5 [11].

Параметри дослідної платформи колодцеобразного типу для великотоннажних контейнерів моделі 13 – 3124

Вантажопідйомність, т, не менше 67

Маса тари, т, не більше 27

Навантаження, що допускається від осі колісної пари на рейки, тс не більше 23.5

Довжина по осях зчеплення автозчепів, мм 20220

Довжина рами по лобовим місцях, мм 19000

База вагона, мм 16000

Внутрішні розміри колодязя, мм:

Ширина

Довжина

2538

12350

Відстань від рівня головок рейок до рівня навантаження нижнього ярусу в порожньому стані, мм 254

Конструкційна швидкість, км / год 120

Габарит по ГОСТ 9238-83, нижній обрис 1-Т

Як видно з таблиці 2.5, основними особливостями екіпажу 13-3124, що відрізняють його від аналогів, є, велика місткість кузова за кількістю контейнерів при базі вагона 16 м, велике навантаження від колісної пари на рейку. Висота рівня підлоги над рівнем головки рейки у новій розробленої платформі одна з найнижчих в світі і становить 258 мм на відміну від американських аналогів, складових 800 мм.

Платформа для двох'ярусної перевезення 20 і 40-футових контейнерів (рисунок 2.2) складається з ходових візків і рами 1. Рама має поперечні шкворневі, торцеві і поздовжні бічні балки, що утворюють колодязь, і

міжтележечну вантажну площадку. Поздовжні балки в середній по довжині частини оснащені відкидними, шарнірно прикріпленим майданчиком 2, сходами 3 для кріплення і зняття контейнерів другого ярусу і консольної частини 4.

Відмінною особливістю платформи зазначеної в патенті [11] від заявленої раніше в патенті [2], є спрощення процесу кріплення і зняття контейнерів другого ярусу за рахунок оснащення конструкції платформи елементом, що надає можливість установки між'ярусного кріплення 20-футових контейнерів в середній частині платформи без додаткових споруд (естакад) на контейнерному майданчику. Із зовнішнього боку поздовжньої балки в середній її частини шарнірно прикріплюється робочий майданчик, опущена вертикально і зафіксована в транспортному положенні, і встановлюється горизонтально для підйому на неї по шарнірно закріплених поруч і також відкидних допоміжних сходах.

Платформа може експлуатуватися, наприклад, наступним чином. На вантажонесущому майданчику на дні колодязя розміщені два 20-футових контейнера першого ярусу. У верхніх фітингових отворах контейнерів першого ярусу встановлено між'ярусні кріпильні пристрої для кріплення контейнерів другого ярусу з боку торцевих стін колодязя платформи. Закріплені в горизонтальному положенні з двох сторін платформи відкидні майданчики 2 і піднято їх огороження. Знято з фіксаторів відкидні сходи 3, поставлені в верхні фітингові отвори 20-футові контейнери першого ярусу в середній частині платформи між'ярусного кріпильного пристроя другого ярусу. На перший ярус і другий яруси встановлені і закріплені по два 20-футових контейнера. Між'ярусні кріпильні пристрої (замки) для надійного закріплення контейнерів другого ярусу після навантаження контейнерів приводяться в закрите положення.

Платформа забезпечує без додаткового облаштування контейнерних майданчиків вантаження і вивантаження не тільки 40-футових, але і 20-



футових контейнерів, однак висота кожного контейнера не повинна перевищувати 2591 мм.

Платформа розширює географію контейнерних майданчиків для виконання вантажно-розвантажувальних робіт з двоярусним завантаженням за рахунок оснащення платформи відкидною площадкою і сходами, що дозволяють встановлювати між'ярусні кріплення 20-футових контейнерів без облаштування контейнерних майданчиків спеціальними естакадами, що збільшує обсяг перевезень контейнерів у два яруси і підвищує їх ефективність.