

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра вагонів**

**ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ  
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

***Конспект лекцій***

**Харків – 2015**

Експлуатаційні властивості транспортних засобів:  
Конспект лекцій / Р.І. Візняк, А.О. Ловська, В.А. Гребенюк,  
В.Г. Равлюк. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – 50 с.

У конспекті лекцій містяться відомості про експлуатаційні властивості сучасних транспортних засобів. Розглянуто структуру перевезень і технічні засоби комбінованого транспорту, а також конструкційні особливості спеціалізованих вагонів західноєвропейського типу колії 1435 мм.

Рекомендовано для студентів усіх форм навчання напряму підготовки “Транспортні технології (залізничний транспорт)”.

Іл. 28, табл. 9, бібліогр. 10 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри вагонів 17 листопада 2014 р., протокол № 4.

Рецензент

проф. І.Е. Мартинов

## ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Конспект лекцій

Відповідальний за випуск Ловська А.О.

Редактор Буранова Н.В.

---

Підписано до друку 16.12.14 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,0. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

## Зміст

1 Загальні відомості про експлуатаційні властивості сучасних транспортних засобів.....	4
2 Структура перевезень комбінованим транспортом.....	12
2.1 Види комбінованих перевезень.....	12
2.2 Технічні засоби комбінованого транспорту.....	16
2.3 Вантажні одиниці.....	18
2.4 Термінальне господарство.....	19
3 Експлуатаційні властивості контрейлерної техніки перевезень.....	23
3.1 Розвиток та завдання контрейлерних перевезень.....	23
3.2 Рухомий склад для контрейлерних перевезень.....	26
4 Техніка та технології бімодального транспорту.....	34
4.1 Особливості бімодального транспорту.....	34
4.2 Рухомий склад на комбінованому ході.....	38
5 Експлуатаційні властивості спеціалізованих вагонів західноєвропейського типу колії 1435 мм.....	41
5.1 Вагони для експлуатації на західноєвропейських залізницях.....	41
5.2 Ходові частини вагонів колії 1435 мм.....	47
Список літератури.....	50

## 1 Загальні відомості про експлуатаційні властивості сучасних транспортних засобів

Основними експлуатаційними властивостями рухомого складу, які дають змогу визначити ступінь найбільш ефективного їх використання в заданих умовах експлуатації, є: вантажопідйомність, тара, число колісних пар (вісність), об'єм кузова, площа підлоги, довжина та лінійні розміри транспортного засобу тощо [2, 7].

Експлуатаційні властивості рухомого складу необхідно оцінювати виходячи з умов експлуатації, тобто особливостей організації процесу перевезень, які визначаються різними поєднаннями транспортних, дорожніх та кліматичних умов.

Раціональний вибір параметрів рухомого складу забезпечує найменші витрати на здійснення процесу перевезень. Визначальним фактором при виборі характеристик вагона є приведені витрати, мінімальна величина яких відповідає найбільш економічним параметрам вагона.

Зупинимося на визначеннях основних параметрів рухомого складу.

Основним технічним параметром вантажного вагона є вантажопідйомність. Вантажопідйомністю називається найбільша маса вантажу, яка допускається до перевезення в даному вагоні. Не менш важливим параметром вагона є тара — власна маса конструкції вагона.

Сума тари та вантажопідйомності вагона називається масою бруто,  $t$ , і визначається за формулою

$$M_{\text{бр}} = T + P, \quad (1)$$

де  $T$  — тара вагона, т;

$P$  — вантажопідйомність, т

Вага бруто вагона, кН, визначається за формулою

$$P_{\text{бр}} = M_{\text{бр}} \cdot g, \quad (2)$$

де  $g$  — прискорення вільного падіння,  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ .

Вісність вагона — кількість осей колісних пар у вагоні. За вісністю вагони поділяються на чотири-, шести-, восьми- та багатовісні (вагони-транспортери).

Конструкційні особливості та стан залізничної колії обумовлюють величину допустимого статичного навантаження від колісної пари на рейки — осьове навантаження, яке можна визначити за формулою, кН/ось,

$$P_o = \frac{P_{op}}{n}, \quad (3)$$

де  $n$  — вісність вагона.

Статичне навантаження вагона, що припадає на 1 м колії, називається погонним навантаженням, кН/м,

$$P_n = \frac{P_{op}}{l_v}, \quad (4)$$

де  $l_v$  — довжина вагона, м.

Одне з основних та найважливіших завдань вагонобудівних заводів — це зниження тари вагона, оскільки воно дає можливість збільшити вантажопідйомність вагона, а відповідно, й провізну спроможність залізниць.

Ефективність зниження тари вантажного вагона характеризується коефіцієнтами тари:

- технічним (конструкційним);
- завантажувальним;
- експлуатаційним.

Технічний коефіцієнт тари — це відношення тари вагона до його вантажопідйомності, визначається за формулою

$$k_T = \frac{T}{P} \quad (5)$$

Завантажувальний коефіцієнт тари — це відношення тари вагона до фактично використаної його вантажопідйомності, визначається за формулою

$$k_3 = \frac{T}{P \cdot \lambda}, \quad (6)$$

де  $\lambda$  — коефіцієнт використання вантажопідйомності вагона.

Експлуатаційний коефіцієнт тари вагона враховує пробіги вагона в завантаженому та порожньому стані:

$$k_e = \frac{T(1 + \alpha_n)}{P_{дин}}, \quad (7)$$

де  $\alpha_n$  — коефіцієнт порожнього пробігу, який враховує відношення порожнього пробігу вагона до вантажного пробігу;

$P_{дин}$  — середнє динамічне завантаження вагона.

Найбільш вагомим, з точки зору ефективності вагона, є експлуатаційний коефіцієнт тари, а менш вагомим — технічний.

Питомим об'ємом,  $\text{м}^3/\text{т}$ , називають відношення об'єму кузова вагона до його вантажопідйомності, тобто

$$V_n = \frac{V}{P}, \quad (8)$$

де  $V$  — повний або геометричний об'єм кузова вагона,  $\text{м}^3$ ;

$P$  — вантажопідйомність вагона, т.

Завантажувальний об'єм кузова,  $\text{м}^3/\text{т}$ ,

$$V_3 = V_n \cdot \varphi, \quad (9)$$

де  $\varphi$  — коефіцієнт використання геометричного об'єму кузова вагона (для критих та ізотермічних вагонів  $\varphi < 1$ , для вагонів-цистерн  $\varphi = 1$ , для напіввагонів, за умови завантаження їх вище рівня стін,  $\varphi > 1$ ).

Для вагонів-платформ притаманне визначення питомої площі підлоги,  $\text{м}^2/\text{т}$ ,

$$f = \frac{F}{P} = \frac{V_n}{P \cdot H \cdot \varphi}, \quad (10)$$

де  $F$  — повна площа підлоги,  $\text{м}^2$ ;

$H$  — висота завантаження вагона,  $\text{м}$ .

У випадку здійснення перевезень вантажу у вагоні одного типу цілеспрямований питомий об'єм,  $\text{м}^3/\text{т}$ , та питома площа,  $\text{м}^2/\text{т}$ , визначаються за формулами:

$$g_n = \frac{1}{\varphi \cdot \rho}, \quad (11)$$

де  $\rho$  — об'ємна маса вантажу,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

$$f_n = \frac{1}{\varphi \cdot \rho \cdot H}. \quad (12)$$

Якщо вагон є універсальним, тобто призначений для перевезення широкої номенклатури вантажу, тоді вибір  $g_n$  та  $f_n$  ускладнюється, оскільки розрахунок цих величин для вантажів з різними характеристиками призводить до недовикористання об'єму кузова вагона при перевезенні в ньому інших видів вантажів.

Не є раціональним також вибір  $g_n$  та  $f_n$  за середньозваженим значенням  $\rho$  та  $\varphi$ . Оскільки при перевезенні вантажів, які мають невелику масу, відбувається недовикористання вантажопідйомності вагона.

Тому для універсальних вагонів при визначенні раціонального значення  $\mathcal{G}_n$  та  $f_n$  застосовується спеціальна методика, яка дає змогу отримати коефіцієнт використання вантажопідйомності вагона  $\lambda$  як відношення фактично завантаженого вантажу у вагон до його вантажопідйомності, залежно від значення  $\mathcal{G}_n$  або  $f_n$ .

Для визначення залежностей  $\lambda_g = f_1(\mathcal{G}_n)$  та  $\lambda_f = f_2(f_n)$  у застосуванні до всієї номенклатури вантажів, що перевозяться у вагоні заданого типу, використовують формули, запропоновані Л. А. Коганом [7]:

$$\lambda_g = \frac{\sum a_u + \sum a_n}{\sum a_u + \frac{1}{\mathcal{G}_n} \sum a_n \cdot \mathcal{G}_{yz}}, \quad (13)$$

$$\lambda_f = \frac{\sum a_u + \sum a_n}{\sum a_u + \frac{1}{f_n} \sum a_n \cdot \mathcal{G}_{yz}}, \quad (14)$$

де  $\mathcal{G}_{yz}$ ,  $f_{yz}$  — відповідно питомий об'єм та питома площа, які забезпечують повне використання об'єму та вантажопідйомності;

$a_u$  — питома значення у вантажообігу вантажів, для яких  $\mathcal{G}_n \geq \mathcal{G}_{yz}$  або  $f_n \geq f_{yz}$ , тобто які використовують вантажопідйомність вагона при заданих  $\mathcal{G}_n$  та  $f_n$ ;

$a_n$  — питома значення у вантажообігу вантажів, для яких  $\mathcal{G}_n < \mathcal{G}_{yz}$  або  $f_n < f_{yz}$ , тобто які недовикористовують вантажопідйомність вагона при заданих  $\mathcal{G}_n$  та  $f_n$ .

Для отримання більш точного значення шуканих величин необхідно також враховувати перевезення, які здійснюються у вантажному напрямку.

Не менш важливим параметром, який характеризує ефективність використання рухомого складу, є статичне навантаження.



Статичне навантаження визначає кількість вантажу, яка завантажується в кузов вагона, і обчислюється за формулою, т,

$$P_c = P \cdot \lambda, \quad (15)$$

де  $\lambda$  — коефіцієнт використання вантажопідйомності вагона для заданого виду вантажу, який перевозиться в ньому.

У випадку, коли для вантажів використання вантажопідйомності вагона визначається величиною об'єму кузова, статичне навантаження, т,

$$P_c = P \frac{V_n}{g_{yz}}. \quad (16)$$

Дана формула справедлива за умови, коли  $g_n \leq g_{yz}$ .

Середнє статичне навантаження для кожного типу вагона, в якому здійснюється перевезення різноманітних вантажів, т,

$$\bar{P}_c = \frac{\sum a_i}{\sum \frac{a_i}{P_c}}, \quad (17)$$

де  $a_i$  — абсолютна кількість або частка  $i$ -го вантажу в загальному об'ємі вантажів, що перевозяться заданим типом вагона.

З метою врахування відстані перевезення вантажу використовують середнє динамічне навантаження вагона заданого типу, т,

$$P_{дин} = \frac{\sum a_i \cdot l_i}{\sum \frac{a_i \cdot l_i}{P_c}}, \quad (18)$$

де  $l_i$  — середня відстань перевезень  $i$ -го вантажу, м.

До основних лінійних розмірів вагона належать: внутрішня та зовнішня довжина, зовнішня ширина, довжина вагона за осями зчеплення автозчепів, площа підлоги (вагон-платформа), діаметр котла (вагон-цистерна) тощо.

Внутрішня довжина вагона (напіввагона, критого, ізотермічного та інших вагонів), м,

$$2L_{\text{в}} = \frac{V}{F_k}, \quad (19)$$

де  $F_k$  — площа поперечного перерізу кузова, який завантажений вантажем,  $\text{м}^2$ .

Внутрішня довжина вагона-платформи визначається за формулою, м,

$$2L_{\text{в}} = \frac{F}{2B_{\text{в}}}, \quad (20)$$

де  $2B_{\text{в}}$  — внутрішня ширина вагона-платформи, м.

Зовнішня довжина кузова вагона, м,

$$2L = 2L_{\text{в}} + 2a_{\text{т}}, \quad (21)$$

де  $a_{\text{т}}$  — товщина торцевої стіни кузова вагона, м.

Зовнішня ширина кузова вагона, м,

$$2B = 2B_{\text{в}} + 2a_{\text{б}}, \quad (22)$$

де  $a_{\text{б}}$  — товщина бокової стіни кузова вагона, м.

При визначенні зовнішньої ширини кузова критого вагона необхідно також враховувати товщину бокових дверей, а щодо вагонів-цистерн — зовнішню драбину та ін.

У більшості конструкцій вагонів їх довжина рами збігається з довжиною рами кузова.

Довжина вагона за осями зчеплення автотчепів, м,

$$2L_{заг} = 2L_p + 2a_a, \quad (23)$$

де  $L_p$  — зовнішня довжина рами вагона, м;

$a_a$  — виліт автотчепу (відстань від осі зчеплення автотчепу до кінцевої балки), м.

При заданій довжині консолі  $n_k$  база вагона (відстань між геометричними осями п'ятників кузова) складає, м

$$2l = 2L_p - 2n_k. \quad (24)$$

Площа підлоги вагона-платформи, м<sup>2</sup>,

$$F = P \cdot f_n. \quad (25)$$

Діаметр котла чотиривісного вагона-цистерни орієнтовно може бути розрахований за формулою, м,

$$D = 0,7\sqrt[3]{V}, \quad (26)$$

де  $V$  — об'єм котла вагона-цистерни, м<sup>3</sup>.

Лінійні розміри кузова вагона, які розраховані за формулами, що наведені вище, уточнюють при здійсненні вписування вагона в габарит, а також інших вимог, що висуваються нормативно-технічними документами до вагонів.

Для пасажирських вагонів також притаманний такий параметр, як пасажиромісткість.

Пасажиromісткість — це кількість пасажирів у вагоні, для яких забезпечено оптимальні умови комфорту.

Збільшення цього показника дає зниження собівартості перевезень, але водночас збільшує силовий вплив на несучі елементи вагона та рейкову колію, внаслідок цього собівартість перевезень може збільшуватись.

## **2 Структура перевезень комбінованим транспортом**

### **2.1 Види комбінованих перевезень**

Збільшення обсягу перевезень у країнах Європи спонукало до розвитку комбінованих транспортних систем, які успішно функціонують вже протягом тривалого часу. Найбільший досвід впровадження та ефективної експлуатації використання комбінованих транспортних систем має США. Розрізняють такі типи змішаних перевезень [4]:

- мультимодальні;
- інтермодальні;
- комбіновані.

Мультимодальні перевезення — перевезення, у яких беруть участь не менше ніж два різних види транспорту. Тобто будь-який перевізний процес (вантажів або пасажирів) є мультимодальним.

Інтермодальні перевезення — це мультимодальні перевезення, у процесі здійснення яких вантаж до місця призначення перебуває в тому самому знімному модулі — вантажній одиниці, якими є: контейнери, знімні кузови, напівпричепи, автотранспортні засоби тощо. У випадку, коли більша частина шляху припадає на залізничний або морський транспорт, а початковий та кінцевий шлях здійснюються автомобільним, інтермодальні перевезення мають назву комбінованих.

Комбіновані перевезення мають такі характерні ознаки:

- координація та контроль виконання перевезень з боку експедитора — оператора комбінованих перевезень;

- наявність договору, який укладається між оператором і власником вантажу про транспортування вантажу з обумовленого місця відправлення до місця призначення, що оформлюється документом комбінованого перевезення та супроводжує вантаж протягом усього процесу перевезення;

- роль оператора як юридичної особи у відносинах із власником вантажу та субпідрядником, який виконує перевезення, роботи і послуги за угодами з оператором;

- прийняття оператором відповідальності перед власником вантажу протягом всього часу перевезення вантажу;

- використання в розрахунках за перевезення наскрізних тарифних ставок, які включають вартість усіх видів перевезень і послуг, які виконуються у процесі доставки вантажу.

Важливими факторами транспортної політики є стимулювання комбінованих перевезень як найбільш ефективних і найменш забруднюючих для довкілля технологій перевезення. Змішані перевезення сприяють підвищенню продуктивності праці на транспорті. Також перевагою комбінованих перевезень є ефективне використання палива.

Розвиток експлуатації комбінованих транспортних систем простежується і в Росії, насамперед контейнерних та контрейлерних перевезень.

У Китаї набули поширення трансконтинентальні перевезення контейнерів через Алатауський коридор, який складає конкуренцію системі контейнерних перевезень Росії.

Класифікаційна структура комбінованих перевезень наведена на рисунку 1.

Контейнерні перевезення припускають перевезення власне контейнерів типу ISO, а також знімних кузовів.

Система “Cargo” ґрунтується на перевезенні вантажів малих відправлень на європіддонах із застосуванням універсальних вагонів-платформ.

Основою системи “ACTS” є використання прототипу контейнера, що обладнаний роликами, та спеціалізованих платформ з поворотними рамами.

Контрейлерні перевезення — це перевезення автотранспортних засобів — великовантажних автопоїздів, а також окремих напівпричепів. При цьому виді перевезень

використовуються спеціалізовані платформи. Так, на залізницях колії 1520 мм застосовуються платформи зі зниженими вантажними майданчиками (ЗВП), а на залізницях колії 1435 мм — платформи типу “RoLa”. Основними залізничними транспортними засобами при здійсненні перевезень автомобільних напівпричепів за технологією “Huckepack” є вагони з кишнями, платформи з низько розташованими навантажувальними майданчиками систем “Iron Highway” та “EuroSpine”.

Технологія “Iron Highway” припускає використання зчленованої платформи із сумарною корисною довжиною 366 м, на якій можуть розміщуватися автомобільні напівпричепи.

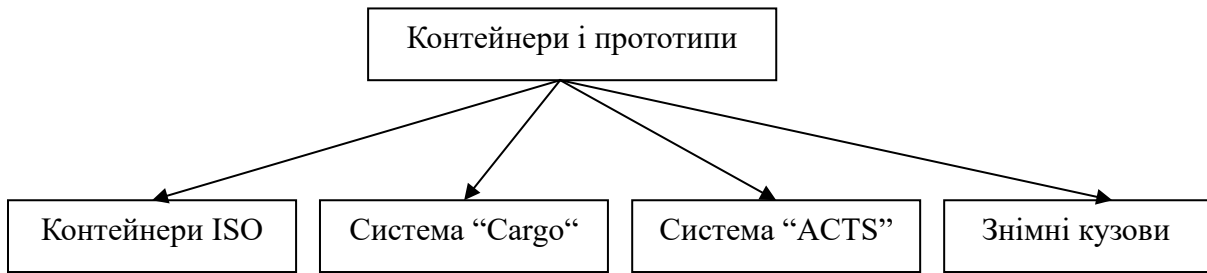
Технологія “EuroSpine” використовує транспортні засоби, які мають вигляд зчленованих десятивісних секцій з чотирьох одиниць з метою розташування вантажів.

Бімодальні перевезення — перевезення, які здійснюються за допомогою спеціальних напівпричепів та можуть експлуатуватися як на автомагістралях, так і на залізницях. Існують системи типу “RoadRailer” (США) та європейські комбіновані системи.

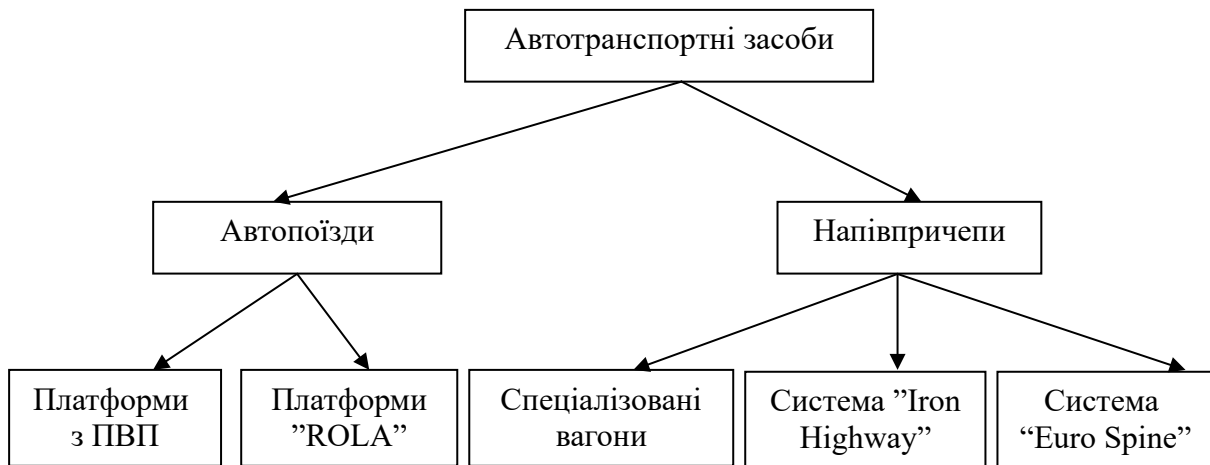
Однією з найбільш перспективних систем є “TWT” (Two-Way Trailer). Дана система представлена спеціальним автопоїздом, який має можливість переміщуватися як автомагістраллю, так і залізницею.

Найбільш ефективний варіант перевезень автомобільних напівпричепів залізничною колією визначається порівняльним аналізом особливостей варіантів перевезень. За визначальні критерії приймаються показники оцінювання. У конкретних випадках розглядаються три групи показників оцінювання, що пов’язані з терміном перевезень (швидкості руху, допустимі за маршрутом прямування; габаритні обмеження; час вантажно-розвантажувальних робіт), вартісною оцінкою (ціна вагона; вартість його утримання; витрати на будівництво терміналу; вартість перевантаження; витрати на утримання персоналу) та організаційно-технічними заходами (багатофункціональність системи; співвідношення нетто/брутто; річний пробіг у завантаженому стані; вплив на довкілля).

а)



б)



в)



а – контейнерні перевезення; б – контейнерні перевезення;  
в – бімодальні перевезення

Рисунок 1 — Класифікаційна структура комбінованих перевезень

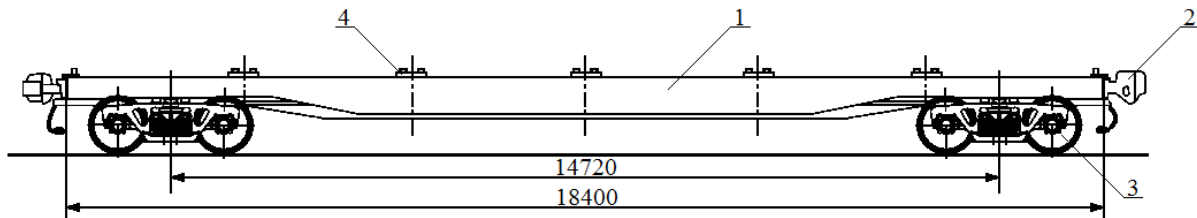
## 2.2 Технічні засоби комбінованого транспорту

Ефективність експлуатації комбінованого транспорту залежить від технічних засобів (рухомого складу та вантажних одиниць), що використовуються для перевезень, а також термінального господарства [4].

Обсяги перевезень вантажів при комбінованих перевезеннях залежать від рухомого складу, який використовується при цьому. Найбільш поширеними типами вагонів, які експлуатуються при комбінованих перевезеннях, є вагони-платформи.

Отже, розглянемо найбільш перспективні конструкції вагонів-платформ, які використовуються при комбінованих перевезеннях.

Одним з найбільш поширених є вагон-платформа для перевезення контейнерів моделі 13-470 [3, 5]. Він включає в себе: раму, яка являє собою зварну конструкцію; хребтову та бокові балки рами, які представлені двотаврами змінної за довжиною висоти. Також конструкція містить дві шворневі балки та лобові, які мають типову будову. Крім того, до складу рами входять ряд проміжних поперечних та поздовжніх балок (рисунок 2).



- 1 — рама; 2 — автотцепний пристрій;  
3 — візок; 4 — фітинговий упор

Рисунок 2 — Вагон-платформа для перевезення контейнерів моделі 13-470

Однак у західній Європі використовуються платформи-контейнеровози, на яких можна перевозити по три контейнери довжиною 6,1 м, або по одному — довжиною 6,1 м та 12,2 м, а також контейнери довжиною 13,7 м.

Для забезпечення збільшення швидкості комбінованих перевезень на базі платформи контейнеровоза моделі “Sgns 694”



створено вагон-платформу моделі “Sgnss-y 703”, яка має змінену схему завантаження контейнерів та можливість їх перевезення зі швидкістю до 160 км/год.

Вагон-платформа типу “Multifret”, який створено за замовленням “Національних залізниць Франції”, складається з центральної та двох кінцевих частин, які підняті над рівнем підлоги на 250 мм (рисунок 3). До складу рами входять: дві хребтові балки, які взаємодіють з поперечними, що несуть опорні пластини з устаткуванням для кріплення вантажних одиниць. Несуча конструкція вагона-платформи спирається на два візки типу Y33A. У них відмінною ознакою від візків Y25 є збільшена до 2 м база, а також діаметр коліс – 840 мм, тому допускається осьове навантаження 176,58 кН/вісь.

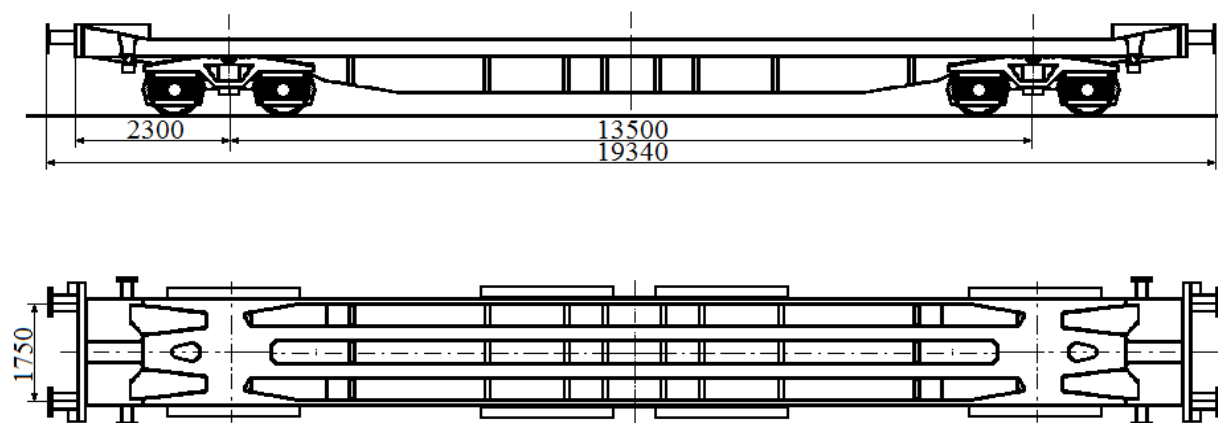


Рисунок 3 — Вагон-платформа типу “Multifret”

З метою забезпечення перевезень за системою “ACTS” використовуються спеціалізовані вагони-платформи з поворотними рамами (рисунок 4). При здійсненні залізничних перевезень за даною системою відбувається встановлення контейнера на поворотній рамі вагона-платформи. При необхідності здійснення перевантажень на автотранспортний засіб ця рама відводиться вбік, після цього до неї подається заднім ходом автомобіль-контейнеровоз, який здійснює перекочення контейнера на свою раму.

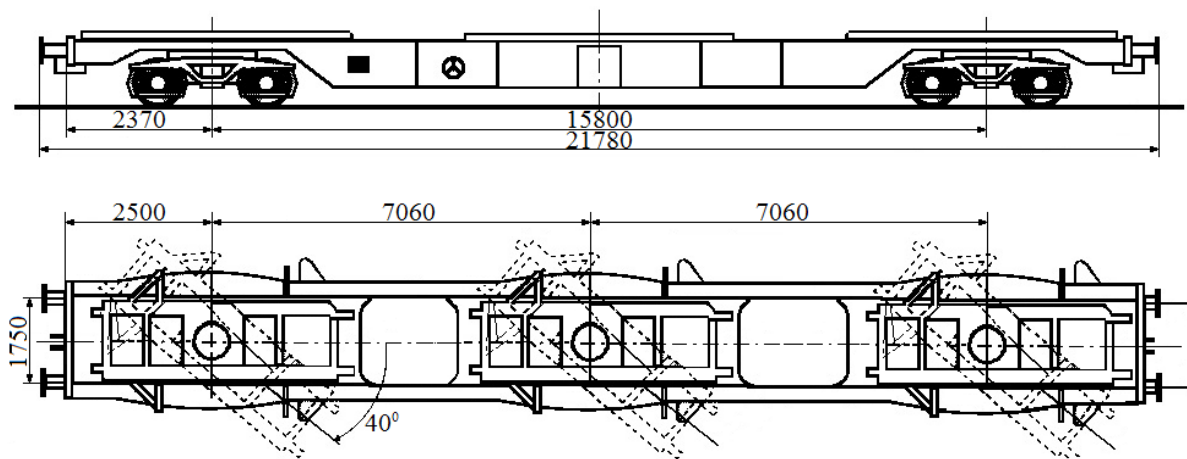


Рисунок 4 — Вагон-платформа для перевезень за системою “ACTS”

Велику ефективність мають контейнерні перевезення у два яруси. В США здійснюються випробування перевезень контейнерів у три яруси.

Перспективу в комбінованих перевезеннях мають також самохідні п'ятивагонні секції “CargoSprinter”, які призначені для перевезень контейнерів та знімних кузовів. Така секція зазвичай складається з двох кінцевих чотиривісних моторних вагонів та трьох двовісних проміжних вагонів.

Фірмою “Talbot” розроблено секцію “CargoSprinter”, яка має кінцеві моторні вагони, які подібні до конструкції секції фірми “Windhoff”. При цьому вантажна платформа моторного вагона спирається на раму візка через п'ятники з антифрикційними пластмасовими вкладками.

### 2.3 Вантажні одиниці

Найбільш поширеною вантажною одиницею, яка використовується при комбінованих перевезеннях, є контейнер.

Контейнер (загального призначення) — це ємність для перевезень вантажу, досить міцна для повторного використання, зазвичай придатна для штабелювання й оснащена пристроями, які дають можливість транспортувати її різними видами транспорту (рисунок 5).

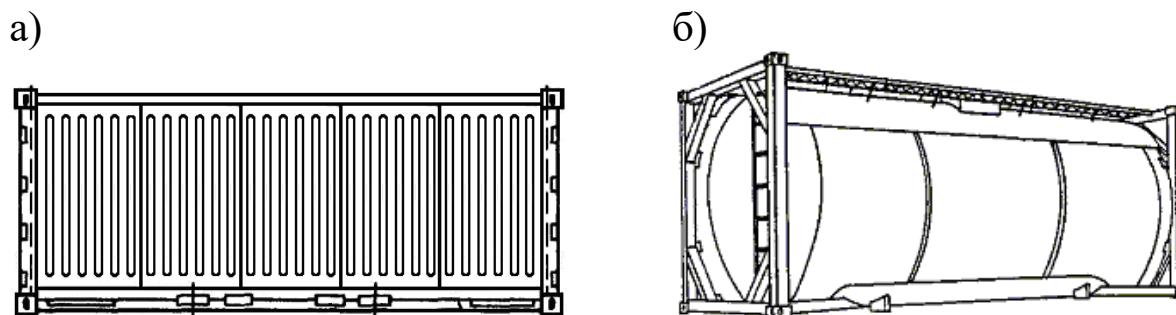


Рисунок 5 — Типи вантажних контейнерів: суховантажний (а); для перевезення наливних вантажів (б)

Основні параметри типових великотоннажних контейнерів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 — Основні параметри типових великотоннажних контейнерів

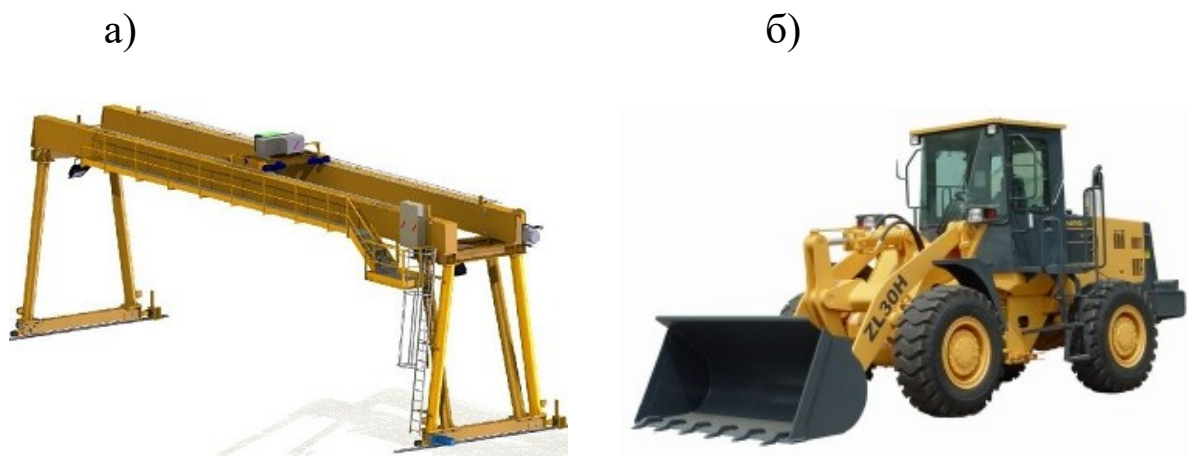
Тип контейнера	Маса брутто, т		Зовнішні (габаритні) розміри, мм			Внутрішній об'єм, м <sup>3</sup>
	номінальна	максимальна	довжина	ширина	висота	
IAA	30	30,48	12 192 (40')	2 438 (8,0')	2 591 (8,5')	65,6
IA	30	30,48	12 192 (40')	2 438 (8,0')	2 438 (8,0')	61,3
ICC	24	24,00	6 058 (20')	2 438 (8,0')	2 591 (8,5')	32,1
IC	24	24,00	6 058 (20')	2 438 (8,0')	2 438 (8,0')	30,0

## 2.4 Термінальне господарство

У системі комбінованих перевезень важливими елементами, які забезпечують транспортне обслуговування, є термінали. Розвиток комбінованого транспорту в деяких випадках залежить від раціонального розташування терміналів. При визначенні місць розташування терміналів керуються двома основними

критеріями. Перший пов'язаний з будівництвом щільної мережі терміналів для максимального покриття території країни пунктами, які здійснюють перевантажувальні операції. Другий пов'язаний зі створенням централізованої мережі терміналів, які дають змогу забезпечити мінімізацію витрат на перевезення як автомобільним, так і залізничним транспортом [4].

Продуктивність вантажно-розвантажувальних робіт прямо залежить від технічного оснащення терміналів. На контейнерно-контрейлерних терміналах застосовуються як козлові крани (рисунок 6, а), так і фронтальні навантажувачі (рисунок 6, б).



а – козловий кран; б – фронтальний автовантажувач

Рисунок 6 — Технічні засоби, які використовуються під час вантажно-розвантажувальних робіт на терміналах

На вантажних майданчиках залізничних станцій при здійсненні перевантажень контейнерів, важковагових, лісних та насипних вантажів використовуються двоконсольні козлові крани вантажопідйомністю 5,0 – 12,5 т [1]. Основна технічна характеристика козлових кранів наведена в таблиці 2.

З метою здійснення внутрішньоскладського та внутрішньоцехового транспортування вантажів, а також на відкритих вантажних майданчиках при перевантаженні контейнерів, лісоматеріалів, насипних, важковагових та довгомірних вантажів використовуються різні типи мостових кранів [1].

Основні технічні характеристики мостових кранів, що застосовуються на вантажних дворах залізничних станцій, подано в таблиці 3.

Для захоплення, утримання та звільнення вантажів при здійсненні завантажувально-розвантажувальних операцій використовуються вантажозахоплювальні пристрої.

Таблиця 2 — Основні технічні характеристики різних типів козлових кранів

Найменування параметрів	Тип крана						
	КК-5	КК-6	КДКК-10	ККС-10	КК-12,5	КК-20	КК-32М
1 Вантажопідйомність, т	5,0	6,3	10,0	10,0	12,5	20,0	40,0
2 Прогін, м	16,0	16,0	16,0	32,0; 20,0	16,0	25,0	25,0
3 Виліт консолі, м	4,5	4,5	4,2	8/9	4,5	5,0	5,0
4 База, м	5,6	7,8	7,0	14,0	10,0	—	14,0
5 Висота підйому, м	9,0	9,0	10,0	10,0	9,0	8,5	8,5
6 Швидкість, м/с							
- підймання вантажу	0,33	0,33	0,17	0,25	0,13	0,2	0,2
- переміщення вантажного візка	0,83	0,83	0,67	0,67	0,87	0,67	0,98
- переміщення крана	1,66	1,66	1,5	0,5	0,83	—	1,05
7 Маса крана, т	32,5	32,5	46,0	39,4	30,0	90,0	158,0

Вантажозахоплювальні пристрої за способом з'єднання з підйомним канатом крана поділяються на дві групи. До першої групи належать вантажозахоплювальні органи, які постійно з'єднані з підйомним канатом. Другу групу складають пристрої, які навішуються на вантажозахоплювальні органи з метою полегшення та зручності захоплення та звільнення вантажу або автоматизації цих операцій.

Таблиця 3 — Основні технічні характеристики різних типів мостових кранів

Найменування параметрів	Вантажопідйомність, т			
	5,0	10,0	15,0	20,0
Висота підйому, м	16	16	16	12
Прогін, м	10,5 – 34,5	10,5 – 34,5	10,5 – 34,5	19,5 – 34,5
Швидкість, м/с (при групі режиму роботи 4М)				
підймання вантажу	0,17	0,13	0,13	0,13
переміщення візка	0,67	0,67	0,67	0,67
переміщення крана	1,33	1,33	1,33	1,33
Маса крана, т	13,6 – 36,0	17,5 – 45,0	20,0 – 49,0	23,5 – 55,0

Вантажозахоплювальні пристрої рекомендується використовувати для завантаження та розвантаження різноманітних вантажів при здійсненні завантажувально-розвантажувальних операцій (таблиця 4).

З метою штабелювання контейнерів у 4 – 5 ярусів на терміналах застосовуються навантажувачі типу “Кальмар”. Завдяки наявності у них кліщових захоплювачів, дані навантажувачі можуть працювати як з контейнерами, так і контрейлерами [4].

Таблиця 4 — Вантажозахоплювальні пристрої для завантажувально-розвантажувальних операцій

Рід вантажу	Вантажозахоплювальний пристрій
1 Тарно-штучні вантажі: - на піддонах - без піддонів	вилковий захоплювач затискачі, штирі, захоплювачі- кантувачі
2 Контейнер середньотоннажний, масою брутто 3 та 5 т	автостроп ЦНИИ-ХИИТа, чотириланкові стропи, напівавтоматичний захоплювач
3 Контейнер великотоннажний, масою брутто 10, 20 та 30 т	спередери, траверси зі стропами
4 Важковагові нестандартні вантажі (машини, обладнання та	стропи, троси; те ж з траверсами; захоплювачі

## **3 Експлуатаційні властивості контрейлерної техніки перевезень**

### **3.1 Розвиток та завдання контрейлерних перевезень**

Як вантажні одиниці для контрейлерних перевезень застосовуються автотранспортні засоби, а саме автопоїзди та напівпричепа (контрейлери) [4].

Розвиток контрейлерних перевезень на початковому етапі затримувався двома основними причинами:

- необхідністю створення спеціалізованого рухомого складу;
- швидкими темпами розвитку перевезень автомобільним транспортом.

Підвищення швидкості розвитку автомобільних перевезень призвело до низки недоліків таких перевезень, зокрема підвищення щільності руху на автомагістралях, забруднення довкілля, підвищення рівня небезпеки перевезень тощо. Все це сприяло підвищенню швидкості впровадження контрейлерних перевезень.

Контрейлерні перевезення дають змогу здійснити принцип перевезень “door to door”. Транспортування вантажів залізницями під час контрейлерних перевезень здійснюється в основному за допомогою маршрутних поїздів, кожен з яких курсує між двома вантажними терміналами. З метою розміщення водіїв автофур та обслуговуючого персоналу до складу таких поїздів включають пасажирські вагони.

Маршрути руху контрейлерних поїздів при міжнародних перевезеннях організують таким чином, щоб кількість та тривалість зупинок на шляху прямування для здійснення митного контролю була мінімальною. Дана умова досягається за рахунок виконання митного контролю у пунктах технічного обслуговування (ПТО) вагонів при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт.

Схема організації контрейлерних перевезень наведена на рисунку 7.

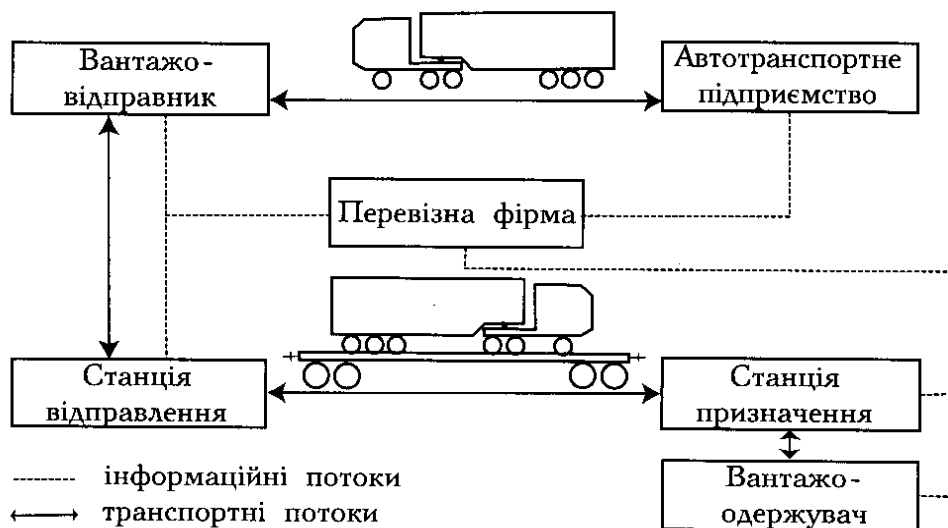


Рисунок 7 — Схема організації контрейлерних перевезень

Основними завданнями організації міжнародних контрейлерних перевезень є:

- удосконалення рухомого складу та пристроїв, які забезпечують кріплення автопоїздів при перевезенні залізницями;
- оснащення контрейлерних майданчиків та відпрацювання технології навантаження і кріплення автопоїздів;
- визначення найбільш перспективних маршрутів перевезень й оцінка економічної доцільності перевезень комбінованим транспортом;
- опрацювання положень тарифної політики, що надасть змогу забезпечити розвиток контрейлерних перевезень;
- розроблення та прийняття нормативних документів щодо перевезень комбінованим транспортом у напрямку міжнародних транспортних коридорів.

З метою забезпечення завантаження напівпричепів на залізничний рухомий склад було розроблено конструкції вагонів, які мали спеціальні заглиблення для коліс напівпричепів – вагони з кишнями (рисунок 8, а). Як технічне оснащення для здійснення завантажень таких вагонів використовуються крани із захоплювачами або навантажувачі.

При перевезенні автопоїздів за технологією “RoLa” завантаження напівпричепів здійснюється в горизонтальній площині, тобто самозаїздом напівпричепів з торцевої частини по



апараті. В цьому випадку як одиниці рухомого складу використовуються вагони-платформи з низько розташованими вантажними майданчиками (рисунок 8, б).

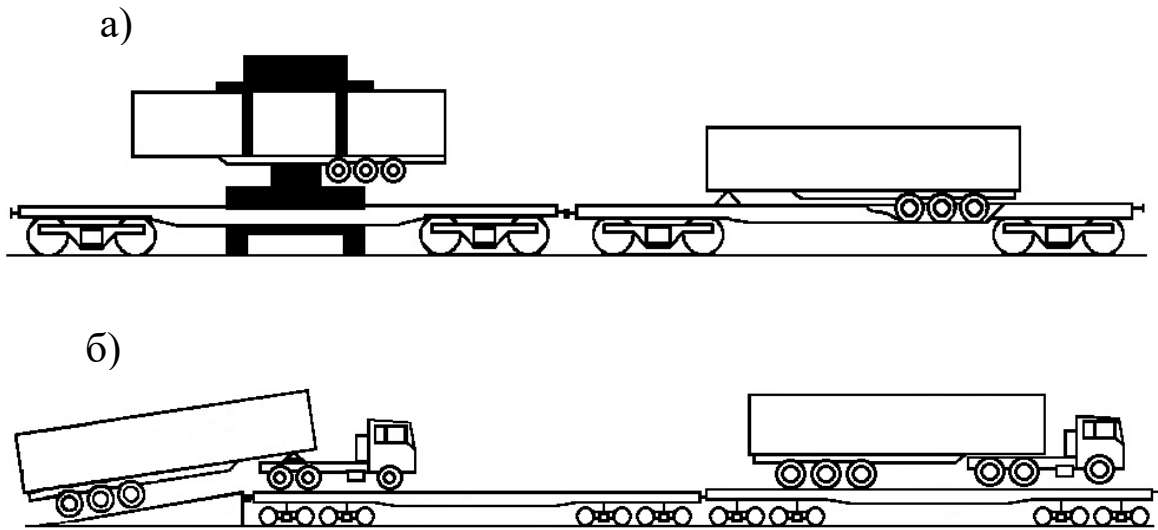


Рисунок 8 — Способи завантаження контрейлерних поїздів: вертикально (а); горизонтально (б)

Однак можливим також є варіант бокового завантаження напівпричепів на спеціальні вагони-платформи (система “ACTS”).

Відома також система автоматизованого завантаження напівпричепів на спеціалізовані вагони — “ALS”, при якій використовується платформа зі зниженим вантажним майданчиком транспортерного типу, який обладнано двома пересувними підйомниками.

На залізницях багатьох країн контрейлерні перевезення здійснюються з використанням спеціалізованих вагонів-платформ. Так, на залізницях США та Канади платформи, які використовуються для контрейлерних перевезень, утворюють парк однотипних конструкцій.

З метою здійснення контрейлерних перевезень застосовується велика різноманітність за конструкційними особливостями і технологією обробки платформ. Наприклад, вагон типу “Sdgnss” з кишенею для перевезення напівпричепів, а також тягачів, що розміщуються у спеціальних піддонах —

кошиках. Рама такого вагона не має хребтової балки, за рахунок цього все навантаження несуть розвинуті бокові балки, а у міжвізковому просторі розміщується кошик довжиною 9,4 м, який підвішується до рами на жорстких опорах. З метою кріплення сідлової опори напівпричепа застосовується опорний пристрій. Наявність відкидних фітингових упорів надає можливість здійснювати перевезення контейнерів.

### 3.2 Рухомий склад для контрейлерних перевезень

Для забезпечення контрейлерних перевезень на початковому етапі при створенні спеціалізованого парку рухомого складу здійснювалась модернізація існуючих конструкцій вагонів-платформ [4]. Паралельно з цим було розпочато створення спеціалізованих вагонів-платформ для контрейлерних перевезень. Для зменшення порожнього пробігу вагонів їх конструкція передбачала також можливість перевезення універсальних контейнерів, закріплення яких здійснювалось за допомогою відкидних фітингових упорів. За вагон-прототип було обрано вагон-платформу моделі 13-9004 (рисунок 9), який призначено для перевезень великотоннажних контейнерів та колісної техніки [3]. Його модернізація полягала у зниженні рівня підлоги на ділянках між шворневими балками рами платформи – у довжину, а між хребтовою та боковими — у ширину. Експериментальний зразок модернізованого вагона-платформи було створено ПАТ “КВБЗ”.

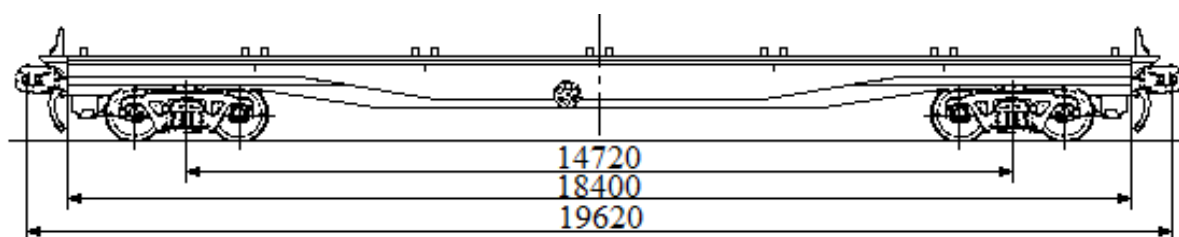


Рисунок 9 — Вагон-платформа моделі 13-9004

ВАТ “Дніпровагонмаш” було розроблено дослідні зразки вагонів-платформ моделі 13-4095 [3] для автопоїздів та великотоннажних контейнерів (рисунок 10).

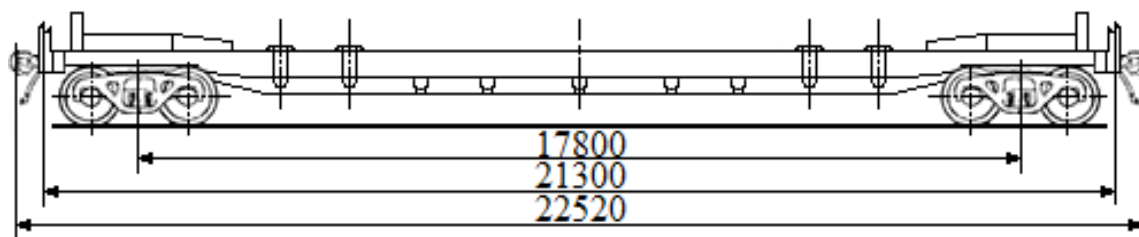


Рисунок 10 — Вагон-платформа моделі 13-4095

Експлуатаційні випробування вагонів-платформ для контрейлерних перевезень підтвердили доцільність прийнятих технічних рішень щодо можливості їх експлуатації.

У даний час створено велику кількість за конструкційними особливостями вагонів-платформ для контрейлерних перевезень.

У 1996 р. ТОВ “Абаканвагонмаш” поставив на серійне виробництво вагон-платформу для перевезення автомобілів з напівпричепами моделі 13-9009 (рисунок 11), який має на своїх кінцях відкидні фітингові упори, а в середній частині на бокових балках рами розміщені знімні упори для кріплення контейнерів та знімних автомобільних кузовів. На бокових балках рами передбачені спеціальні кишені, в які складаються знімні упори, що демонтуються у випадку завантаження колісної техніки.

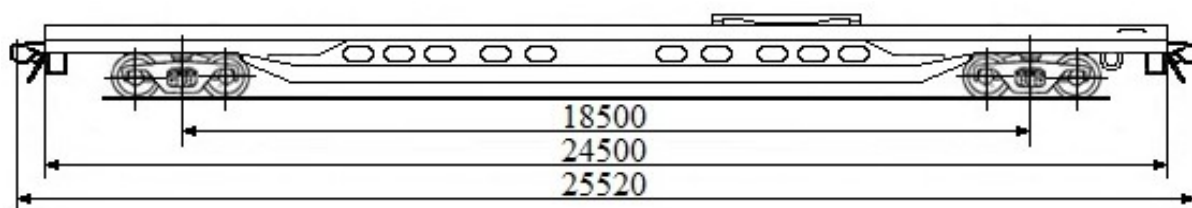


Рисунок 11 — Вагон-платформа моделі 13-9009

Позитивні результати серії дослідних поїздок контрейлерного поїзда за маршрутом “Хельсинки – Санкт-Петербург – Москва” сприяли інтенсифікації розвитку контрейлерних перевезень у Росії.

Для ефективності контрейлерних перевезень на колії 1520 мм була розроблена вагон-платформа для контрейлерно-контейнерних перевезень моделі 13-9961 (рисунок 12).

Особливістю цього вагона-платформи є можливість як торцевого, так і бокового завантаження або розвантаження [9].

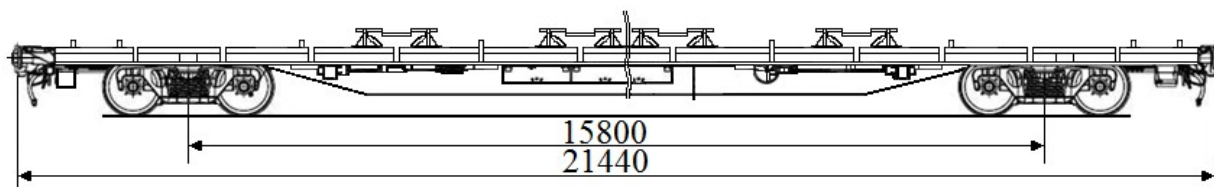


Рисунок 12 — Вагон-платформа моделі 13-9961

Основні технічні характеристики вагонів-платформ для контейнерних та контрейлерних перевезень подано у таблиці 5.

Таблиця 5 — Основні технічні характеристики вагонів-платформ для контейнерних та контрейлерних перевезень

Параметр	Модель вагона-платформи			
	13-9009	13-4095	13-9004	13-9961
1 Вантажопідйомність, т	60,0	48,0	65,0	55,5
2 Маса тари, т	33,5	28,0	26,0	30,5
3 Довжина рами, мм	24300	21350	18400	20280
4 Довжина за осями зчеплення автозчепів, мм	25520	22520	19620	21440
5 База, мм	18500	17800	14720	15800
6 Висота центру ваги над рівнем головок рейок (РГР), мм	700	813	800	700
7 Кількість колісних упорів, шт.	8	8	8	8
8 Кількість упорів для кріплення контейнерів, шт.	12	12	24	12
9 Габарит за ГОСТ 9238-83	0-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	1-Т
10 Виробництво	Росія	Україна	Росія	Росія

Для забезпечення безпеки руху контрейлерних поїздів розроблено технічні умови, які визначають способи розміщення

та засоби кріплення автопоїздів та контрейлерів на спеціалізованих вагонах-платформах [4, 8].

Автопоїзди або контрейлери розміщують на вагонах-платформах так, щоб їх задні візки та колеса заднього моста тягача перебували на горизонтальному майданчику зниженої частини підлоги вагона-платформи. При цьому колеса переднього моста тягача розміщуються на горизонтальному консольному майданчику або на похилій ділянці підлоги вагона-платформи.

При необхідності перевезень автомобілів з причепами їх можуть розміщувати на рамі одного вагона-платформи або на двох. У першому випадку допускається встановлювати на вагон-платформу автопоїзд як у зчепленому, так і розчепленому стані.

Якщо довжина автопоїзда перевищує довжину рами вагона-платформи, тоді допускається перевезення автопоїзда з виходом передньої частини автомобіля та задньої частини причепа за лобовий брус рами вагона-платформи на величину до 400 мм. При здійсненні перевезень автопоїзда у розчепленому стані його зчпний пристрій встановлюють у вертикальне положення, при цьому автомобіль розміщують на відстані не менше як 150 мм від причепа.

У випадку, коли загальна маса автопоїзда перевищує вантажопідйомність вагона-платформи або висота кузова автопоїзда більша 3820 мм, автомобіль та причіп установлюють на окремих вагонах-платформах.

Залежно від своїх розмірів автопоїзд, який розташовується на рамі вагона-платформи, може перебувати в габариті завантаження або мати один із ступенів верхньої негабаритності. Ступінь негабаритності автопоїздів, які мають ширину 2,5 м і розташовуються на вагонах-платформах, подано у таблицях 6 — 8 [4].

З метою забезпечення стійкості автопоїздів та контрейлерів на вагонах-платформах виконується їх закріплення за допомогою багатообертових засобів — упорів, які встановлюються під колеса заднього моста тягача та колеса візка напівпричепа — два упори із зовнішнього боку коліс мостів або з внутрішнього. У випадку закріплення одновісного моста упори встановлюються

по обидва боки колеса, а передні упорами не закріплюються. Сам тягач загальмовують ручним гальмом.

Таблиця 6 — Ступінь негабаритності тягачів з напівпричепами на вагоні-платформі моделі М13-9004

Висота автопоїзда, мм	Висота над РГР крайньої точки напівпричепа, мм	Ступінь негабаритності
до 3380	до 4480	габарит
3381 – 3640	4481 – 4740	I поверх
3641 – 3900	4741 – 5000	II поверх
3901 – 4020	5001 – 5120	III поверх

Таблиця 7 — Ступінь негабаритності тягачів з напівпричепами на вагоні-платформі моделі 13-4095

Висота автопоїзда, мм	Висота над РГР крайньої точки напівпричепа, мм	Ступінь негабаритності
до 3510	до 4480	габарит
3511 – 3770	4481 – 4740	I поверх
3771 – 4030	4741 – 5000	II поверх

Таблиця 8 — Ступінь негабаритності тягачів з напівпричепами на вагоні-платформі моделі М13-9004 або моделі 13-4095

Висота автопоїзда, мм	Висота над РГР крайньої точки напівпричепа, мм	Ступінь негабаритності
до 3180	до 4480	габарит
3181 – 3440	4481 – 4740	I поверх
3441 – 3700	4741 – 5000	II поверх
3701 – 3820	5001 – 5120	III поверх

Для автомобілів з причепами, які розміщуються на одному вагоні-платформі, схема кріплення також однакова. Для цього по два упори встановлюються під одне колесо або міст, тобто всього використовується вісім упорів. Передні колеса автомобіля загальмовуються ручним гальмом, а упори під них не встановлюються.

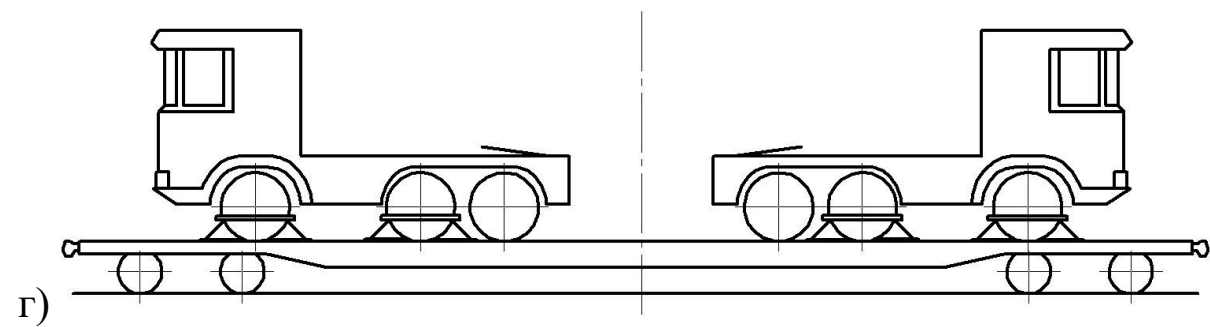
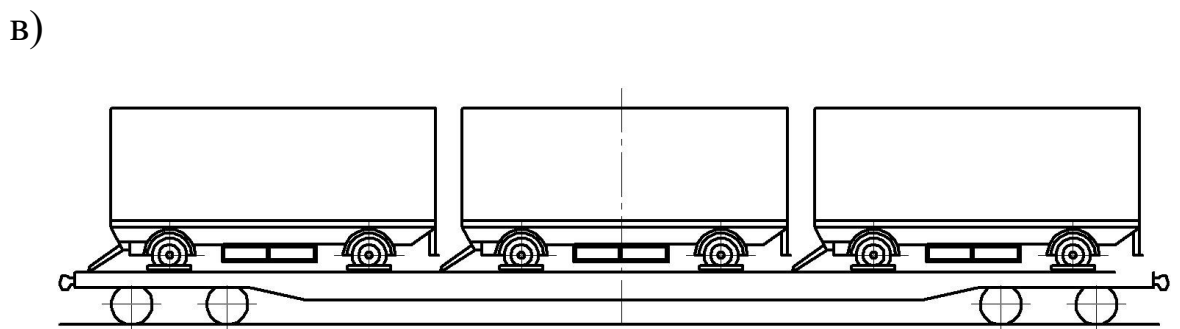
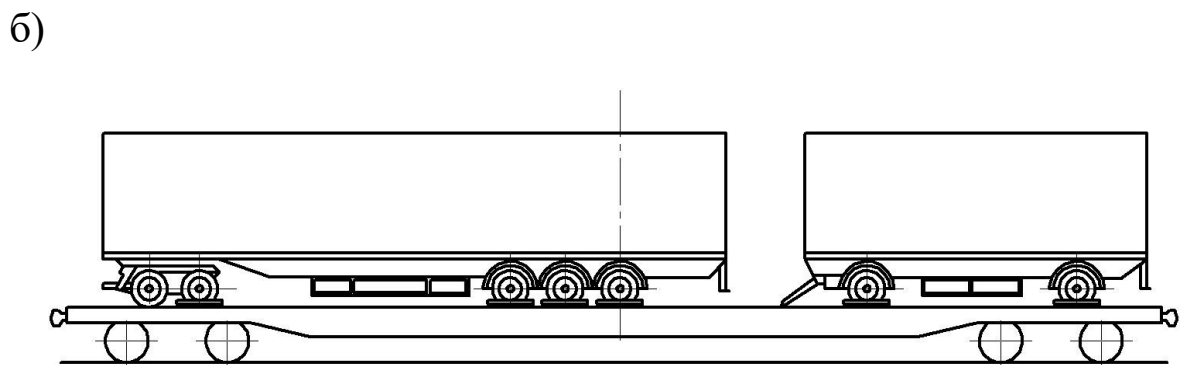
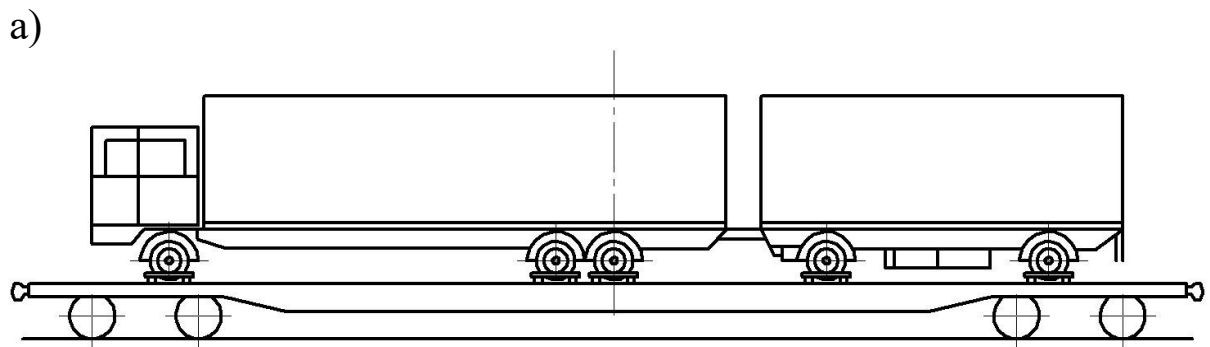
Якщо автомобілі та причепа встановлюються окремо на різних вагонах-платформах, тоді під колеса заднього та переднього мостів транспортних засобів встановлюється по одному упору під одне колесо або міст із зовнішнього боку, а автомобіль загальмовується ручним гальмом.

Розміщення та кріплення напівпричепа на вагоні-платформі може здійснюватися з використанням спеціального підкочувального візка [9].

Схеми розміщення одиниць комбінованого транспорту на вагоні-платформі моделі 13-9961 наведені на рисунку 13.

Для здійснення закріплення автопоїздів на вагонах-платформах застосовуються спеціальні упори. ВАТ “Дніпровагонмаш” розроблено два типи конструкції колісних упорів [4]. Перший варіант оснащений гвинтовим приводом, який здійснює переміщення упора в робочий стан. У неробочому стані упор міститься в панелі підлоги вагона-платформи (рисунок 14).

Другий варіант конструкції упора виконано жорстким. Такі упори встановлюються в отвори в підлозі вагона-платформи (рисунок 15).

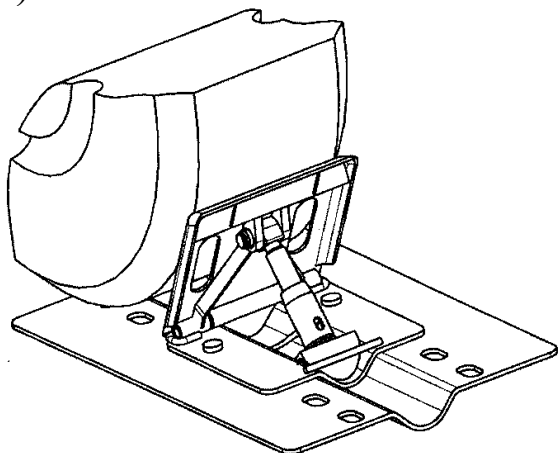


а – автомобіль-прицеп; б – напівпричіп-причіп;  
в – причепа; г – тягачі

Рисунок 13 — Схеми розміщення та кріплення одиниць комбінованого транспорту на вагоні-платформі



а)



б)

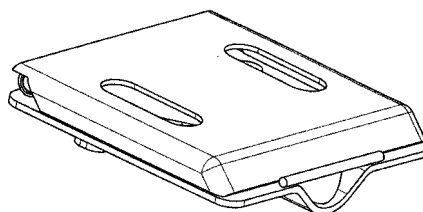


Рисунок 14 — Колісний упор з гвинтовим приводом: у робочому стані (а); у транспортному положенні (б)

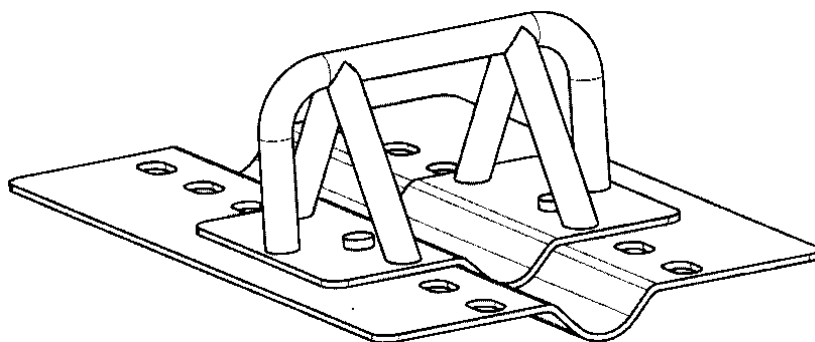


Рисунок 15 — Колісний упор жорсткої конструкції

## 4 Техніка і технології бімодального транспорту

### 4.1 Особливості бімодального транспорту

Бімодальний транспортний засіб — це рухомий склад, який без складного переустаткування може переміщуватися як рейковою колією, так і автошляхами. Транспортні одиниці бімодальних перевезень являють собою спеціальні автомобільні напівпричепи великої вантажопідйомності, які перевозяться автомагістраллю за допомогою тягачів. При виникненні необхідності здійснення перевезень залізницею напівпричепи встановлюються на залізничні візки й експлуатуються у складі поїздів [4].

Конструкційні особливості бімодальних транспортних засобів дають змогу значно знизити тару та висоту напівпричепів над рівнем головок рейок, а також зменшити витрати на виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

Найбільший досвід створення та експлуатації бімодального транспорту мають розвинуті країни Європи та США.

Бімодальні транспортні засоби створюються з урахуванням дотримання таких умов:

- використання сідлових напівпричепів, поздовжня міцність яких дає змогу експлуатувати їх як звичайні вагони у складі поїздів. У цьому випадку у сідлового напівпричепи має бути дві ходові частини — автомобільна та залізнична, а також можливість підключення гальмового устаткування напівпричепи до гальмової магістралі поїзда;

- можливість використання сідлових напівпричепів тільки з одним видом ходових частин — автомобільним шасі. Після встановлення напівпричепи на залізничні візки автомобільне шасі розміщується з визначеним габаритним зазором відносно рейкової колії. Конструкція сідлового напівпричепи має передбачати спеціальне устаткування для підключення до гальмової магістралі поїзда.

Оскільки при русі поїзда на вагони, які входять до його складу, діють поздовжні навантаження, то для можливості їх сприйняття необхідно прийняти такі технічні рішення:

- бімодальний напівпричіп повинен мати конструкцію, яка дає можливість сприймати та витримувати поїзні навантаження;

- забезпечувати міцність напівпричепа за допомогою спеціальної допоміжної рами між вагонними візками, що дають змогу сприйняти поздовжні навантаження. При такому варіанті сприйняття навантажень напівпричіп може мати полегшену конструкцію.

Формування поїздів бімодального транспорту здійснюється за схемою, наведеною на рисунку 16:

а – тягач подає напівпричеп на рейкову колію, де перебуває вагонний кінцевий візок;

б – піднімається задня частина напівпричепа, під неї підкочується візок, піднімаються та блокуються колеса візка;

в – задня частина напівпричепа спирається на вагонний візок, а передня – на висувну опору, після чого підкочується наступний вагонний візок;

г – передня частина напівпричепа опускається на проміжний візок і забирається висувна опора, подається наступний візок;

д – повторюється операція встановлення напівпричепа на проміжний візок;

е – з кінцевим візком бімодального зчепу з'єднується локомотив.

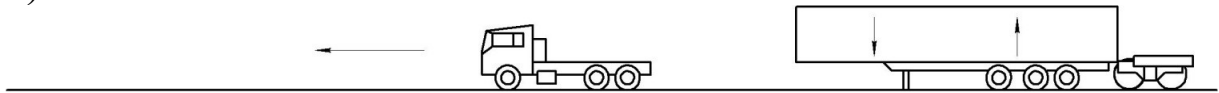
Розформування поїзда бімодального транспорту здійснюється у зворотній послідовності.

Найбільшого розвитку серед бімодальних систем набули адаптерна та сідлова, які відрізняються між собою способом з'єднання напівпричепів із вагонними візками. Необхідно зазначити, що можливим є також здійснення безпосереднього спирання напівпричепів на візки. Візки, які використовуються в поїздах бімодального транспорту, створюють на основі конструкцій візків магістральних вагонів, які додатково обладнують пристроями для зчленування їх з рамами напівпричепів та гальмовим обладнанням. За призначенням розрізняють кінцеві візки, які розташовують на кінцях зчепів, а також проміжні, які розташовують в місцях зчленування бімодальних напівпричепів.

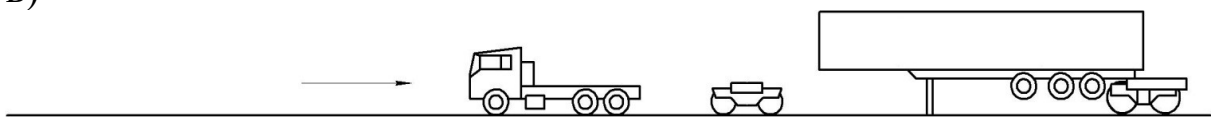
а)



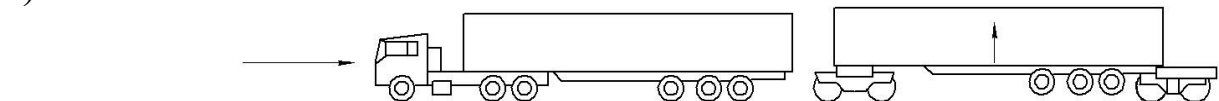
б)



в)



г)



д)



е)

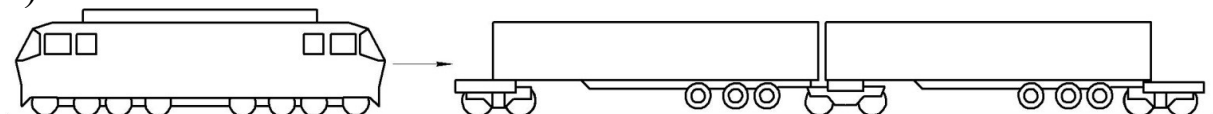


Рисунок 16 — Схема формування бімодального поїзда

Схеми з'єднань бімодальних напівпричепів з ходовими частинами вагонів наведено на рисунку 17.

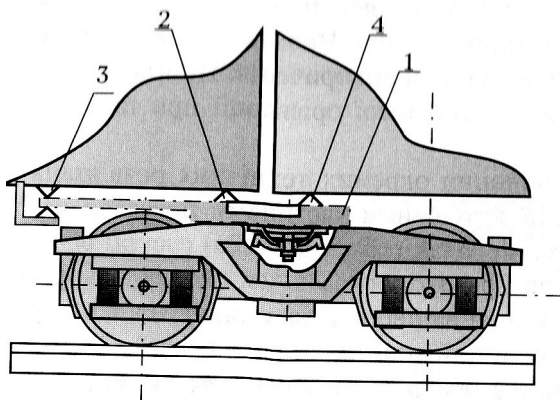
При адаптерному способі спирання напівпричепа на візок сусідні напівпричепа спираються на проміжний візок через спеціальну з'єднувальну балку — адаптер. При цьому задня частина напівпричепа з'єднана з адаптером у двох зонах — через

опору та пристрій реактивного важеля, а передня частина сусіднього напівпричепа спирається на адаптер через спеціальну опору.

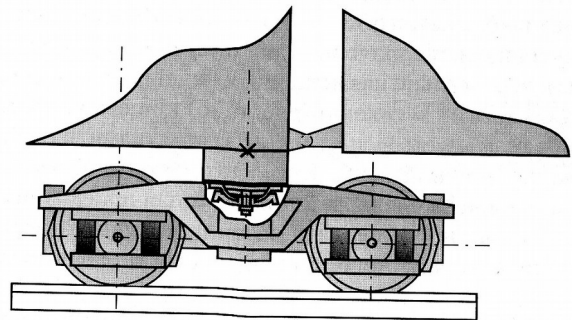
При сідловому зчепленні кінцева частина напівпричепа оснащується п'ятником та ковзунами, які дають можливість спиратися на вагонний візок. Для з'єднання із суміжним напівприцепом у нижній частині торця напівпричепа є сідловий пристрій.

При безпосередньому спиранні напівпричепа на візок використовуються дві шарнірні балки. Така система спирання не забезпечує виконання умови збереження рівномірності розподілу вертикальних навантажень від напівпричепа на колісні пари візка, тому не має перспектив подальшого використання.

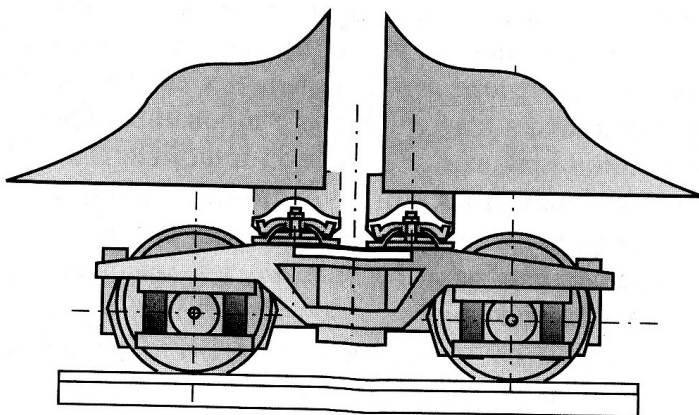
а)



б)



в)



1 — адаптер; 2, 4 — опора; 3 — пристрій реактивного важеля

Рисунок 17 — Схеми з'єднань бімодальних напівпричепів з ходовими частинами вагонів: адаптерна (а); сідлова (б); безпосередня (в)

#### 4.2 Рухомий склад на комбінованому ході

Вперше транспортні засоби на комбінованому ході виникли в США [4]. Це пов'язано з різким спадом вантажообігу внаслідок скорочення обсягів виробництва, тому настала гостра потреба у створенні та введенні в експлуатацію нових транспортних систем і технологій. Одними з найбільш відомих серед таких систем є системи типу “RoadRailer”, які можуть переміщуватися як залізницею, так і автомагістраллю. Оскільки напівпричепи цієї системи не мають можливості з'єднуватися з залізничним рухомим складом, то вони використовуються окремими складами. Для більшої ефективності їх експлуатації необхідні постійні вантажопотоки на маршрутах експлуатації.

Перші вагони-напівпричепи були побудовані в США ще в 1980 р. Такі вагони оснащувалися двома комплектами ходових частин — задній міст з автомобільними колесами, що дає змогу переміщення автомобільними шляхами, а також колісна пара, яка використовується при русі залізницею. До складу ходових частин входила гальмова система та пневмопідвішування.

Пізніше було створено транспортний засіб на комбінованому ході — напівпричіп-трейлер, який оснащувався поїзною гальмовою магістраллю. При русі залізницею ці напівпричепи встановлювалися на вагонні візки спеціальної конструкції за допомогою пневмопідвішування. З'єднання напівпричепів з локомотивом відбувалося через трейлер-адаптер.

Перевставлення напівпричепів з одного виду транспорту на інший може відбуватися двома способами. При першому способі здійснюється підймання автомобільних коліс та опускання колісної пари. При другому способі під кузов напівпричепи підкочується вагонний візок, а автомобільні колеса піднімаються. Після цього напівпричепи зчіплюються і утворюють поїзд. Подібна система може використовуватися у змішаних перевезеннях на великі відстані, при цьому виникає необхідність у створенні розвиненої мережі терміналів. Також було розроблено спрощену систему “ChassisRailer”, яка експлуатується

у випадку відсутності такої мережі. Така система являє собою раму, на якій можуть розміщуватися контейнери.

Згодом, США сумісно з Францією було розроблено систему “Trailer-Railer”. Ходова частина цієї системи являє собою коротку платформу із зниженим рівнем підлоги, яка встановлюється під передню частину одного напівпричепа та автомобільне шасі сусіднього, яке розміщується в нішах підлоги. Ця система була розроблена для експлуатації на невеликі відстані, але необхідно зазначити, що вона дає змогу здійснювати перевезення стандартних напівприцепів будь-якої довжини.

Рухомий склад на комбінованому ході американського виробництва широко використовується на світових ринках: Нової Зеландії, Австралії, Китаю, Індії, Таїланду, Німеччини та ін.

Перша в Європі бімодальна система типу “Trailer Train” була створена в Британії. Особливістю такої системи є зменшені діаметри коліс візків. Передня частина кожного напівпричепа спирається на гніздо в задній частині сусіднього напівпричепа. В 1987 р. був розроблений дослідний зразок візка для перевезення напівприцепів “Semi-Rail”. Пізніше в Європі почали з’являтися інші проекти подібних систем. Так, в Італії було розроблено систему “Carrobimodale”, яка мала стандартні європейські діаметри коліс. Для спирання сусіднього напівпричепа в задній частині попереднього передбачений кронштейн із сферичним шарніром. Особливістю системи на комбінованому ході типу “Combitrans” є наявність двох візків під кожним напівприцепом, внаслідок цього є можливість підвищити вантажопідйомність транспортного засобу та розподілити навантаження на чотири осі. Для переставляння напівпричепа з автомобільного ходу на залізничний напівпричепа обладнують гідравлічним механізмом.

Залізнична частина системи “Coda-E” представлена двовісним візком із осьовим навантаженням 220,725 кН/вісь, який має перехідники для встановлення торців двох сусідніх напівприцепів. На кінцях зчепу з таких напівприцепів встановлюються вагони супроводу з ударно-тяговими приладами. При цьому перший та останній напівпричепа спираються на консольні частини цих вагонів. Перехід з автомобільного ходу на залізничний здійснюється за допомогою пневморесор.

Відомі також напівпричепа типу “Transrailer”, які можуть виготовлятися з жорстким кузовом та м’якими стінами. Для

переміщення залізницями з різною шириною колії напівпричепи встановлюються на візки зі змінними колісними парами.

До складу системи типу “KombiTrailer” входить тривісний автомобільний напівпричіп, два типи перехідних пристроїв та двовісні вантажні візки.

Конструкційна різноманітність транспортних засобів на комбінованому ході обумовила необхідність створення уніфікованих систем із можливістю експлуатації у міжнародному сполученні. Таким чином, на базі систем “SemiRail” та “KombiTrailer” було створено уніфіковану систему “KombiRail”. З’єднання напівпричепів із візками у цій системі виконано за типом автомобільного сідлового пристрою для закріплення шворня.

Особливістю уніфікованої транспортної системи на комбінованому ході виробництва Польщі є використання адаптера при спиранні напівпричепи на візок. Такий адаптер складається з двох частин. Перевагою такої системи є можливість включення до бімодального зчепу напівпричепи-цистерни.

Незважаючи на те, що ефективність бімодального транспорту на цей період часу недостатньо оцінена, можна зазначити, що завдяки меншій масі тари відбувається більше завантаження поїзда вантажем.

Поїзд, який складається з бімодальних напівпричепів, при залізничних перевезеннях має менший технічний коефіцієнт тари. Завдяки цьому при повному завантаженні такий поїзд може здійснювати перевезення більшого об’єму вантажів. Окрім цього, перевагою таких систем є вигреш у довжині фронту навантаження. На користь цього виду перевезень виступають також екологічні фактори. До економічних переваг бімодальних перевезень можна віднести менші витрати на перевезення залізничним транспортом.



## 5 Експлуатаційні властивості спеціалізованих вагонів західноєвропейського типу колії 1435 мм

### 5.1 Вагони для експлуатації на західноєвропейських залізницях

На західноєвропейських залізницях експлуатуються здебільшого спеціалізовані вантажні вагони. Також широко використовуються двовісні вагони. Це обумовлено їх конструкційними особливостями несучої конструкції на відміну від універсальних вагонів. Оскільки останнім часом простежується зростання рівня комбінованих перевезень, то виникла потреба у спеціалізованих вагонах: вагони-цистерни для скраплених газів; вагони-платформи для перевезення листової сталі; вагони для перевезення автомобілів та ін. [4].

Таким чином, широко використовуються дво- та чотиривісні вагони-цистерни зі збільшеним діаметром котла до  $120 \text{ м}^3$ . Також введені в експлуатацію криті вагони з розсувними стінами. Для відкривання секції стіни та борту вони оснащуються спеціальним ручним штурвалом.

Технічні характеристики ряду спеціалізованих вагонів західноєвропейського типу наведено в таблиці 9.

Найбільш відомими типами західноєвропейських вагонів колії 1435 мм є: вагон типу 222 S; 216 K (Hbbilns); вагон серії Hbis-tt; Sahimms 900; Habins 12; Sfiiss та ін.

Особливістю вагона типу 222 S (рисунок 18) є наявність пересувного тенту.



Рисунок 18 — Вагон типу 222 S

Таблиця 9 — Основні технічні тарактеристики вагонів колії 1435 мм

Параметр	Тип вагона					
	222 S	216 K	Hbis-tt	Sahimms	Habins	Sfiss
1 Вантажопідйомність, т	29,3	28,0	29,5	99,0	62,5	59,6
2 Тара, т	15,7	17,0	15,5	33,0	27,5	30,4
3 Довжина рами, м	12,62	14,26	12,98	13,76	22,0	21,7
4 Довжина за буферами, м	13,86	15,5	14,22	15,0	23,24	22,94
5 База вагона, м	9,0	9,0	9,0	8,0	17,7	17,9
6 Корисний об'єм, м <sup>3</sup>	85	103	100	100	181	129
7 Конструкційна швидкість, км/год	120	120	120/100	100	120	120

Вагон типу 216 К (рисунок 19) має розсувні стіни та шість пересувних перегородок.

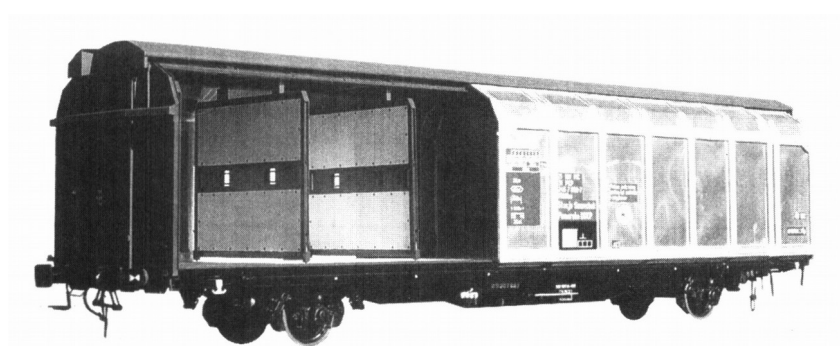


Рисунок 19 — Вагон типу 216 К (Hbbillns)

Вагон серії Hbis-tt (рисунок 20) також обладнаний розсувними стінами. Конструкційні особливості несучої конструкції цього типу вагона дають можливість створити на його базі декілька модифікацій.



Рисунок 20 — Вагон із серії Hbis - tt

Шестивісний вагон типу Sahimms 900 (рисунок 21) призначений для перевезення рулонного вантажу. Чотири секції кузова мають здатність телескопічно зсуватися, завдяки цьому відкривається 40 % довжини завантаження. Для розміщення рулонів на рамі вагона передбачено п'ять вантажних місць-лежнів.

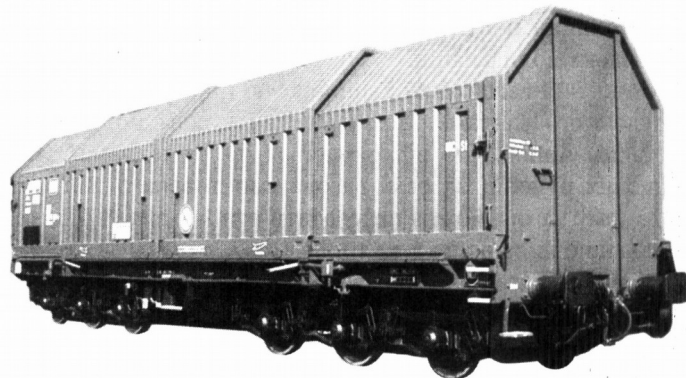


Рисунок 21 — Вагон типу Sahimms 900

Чотиривісний вагон типу Habins 12 (рисунок 22) призначено для перевезень чутливих до вологи й великогабаритних вантажів. Вагон має зсувні стіни з алюмінію. Кожну стіну можна відчиняти і зачиняти незалежно від інших.

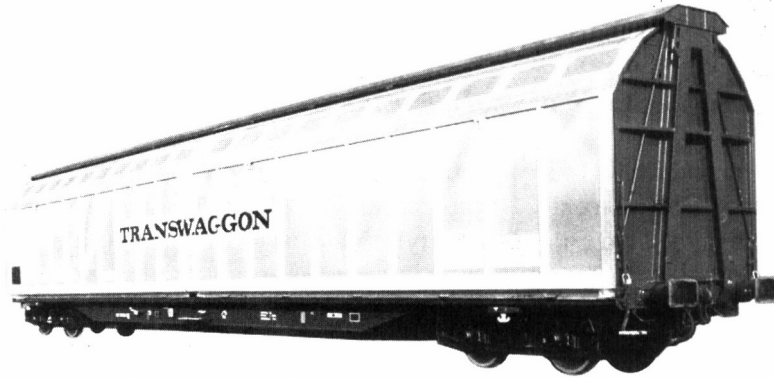


Рисунок 22 — Вагон типу Habins 12

Вагон типу Sfiss (рисунок 23) також призначено для перевезень чутливих до вологи й великогабаритних вантажів. Його кузов складається телескопічно і має три вантажні зони, які розміщені над візками та в міжвізковому просторі. При цьому середній вантажний майданчик знижений і обладнаний гідравлічним підйомником підлоги.

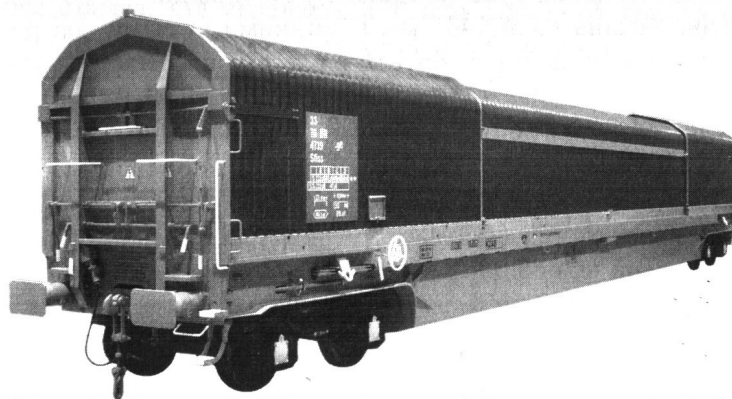


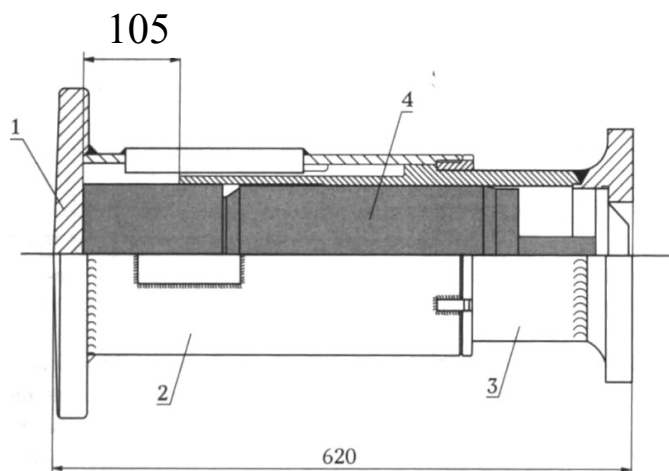
Рисунок 23 — Вагон типу Sfiss

Для забезпечення з'єднання вагонів між собою, сприйняття зусиль стискання та утримання на певній відстані один відносно одного вони оснащуються ударно-тяговими пристроями у вигляді гвинтової стяжки, тягового гака та амортизатора.

Буфери вагонів колії 1435 мм розподіляються на три категорії залежно від величини енергії, що поглинається:

- категорія А — 30 кДж;
- категорія В — 50 кДж;
- категорія С — 70 кДж.

Загальний вигляд буфера категорії С наведено на рисунку 24. Буфер складається з тарілки 1, корпусу 2, буферного стакана 3 і амортизатора 4.



1 — тарілка; 2 — корпус; 3 — стакан; 4 — амортизатор

Рисунок 24 — Буфер категорії С

Існують різні типи буферних амортизаторів. Старотипні буфери обладнано конічними пружинами пластинчатого типу. Також широко використовуються амортизатори кільцевого типу і гумомсталеві. Останнім часом поширення розповсюдження набувають еластомірні амортизатори. Буфер, наведений на рисунку 24, обладнано амортизатором, який заповнений еластомірним матеріалом типу КАМАХІІ.

Типовий зчіпний пристрій вагонів колії 1435 мм подано на рисунку 25. Гак 1 зчепу з'єднаний з тягою 2, яка сприймає тягове зусилля і передає його на лобовий брус рами вагона через амортизатор 3. З гаком зв'язана гвинтова стяжка, до складу якої входять дві серги 4, гвинт 5 з ручкою, дві гайки 6 з різною спрямованістю різьб і скоба 8.

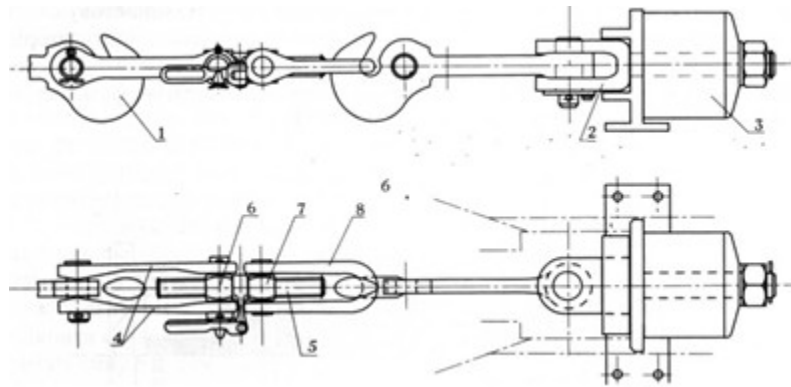


Рисунок 25 — Гвинтовий зчеп

При з'єднанні вагонів, які оснащено гвинтовими зчепами, відбувається їх стискання буферами і утримання у такому положенні. Зчіплювач заходить у безпечну зону між вагонами, так званий “Бернський прямокутник”, знімає з підвіски одну зі скоб, далі накидає її на протилежний гак і з використанням рукоятки двостороннього гвинта стягує зчеп. Після цього відбувається з'єднання гальмових рукавів і відкривання кінцевих кранів.

Вантажні вагони західноєвропейських залізниць обладнано пневматичними гальмами, які складаються з пневматичної та механічної частин [6, 10].

До механічної частини гальма належать один або кілька гальмових циліндрів, регулятор гальмової передачі двосторонньої дії, а також важільний привод [4]. Найчастіше застосовується двостороння схема натиснення гальмових колодок на колесо. Як матеріал для гальмових колодок використовується чавун або композиція. Для перешкодження потрапляння уламків колодки на колії в аварійних ситуаціях передбачений сталевий каркас. Башмаки для кріплення гальмівних колодок виготовляються зі сталі та виконуються поворотними. У зв'язку з цим триангелі візків колії 1435 мм мають циліндричні цапфи.

## 5.2 Ходові частини вагонів колії 1435 мм

Здебільшого під вагонами колії 1435 мм використовуються візки з буксовим підвішуванням. Ресорне підвішування старотипних конструкцій візків вагонів представлено листовими ресорами. На залізницях країн Європи ці візки мають різні конструктивні відмінності, а тому маркуються по-різному. Так, на залізницях Німеччини візки з листовими ресорами відомі як візки типу LNB 82, а на залізницях Польщі – як візки типу 1ХТа [4].

Для поліпшення динамічних властивостей візків типу 1ХТа жорсткі бокові ковзуни замінюються на пружні і використовуються нові листові ресори. Візок типу 1ХТа модернізованої конструкції наведений на рисунку 26.

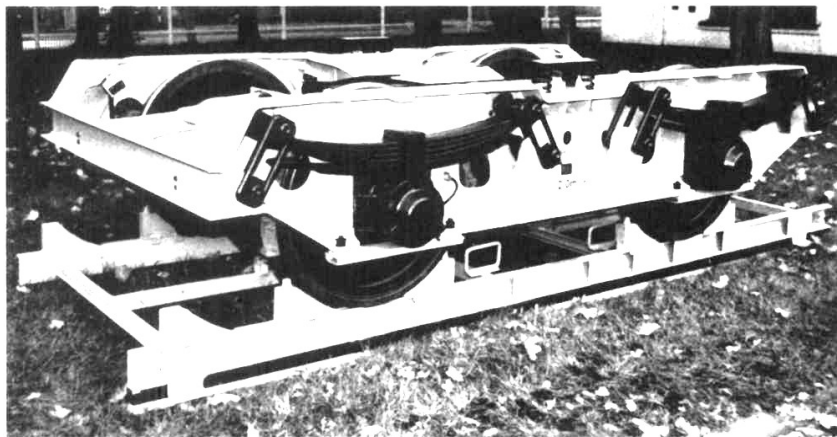


Рисунок 26 — Модернізований візок типу 1ХТа

В основному на залізницях країн Центральної Європи експлуатуються візки серії Y25 (рисунки 27).

Візки цієї конструкції мають жорстку раму, шворневу балку, оснащену сферичним підп'ятником та пружинними боковими ковзунами. Ресорне підвішування візка виконано білінійним. До його складу входять пружини та фрикційний гаситель коливань системи "Lenoir". Рама візка спирається на ресорні комплекти, які розміщуються на буксовому балансірі. Інший комплект пружин змонтовано з демпфером. До складу демпфера входять натискний ковпак, який взаємодіє з висувним фрикційним елементом.

Підвішування рами до ковпака здійснюється за допомогою похилих серг. Висувний елемент притискається до фрикційної планки, друга фрикційна планка притискається до напрямної.

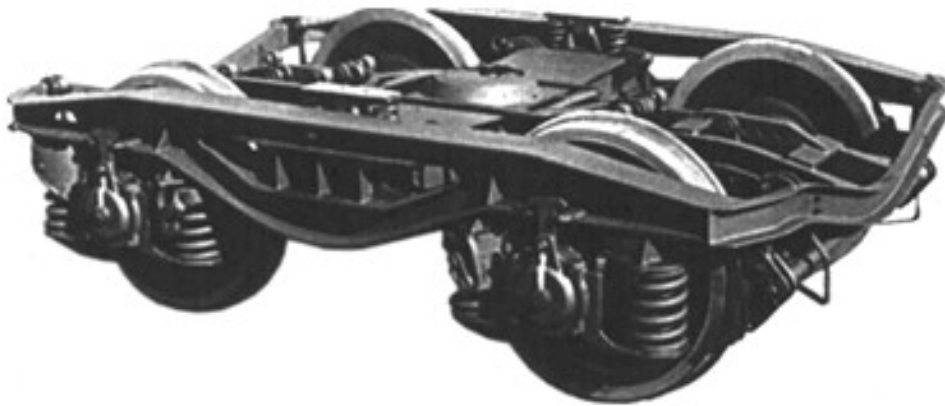


Рисунок 27 — Візок типу Y25 Lsd

З метою підвищення осьового навантаження на західноєвропейських залізницях здійснено модернізацію візків типу Y25. Наприклад, компанією “KOCKUMS” (Швеція) розроблено візок типу Y25 TTV з осьовим навантаженням 245,25 кН/вісь.

Фірмою Powell Duffryn Standart розроблено візок типу TF 25 (рисунок 28).

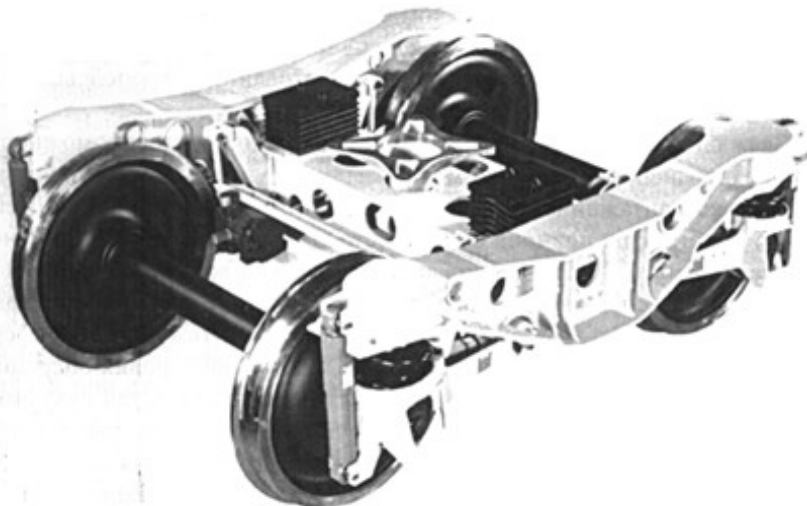


Рисунок 28 — Візок типу TF 25



Відмінність цього типу візка від Y25 полягає в конструкції ресорного підвішування. Рама візка спирається на буксові вузли через пружинні комплекти, осі яких збігаються з вертикальною площиною симетрії колісної пари. На кінцевих частинах рами встановлені гідравлічні демпфери. Корпус букс з'єднується з рамою візка в поздовжньому напрямку через повідки. Взаємодія кузова з візком здійснюється через гумометалеві пакети, розміщені на шворневій балці рами.

## Список літератури

1 Бойко, Н. И. Транспортно-грузовые системы и склады [Текст]: учеб. пособие / Н. И. Бойко, С. П. Чередниченко. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 400 с.

2 Вагоны [Текст]: учебн. для ВУЗов ж. - д. транспорта / под ред. Л. А. Шадура. – М.: Транспорт, 1980. – 440 с.

3 Вантажні вагони залізниць колії 1520 мм, альбом-довідник 002 И – 97 ПКБ ЦВ (грузовые вагоны железных дорог колеи 1520мм), ПКБ ЦВ, 1998. – 283 с.

4 Дьомін, Ю. В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення) [Текст]: монографія / Ю. В. Дьомін. – К.: Юніком-Прес, 2001. – 342 с.

5 Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Транспортні засоби» [Текст] / Р. І. Візняк, В. А. Гребенюк, В. Г. Равлюк, А. О. Ловська. – Х.: УкрДАЗТ, 2014. – 60 с.

6 Иноземцев, В. Г. Тормозное и пневматическое оборудование подвижного состава [Текст]: учебник / В. Г. Иноземцев, И. В. Абашкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1984. – 334 с.

7 Лукин, В. В. Конструирование и расчет вагонов [Текст]: учебник / В. В. Лукин, Л. А. Шадур, В. Н. Котуранов и др.; под ред. В. В. Лукина. – М.: УМК МПС России, 2000. – 731 с.

8 Правила размещения и крепления автопоездов, автомобилей, тягачей, прицепов, полуприцепов и съемных автомобильных кузовов на платформах моделей 13-9009, 13-4095 и 13-9004 М колеи 1520 мм. – 2005.

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

10 Тормозные системы вагонов железнодорожного транспорта. Конструкция тормозного оборудования [Текст]: учеб. пособие / Э. И. Галай, Е. Э. Галай. М-во образования респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 315 с.