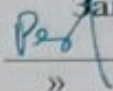


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій
Кафедра «Вагони та вагонне господарство»

НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ ТА ПРОФЕСІЙ
CNAM, ФРАНЦІЯ

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідуючий кафедрою:
к.т.н.; доцент  О.Г.Рейдемейстер
« ____ » ____ 2022 г.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

на здобуття ОКР "магістр"

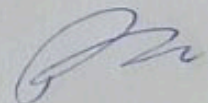
Спеціальність 273 "Залізничний транспорт"

Спеціалізація Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті
транспорті

Тема: Дослідження та обґрунтування технічних можливостей обертання
вантажних вагонів країн Європи і України в міжнародних сполученнях

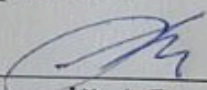
Theme: Research and substantiation of technical possibilities of freight wagons
rotation of European and Ukrainian countries in international traffic

Виконала:



Валентина В'ячеславівна Коваленко

Керівник:



д.т.н. доц. Леонтій Абрамович Мурадян

Дніпро
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет науки і технологій
Кафедра «Вагони та вагонне господарство»**

**НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ ТА ПРОФЕСІЙ
CNAM, ФРАНЦІЯ**

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідуючий кафедрою:
к.т.н.; доцент _____ О.Г.Рейдемейстер
« ____ » _____ 2022 г.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

на здобуття ОКР "магістр"
Спеціальність 273 "Залізничний транспорт"
Спеціалізація Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті
транспорті

Тема: Дослідження та обґрунтування технічних можливостей обертання
вантажних вагонів країн Європи і України в міжнародних сполученнях

Theme: Research and substantiation of technical possibilities of freight wagons
rotation of European and Ukrainian countries in international traffic

Виконала:

Валентина В'ячеславівна Коваленко

Керівник:

д.т.н. доц. Леонтій Абрамович Мурадян

Дніпро
2022

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	3
ВСТУП	4
1 ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЇ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ УКРАЇНИ ЩОДО МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	6
2 УДОСКОНАЛЕННЯ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ.....	10
2.1 Метод адаптації вагонів до умов міжнародних вантажних перевезень.....	10
2.2 Створення бази даних перевізників для організації міжнародних перевезень у вантажних вагонах.....	13
3 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВАГОНІВ ДЛЯ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.	23
3,1 Оцінка розмірних обмежень під час проектування вузлів вагонів для міжнародних вантажних перевезень.	23
3.2 Дослідження варіантів адаптації вагонів до конкретних маршрутів міжнародного транспортування вантажів.....	51
4 УДОСКОНАЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАГОНІВ У МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ	60
4.1 Характеристика режиму технічного обслуговування вагонів у міжнародному сполученні ...	60
4.2 Покращений контроль технічного стану компонентів візка 18-100.....	63
4.3 Випробування знімних накладок, що регулюють розмірні ланцюги та структурні зв'язки елементів візка 18-100	74
4.4 Дослідження застосування удосконаленого технічного обслуговування ходових частин піввагонів	78
4.5 Розрахунок економічної ефективності модернізації візка 18-100	82
ВИСНОВОК.....	94
ЛІТЕРАТУРА	95

					031.196511.MP.000 ПЗ							
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата								
Разраб		Коваленко			Дослідження та обґрунтування технічних можливостей обертання вантажних вагонів країн Європи і України в міжнародних сполученнях			Літ.	Аркуш	Аркушів		
Перев.		Мурадян								2	85	
								УДУНТ, гр.В-Інтер				
Н. Контр.												
Затверд.												

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки та технологій
Кафедра «Вагони та вагонне господарство»

Спеціальність
Спеціалізація

273 «Залізничний транспорт»
Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті
транспорті

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заведуючий кафедри «Вагони та
вагонне господарство»
_____ Рейдемейстер О.Г..
«_____» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Коваленко Валентина
(фамилія, ім'я, отчество)

1. Тема роботи

Дослідження та обґрунтування технічних можливостей
обертання вантажних вагонів країн Європи і України
в міжнародних сполученнях

Затверджено наказом по університету № _____ від « _____ » _____ 20__ г.

2. Термін подання студенткою закінченої роботи _____

3. Вихідні дані для роботи _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу	Обсяг %	Кількість слайдів
1. Аналіз нормативної та науково-технічної літератури	15	
2. Дослідження технічних можливостей обертання вантажних вагонів в міжнародних сполученнях	20	
3. Особливості конструктивних схем вагонів	25	
3. Розробка рекомендацій щодо технічних можливостей обертання вантажних вагонів в міжнародному сполученні	40	

Студентка _____/Коваленко В. ./
Науковий керівник _____/Мурадян Л.А./

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

CAW – Метод ситуаційної адаптації вагонів до міжнародних перевезень

ВУР – Вантажі укрупнених розмірів

ЕС – Європейський Союз

МСЕ – Метод скінчених елементів

ПТО – Пункт технічного обслуговування

СНД – Співдружність Незалежних Держав

ТО – Технічне обслуговування

ПР – Поточний ремонт

КОТІФ – Конвенція про міжнародні залізничні перевезення

CMR – Конвенція про договір міжнародного перевезення вантажів КДПВ

ТЕП – транспортно-експедиційні послуги

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Суть реорганізації транспорту полягає у створенні транспортних комплексів між державами з урахуванням наступних принципів: стрімке отримання інвестицій для розвитку; приймати всі країни в міжнародні транспортні організації та приєднувати організації вздовж транспортних коридорів, де вони є суб'єктами міжнародних прав з міжнародними конвенціями; використання принципу свободи підприємництва та рівності перед законом; об'єднання національних рецептів з рецептами мирового співтовариства; поліпшення умов конкуренції між різними видами транспорту і всередині конкретного транспорту; приватизація транспортних систем; Застосування результатів наукових досліджень, новітніх технологій та методів для розвитку транспортної інфраструктури.

Ці принципи дозволяють збільшити швидкість і скоротити терміни доставки, прискорити митні процедури, заощадити і раціонально використовувати паливно-енергетичні ресурси, знизити потребу в складських площах, більш раціонально використовувати транспортні засоби та ін.

На дипломатичній конференції в Женеві (Конвенція 1980р.) був прийнятий основний документ «Конвенція ООН про міжнародні змішані перевезення вантажів, від 24 травня 1980 р.», що регулює міждержавні перевезення. Положення сучасної Конвенції застосовуються до всіх видів транспорту. Ряд транспортних конвенцій (конвенції КОТІФ, конвенції КДНВ, варшавські конвенції та ін.)

Згідно з цією конвенцією мультимодальні перевезення повинні використовуватися приймальником, разом з функціями перевізника та підприємця. У разі мультимодальної перевезення в пункті призначення підприємець повинен прийняти товар. В його обов'язки входить здійснення необхідних платежів за рахунок вантажовласника, виконання митних формальностей, оформлення необхідних документів у процесі перевезення та інші дії, пов'язані з транспортним процесом.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

В останні роки залізничний рухомий склад є перешкодою для подальшого підвищення ефективності організації та функціонування міжнародних транспортних комплексів. Цей рухомий склад проектувався в основному для одноколійного, сумісного з іншими заданими параметрами і вироблявся на одному або декількох ділянках залізничного управління і для прямого залізничного руху.

В даний час не існує єдиного підходу до адаптації рухомого складу до міжнародних перевезень. Цей фактор створює суттєві технічні протиріччя, що призводять до необхідності перевалки товарів, зниження ефективності торгівлі на міжнародному рівні, підвищення якості транспортних послуг при перевезенні продукції.

У результаті цього в даний час актуальна комплексна проблема організації міжнародних вантажних перевезень, рішення якої має бути реалізовано в рамках обґрунтованих наукових досліджень, заснованих на системному підході, зокрема адаптації рухомого складу до інтермодальних перевезень для міжнародних перевезень, з технічною системою та перемонтажем транспортних засобів.

Мета магістерської роботи: дослідження технічних можливостей обертання вантажних вагонів між Європою та Україною.

Об'єкт дослідження: вантажні вагони ширини колії 1520 мм.

Предмет дослідження: конструктивні особливості вантажних вагонів України для міжнародного сполучення з країнами ЄС.

Методи дослідження: аналіз конструкцій вантажних вагонів, дослідження можливостей використання різних вантажних вагонів до міжнародних перевезень з урахуванням їх системи технічного обслуговування.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЇ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ УКРАЇНИ ЩОДО МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Сучасний стан несамохідного рухомого складу, та його вплив на міжнародні перевезення.

Аналіз статистичних даних наочно показує, що зростання обсягів світових перевезень в основному визначається інтенсивним розвитком міжнародних економічних відносин. Наприклад, світові контейнерні перевезення сьогодні становлять понад 50% зовнішньоторговельних перевезень генеральних вантажів промислово розвинених країн і 15-20 % перевезень країн, що розвиваються. Поряд із перевезенням сипучих і рідких вантажів зростає й інтермодальний транспорт, за якого виробництво і готова продукція об'єднуються і доставляються в навантажувальних одиницях, таких як пакети і контейнери.

Взаємодія різних видів транспорту, вищий рівень транспортних послуг, посилення екологічних норм і подальше зростання цін на дизельне паливо, заробітної плати водіїв та інших експлуатаційних витрат зрештою призвели до того, що в багатьох країнах вантажопотоки перемістилися з автомобільного транспорту на комбіновані залізничні, автомобільні та морські перевезення. На користь цього свідчить і той факт, що інтенсивність енергоспоживання залізничного транспорту (на 1,0 ткм) приблизно на одну двадцяту менша, ніж у вантажівок, і на одну шосту менша, ніж у комерційного транспорту. Таким чином, переведення перевезень з легкових і вантажних автомобілів на залізничний транспорт може знизити енергоспоживання в транспортному секторі економіки на 80% [25,26].

Таким чином, залізничний транспорт відіграватиме дедалі важливішу роль у міжнародних вантажних перевезеннях зараз і в середньостроковій перспективі, і водночас до залізничних транспортних засобів пред'являтимуться вищі вимоги в плані надійності та автоматизації вантажно-

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

розвантажувальних операцій, придатних для перевезення різних видів вантажів.

Аналіз тенденцій розвитку сучасних вантажних вагонів показує, що вдосконалення конструкції вагонів спрямоване на скорочення часу навантаження і вивантаження, підвищення безпеки вантажів, що перевозяться, і створення умов для більшої надійності і простоти обслуговування. Ці завдання вирішуються на основі глибоких наукових досліджень і вивчення досвіду вітчизняних і зарубіжних виробників вагонів.

Роботи з модернізації конструкцій вагонів проводяться в УДУНТ (в минулому ДПТ), ДЕТУТ, в УкрДУЗТ, УкрНДІВ та на інших наукових та промислових підприємствах. Аналізуючи вищезгадану наукову та технічну літературу інформацію встановлено, що при проектуванні вагонів розглядалися такі питання:

- Розробка типорозмірних рядів з оцінкою перспективних техніко-економічних параметрів [9];
- Дослідженню навантаженості та вибору раціональних конструктивних схем [6, 14, 15];
- розроблення та впровадження спеціалізованих полегшених несучих металоконструкцій кузовів та рам [7, 29];
- уніфікації елементів і вузлів з використанням конструкцій, що найбільш виправдані в експлуатації [8];
- технологічне відпрацювання окремих елементів кузовів і систем ТО та навантаження-вивантаження [44, 11, 36, 16, 20, 21, 32, 41, 42];
- вибір матеріалів та систем антикорозійного захисту як кузовів, так і інших підсистем вагона [28,43].

Значно менше уваги приділено дослідженням рухомого складу, призначеного для міжнародних перевезень вантажів [1, 2, 3, 5, 13, 17, 23, 24, 31, 28, 45].

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі проведеного аналізу слід висновок, що в основному попередні дослідження проводилися з урахуванням експлуатації вагонів у замкнутих маршрутах, але в даний час змінився підхід до експлуатації рухомого складу. Сьогодні на першому місці є фактори ефективності міждержавних перевезень в економічному плані. При цьому в транспортну структуру входять дві основні системи, які взаємодіють між собою; транспортна та споживча (вантажовідправник та вантажоодержувач). Сутність функціонування систем полягає у отриманні найвигідніших позицій транспортних послуг. Це дозволить споживачам транспорту, по можливості, значно скоротити витрати на транспортування вантажів, забезпечення безпеки та своєчасної доставки вантажу. Все це спрямоване на збереження свого місця у транспортній ієрархії та залучення нових клієнтів, дозволить збільшити кількість транспортних послуг. Для цього він встановлюються оптимальні тарифи, у своїй має забезпечуватися високий рівень сервісу під час виконання транспортних послуг. При цьому транспортна кампанія має отримати максимальний дохід, а отже, і відповідний прибуток.

Виконуючи вимоги ринку транспорту та маючи порівняно невеликий вагонний парк необхідно освоїти методи проведення швидкої та недорогої адаптації вагонів для міжнародних перевезень вантажів, що дозволить раціонально задовольняти запити споживачів.

Відтак проблема адаптації вагонів до міжнародних перевезень стає актуальною. Актуальність виникає із стратегічних завдань розвитку світових державних економік. Вирішення цієї проблеми необхідно проводити на основі дослідження зв'язку логістичних ланцюжків з урахуванням вимог замовника перевезень.

1.2 Напрямки рішення проблем вантажних вагонів для міжнародного сполучення

Основними напрямками при проектуванні нових вагонів є наступні: підвищення продуктивності при транспортуванні, підвищення якості

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

транспортування вантажів, надійності та ресурсу деталей та вузлів вагонів, удосконалення систем навантаження та вивантаження вагонів, зменшення часу на операціях підготовки вагонів до перевезень. Потенційні власники вагонів формують вимоги для вагонів, де зазначені умови експлуатації вагонів, агресивне довкілля при експлуатації вагонів, динамічні навантаження, що виникають при вантажно-розвантажувальних роботах, технологічність конструкції вагонів та їх складових частин, вимог до показників надійності та ремонтпридатності; забезпечення уніфікації вузлів та елементів; дотримання правил охорони праці під час технічного обслуговування; сучасний рівень аналогів вагонобудування у світі; а також ергономічна та технічна естетичність.

Для зниження рівня ручної праці, зменшення кількості робітників які беруть участь на операціях навантаження та розвантаження удосконалюється система розвантаження, а саме у спеціалізованих вагонів механізують та автоматизують такі процеси, як: керування системою відкривання (кришок завантажувальних люків, стін); системою розвантаження (нахилом, підйомом чи поворотом кузова); діагностика стану вагона в дорозі; підтримка необхідної температури вантажу в процесі транспортування; визначення пошкоджень, що загрожують безпеці руху поїздів; зупинка вагонів у певному місці для проведення вантажно-розвантажувальних операцій тощо.

Аналіз тенденцій розвитку сучасного вагонобудування виявив, що вдосконалення конструкції вагонів відбувається у напрямку створення умов для зменшення часу навантаження та вивантаження, підвищення збереження вантажу, що перевозиться, надійності та ремонтпридатності. Вирішення цих питань виконується на основі глибоких наукових досліджень та вивчення досвіду вітчизняних та закордонних вагонобудівників.

З вищевказаного у цій роботі було поставлено такі задачі:

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Дослідити вагони для міжнародного транспортування вантажів, що ґрунтується на сумісності різних видів транспорту (автомобільний, річковий, залізничний).

2. Дослідити можливості транспортної одиниці для повного використання габариту наближення будівель та підвищення безпеки руху поїздів.

3. Розробити систему діагностики технічного обслуговування вагонів для міжнародних перевезень із застосуванням сучасних методів.

2 УДОСКОНАЛЕННЯ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Транскордонні перевезення важких вантажів ускладнені через істотні відмінності в конструкції транспортних засобів, улаштуванні колії, методах навантаження і розвантаження, безпеці дорожнього руху, технічного обслуговування і ремонту в різних країнах, що перешкоджає безперервним перевезенням.

Тому в ідеалі залізничні транспортні засоби для транскордонних перевезень без перевантажень повинні являти собою складні системи управління, такі як параметри загальної маси кузова вагона, конструкція ходової частини з пересувними колісними парами, зчіпні пристрої з різними контурами, гальмівні пристрої з різними механізмами управління та спрацьовування, а також інші регульовані компоненти, призначені для різних типів навантажувально-розвантажувальних засобів.

Однак такі транспортні засоби загального призначення в сучасних умовах дуже дорогі та ненадійні і не можуть забезпечити рентабельність, необхідну для міжнародних вантажних перевезень.

2.1 Метод адаптації вагонів до умов міжнародних вантажних перевезень

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Структура методу адаптації вагонів до умов міжнародних вантажних перевезень (SAW-метод) полягає в пристосуванні завантажених транспортних одиниць до умов міжнародних вантажних перевезень показана на рис. 2.1.

SAW- метод складається з шести взаємопов'язаних блоків, кожен з яких складається з чотирьох частин.

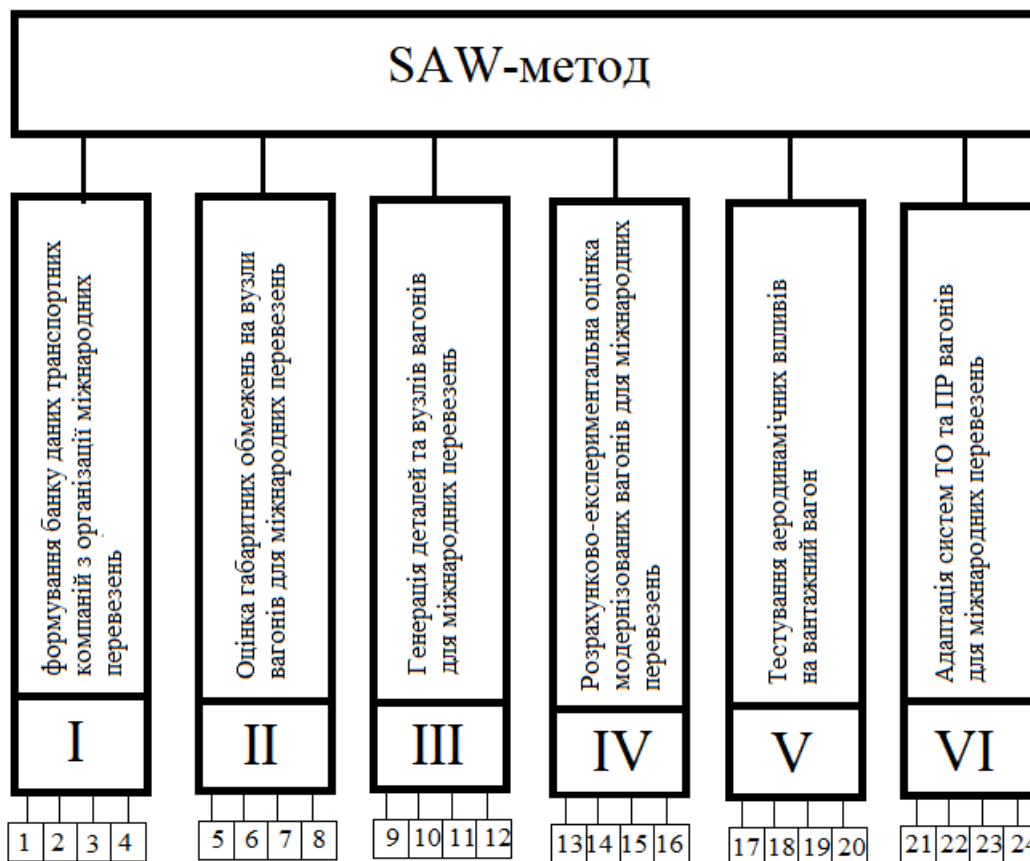


Рис. 2.1. Схема SAW-методу у міжнародних інтермодальних перевезеннях.

Блок I методу SAW присвячений технології формування бази даних транспортного оператора з організації міжнародних перевезень (МП). У частині № 1 подано огляд збору інформації для створення бази даних. Переважно це дані про виробників, клієнтів, власну компанію та конкурентів.

Частина № 2 узагальнює методи збору та аналізу характеристик планованих маршрутів міжнародних вантажних перевезень. Важливою

характеристикою є кліматичні особливості під час транспортування, які, як було показано, впливають на конструкцію як залізничних транспортних засобів, так і вантажів укрупнених розмірів (ВУР).

У частині № 3 аналізуються характеристики найпоширеніших ВУР, включно з парками та рол-трейлерами.

У частині № 4 подано інформацію про типи і потужності рухомого складу для різних режимів.

Блок II методу SAW присвячений оцінці розмірних обмежень під час проєктування вагонних вузлів для міжнародних вантажних перевезень. У частині № 5 цього блоку аналізуються габарити залізничних транспортних засобів у різних країнах. Він показує їхні сумісні та несумісні діапазони.

У частині № 6 аналізуються розміри вантажної колії вантажних вагонів. У ньому вводиться нова концепція габариту візка та аналізуються контури габариту для різних конструкцій візків.

У частині № 7 розглядаються розміри зчіпних пристроїв. У ньому вводиться нове поняття зчіпного зазору та аналізуються контури зазорів різних конструкцій зчіпних пристроїв.

Частина № 8 містить аналіз конструктивних і загальних обмежень гальмівних систем вантажних вагонів. У рамках нової концепції аналізується люфт гальмівного пристрою та контури люфту, зумовлені різними конструкціями гальмівних пристроїв [40].

Блок III методології SAW стосується методології придатності компонентів залізничних транспортних засобів для міжнародних перевезень. Особливістю алгоритму для вантажних вагонів є те, що вони переобладнані для вантажних перевезень.

Блок IV методу SAW стосується розрахункової та експериментальної оцінки властивостей удосконалених вагонів. Прикладну методику оцінки статичних навантажень на додаткові елементи вагонів наведено в частині

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

№ 13. Представлено перспективи застосування методу скінченних елементів (МСЕ).

У частині № 14 розглядаються інженерні методи оцінки динамічних навантажень підресорених ВУР.

У частині № 15 розглядаються методи оцінки бічної жорсткості вагонів під час транспортування ВУР, а в частині № 16 - експериментальні методи оцінки властивостей переобладнаних вагонів.

Представлено новий метод [19] для експериментальної оцінки аеродинамічних сил, що діють на вагон і вантаж під час їхнього змітання вітровим потоком, і визначення конструктивних елементів, що сприяють забрудненню вантажу та поверхні кузова вагону.

Блок VI методу SAW присвячений адаптації систем технічного обслуговування вагонів (ТО) і поточного ремонту (ПР) у міжнародному сполученні.

Остання частина № 24 присвячено методології економічної експертизи під час ухвалення рішень щодо організації міжнародних перевезень ВУР.

2.2 Створення бази даних перевізників для організації міжнародних перевезень у вантажних вагонах

Під час організації своєї роботи транспортні компанії враховують такі чинники: географічну структуру регіону, в якому виникає попит на транспортну продукцію; місткість напрямів і структуру вантажопотоків; обсяг, структуру і часовий розподіл попиту на транспортно-експедиційні послуги (ТЕП). При цьому розглядаються рівень розвитку економіки регіону, розміщення виробництва, розподіл населення в регіоні, розвиток інших видів транспорту в регіоні як потенційних конкурентів на ринку послуг, рівень тарифів тощо.

Огляд одного зі способів збору інформації для створення бази даних транспортних операторів на рис. 2.2.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.2. Системи збору інформації щодо створення баз даних для транспортних компаній.

Згідно зі схемою, основною метою є збір та аналіз інформації про виробників і споживачів товарів, а також оцінка власних можливостей і можливостей потенційних конкурентів. Процес дослідження ринку включає в себе визначення споживчих характеристик послуги, форм і методів її реалізації та сегментацію ринку послуги. Споживчі характеристики ТЕП проявляються в якості, швидкості та безпеці доставки вантажів, наданні необхідної інформації споживачам та виконанні навантажувально-розвантажувальних, складських, тарно-пакувальних операцій. Ціновий аспект проявляється у встановленні рівня тарифів на послуги для забезпечення

прибутковості та конкурентоспроможності ТЕП [23]. З іншого боку, економічний ефект від функціонування логістичного ланцюга ТЕП не можна розглядати без високого рівня організації транспортного обслуговування. Зазвичай відомо, що нормативні інтервали та необхідні обсяги перевезень змінюються в залежності від вантажу та замовника [24]. Якщо доставка вантажу затримується, наприклад, через відчеплення вагона для позапланового технічного обслуговування, можуть виникнути наступні три типи втрат (малі, середні та великі), залежно від структури логістичного ланцюга, що перевозить вантаж у цьому вагоні.

На рис. 2.3 представлено загальну схему наслідків відхилення від узгодженої дати прибуття вантажу до споживача.

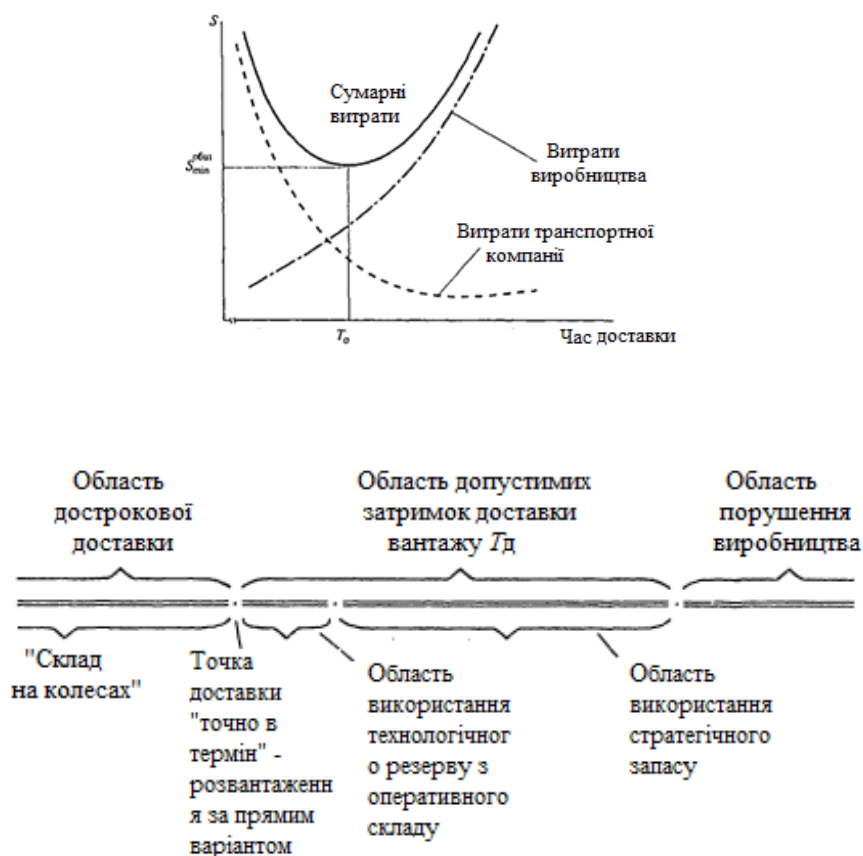


Рис. 2.3. Визначення наслідків відхилення відхилення прибуття вантажу споживачеві від узгодженої дати.

Згідно з цим механізмом (див. рис. 2.3), якщо час доставки збільшується до певного значення, транспортні компанії можуть знизити свої витрати за

рахунок використання дешевших тарифів і менш завантажених транспортних маршрутів. Однак при подальшому збільшенні термінів доставки необхідно збільшити парк залізничного транспорту, що є невиправданим заходом.

З іншого боку, витрати виробників ще більше збільшуються при збільшенні часу доставки, що змушує їх шукати інші види транспорту. Згідно з графіком (див. рис. 2.3), існує мінімальна загальна ціна перевезення, яку має забезпечити перевізник.

Тому система транспортування перевізника повинна мінімізувати втрати шляхом вибору підходящого залізничного транспортного засобу для даного вантажу і використання процесів технічного обслуговування, які підвищують ймовірність адаптивного перевезення і безвідмовної роботи.

Транспортні оператори повинні навчитися організовувати гнучкі та надійні транспортні потужності, здатні швидко реагувати на нові потреби в перевезеннях. Для цього бази даних транспортних компаній мають постійно поповнюватися інформацією про розвиток різних регіонів світу та відповідний попит на транспортні вантажі, а також прогнозами щодо маршрутів інтермодальних перевезень ВУР.

Під час аналізу маршрутів вантажних перевезень проводиться порівняння можливих видів транспорту один до одного, використовуючи як критерій доцільності різницю у вартості перевезення однієї тонни вантажу.

$$\Delta C_{\Sigma} = C^c - C^b \quad (2.1)$$

де C^c – Транспортні витрати з вантажно-розвантажувальними роботами;
 C^b – собівартість транспортування вантажів без вантажно-розвантажувальних робіт.

ΔC_{Σ} – вартість вантажу, що перевозиться, визначає пріоритет цієї транспортної технології. Чим більша різниця в собівартості перевезень, тим вигідніше будувати вагон без перевантаження при перевезенні. Різниця в собівартості виникає через різні варіанти доставки, які тягнуть за собою різні

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		16

витрати на перевантажувальні операції і різні витрати на перевезення за всіма маршрутами.

Для цього необхідно визначити, з яких елементів витрат складаються транспортні витрати і як вони змінюються залежно від типу вантажу, що перевозиться. Наприклад:

$$C^c = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7, \quad (2.2)$$

де C_1 – вартість транспортування однієї тонни вантажу з пункту відправлення в пункт транзиту;

C_2 – Вартість транспортування однієї тонни вантажу з одного терміналу в інший термінал або пункт призначення.;

C_3 – вартість транспортування однієї тонни вантажу по воді з урахуванням типу вантажу, наприклад, судна загального призначення, лісовози, контейнеровози, ролкери, балкери і танкери та ін.;

C_4 та C_5 – вартість перевезення тонни вантажу водою залежить від схеми перевалки, використовуваної для цього вантажу, включно з навантаженням і розвантаженням, зберіганням вантажу і затримками в пункті перевантаження;

C_6 – поточна вартість маси вантажу під час транспортування

$$C_{\Sigma} = E_n \cdot \kappa_z \cdot t_z \quad (2.3)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталу; κ_z – ціна за тонну; t_z – тривалість перевезення від відправника до одержувача.

Таким чином, оборотний капітал вантажу в дорозі змінюється, оскільки дата доставки вантажу змінюється залежно від обраного виду транспорту. Щоб затримати вантаж, необхідно збільшити обсяг розподілу, щоб не переривати виробництво. Таким чином, тривалість транспортування спричиняє виробничі витрати на склад товарів, які необхідно враховувати, а також капітальні вкладення;

C_7 – приведена вартість вагонів на тонну перевезеного вантажу:

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_7 = C_{\text{в.ч.}} \cdot \frac{t_n}{P_{\text{ст}}}, \quad (2.4)$$

де $C_{\text{в.ч.}}$ – вартість години простою порожніх вагонів; t_n – час простою вагона для розглянутого варіанта.; $P_{\text{ст}}$ – статичне завантаження вагона даним родом вантажу.

Тому варіанти доставки, що розглядаються, необхідно оцінювати з урахуванням часової затримки залізничних транспортних засобів, що очікують перевантаження в транспортному вузлу, а у випадку з переправами - відволікання вагонів комерційних транспортних засобів під час їхнього перебування на поромі. [10, 27, 33, 34].

Проаналізувавши всі фактори, що впливають на вартість перевезення вантажів залежно від обраного виду транспорту, можна побачити, що майже всі вони залежать від виду вантажу, через вартість фрахту, кваліфікацію та трудомісткість вантажно-розвантажувальних робіт, статичне навантаження на вагон, тип вагона та інші характеристики. Тому для того, щоб визначити доцільність перевезення конкретного вантажу за конкретним маршрутом, доцільно розрахувати вартість перевезення цього вантажу.

Однак деякі види витрат можуть бути розраховані для окремих номенклатурних груп, а не для кожного окремого вантажоодержувача. Наприклад, вартість обробки вантажів у порту може бути визначена шляхом розгляду моделей обробки (прямий варіант, розвантаження-зберігання-розвантаження) для тарних, навалювальних і наливних вантажів, лісоматеріалів, машин і труб залежно від потоку вантажів у порт. До цієї групи входять вантажі, які обробляються однаковими навантажувально-розвантажувальними машинами і за однаковою технологією і, отже, мають однакові витрати на перевалку. Таким чином, вартість водного транспорту може бути розрахована з урахуванням типу і водотоннажності суден, які використовуються для перевезення різних вантажів у даній акваторії..

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		18

У номенклатурній групі пріоритет віддають дорогим товарам із більш високим статичним навантаженням на вагон, тобто товарам із більш низькою собівартістю C_3 та C_6 .

Під час вибору вантажів для перевезення на поромі необхідно враховувати вартість скорочення кількості порожніх вагонів, що перевозяться на поромі, оскільки під час цього зазвичай враховується зворотний потік вантажів, оскільки для змішаних перевезень із перевантаженням на судно вантаж, який перевозиться тарою, потребує міцнішої та дорожчої тари, а також враховуються інші фактори.

Інформація про кліматичні умови в транспортних коридорах особливо важлива під час оцінювання міжнародних вантажних маршрутів, оскільки залізничні транспортні засоби та контейнери необхідно проектувати та обслуговувати з урахуванням впливу опадів, вологості, морського туману, сонячної радіації та коливань температури, а також біологічного впливу життєдіяльності мікроорганізмів, комах і гризунів [4, 30]. Земля поділяється на п'ять основних кліматичних зон: бореальний клімат, помірний клімат, тропічний сухий клімат (ТС), тропічний гіпертропічний клімат (ТВ) і клімат високих широт.

Вплив тропічного клімату (ТВ, ТС) посилюється в морських і промислових районах, де в атмосфері присутні солі та хімічні речовини.

У морському транспорті транспортні комплекси піддаються більш високим механічним навантаженням протягом більш тривалого часу, ніж у залізничному транспорті, а також піддаються впливу морської води і водяної пари.

Категорії конструкції цих виробів повинні враховуватися під час транспортування вантажів, що підлягають доставці в країни з тропічним кліматом. Згідно із загальними технічними умовами на виробництво машин, приладів і устаткування, що поставляються в країни з тропічним кліматом,

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вироби категорії діляться на три групи: Внутрішні вироби – "П", експлуатація під навісом – "Н" і Зовнішні вироби категорії – "А".

З огляду на цей поділ, до продукції категорії "А" можуть застосовуватися м'якші вимоги, ніж до продукції категорії "П". Вироби категорії "П" мають бути повністю захищені від зовнішніх впливів, як от механічних пошкоджень та впливу вологи, тоді як вироби категорії "А" мають бути захищені тільки від механічних пошкоджень.

Так, якщо залізничні транспортні засоби або ВУР призначені для перевезення вантажів у тропіках, то їхнє виготовлення та матеріали, які використовуються, мають витримувати кліматичні впливи та біологічні фактори.

Крім того, основними вимогами вантажовласника до якості перевезень є: повне задоволення кількісних транспортних потреб в узгоджені строки; строки доставки вантажу і завантаження самого транспортного засобу; задовільні ціни на перевезення; наявність інформації про місцеперебування вантажу під час перевезення; доставка "від дверей до дверей"; можливість Також мають бути передбачені умови для максимального обслуговування в одному місці, тобто за принципом "однієї зупинки". Більшості цих вимог найкраще відповідають розумно-організованим інтермодальним перевезенням для вантажів укрупнених розмірів (ВУР).

Для цілей цього документа вантажі укрупнених розмірів (ВУР) визначають як фургони, ролтрейлери, контейнери, змінні кузови і механізовані навантажувальні одиниці (вантажівки, причеи, напівпричеи тощо).

База даних оператора повинна містити повну інформацію про ВУР, зокрема про те, як їх спроектовано, виготовлено, обслуговують і ремонтують; доволі детальну інформацію про ВУР можна знайти в [17].

Під час експорту ВУР морем співвідношення тари і ваги переважно має бути близьким до 1, оскільки вантаж розраховують за обсягом або вагою для

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

зручності перевізника або судновласника. Слід також мати на увазі, що ціна пакувального матеріалу здебільшого включається в ціну оподатковуваних товарів.

З цього випливає економічна вимога, а саме: вартість пакування має бути якомога меншою, а форма пакування - якомога більш прямокутною. Це пов'язано з тим, що якщо за основу береться об'єм пакування, то ставки фрахту розраховують з огляду на частини, що виступають. Ставки фрахту розраховуються за найбільшою ставкою фрахту серед змішаних відправок, тому не слід укладати різні види вантажів в одну тару. Необхідно враховувати постійні удари і вібрації, оскільки вони можуть призвести до ущільнення вантажу, утворення пустот у тарі та зрештою до пошкодження. Крім того, некорозійні продукти мають бути забезпечені захистом від водяної пари, щоб захистити їх від підвищеної вологості.

Для перевезення ВУР автомобільним, залізничним і водним транспортом використовуються транспортні засоби загального призначення і спеціалізовані. База даних транспортної компанії повинна містити всю необхідну інформацію, включно з конструкцією і вантажопідйомністю власних залізничних транспортних засобів, а також варіанти оренди і тарифи на залізничні транспортні засоби інших транспортних компаній.

Конструктивні особливості та параметри найпоширеніших залізничних транспортних засобів для перевезення ВУР наведені в [17]. Зокрема, вказується, що для доставки пакетованих вантажів і середньотоннажних контейнерів використовуються універсальні бортові автомобілі, причепи та тягачі. Для палетованих вантажів використовуються спеціальні автомобілі з хвостовими підйомниками; великі контейнери класу «20 тонн» перевозяться залізницею.

До спеціальних технічних засобів автомобільного транспорту відносяться також самозавантажувальні контейнеровози, автомобілі та напівпричепи, які використовуються для доставки контейнерів

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вантажовідправникам, які не мають власного підйомно-транспортного обладнання.

Залізничні транспортні засоби в різних країнах істотно різняться за габаритами, шириною колії, навантаженням на вісь, системами ходової частини, зчіпними і гальмівними пристроями, що значно ускладнює організацію безперебійних міжнародних інтермодальних перевезень вантажних поїздів.

Вагони з європейських країн мають менші габарити, колію 1435 мм, навантаження на вісь до 20,0 тонн, буферні комплекти та гвинтові зчеплення, специфічні гальмівні пристрої, здебільшого візки з простою переставною підвіскою з блоками сферичних підшипників і еластичними ковзаючими ковзунами. В останні роки вагони були переобладнані для перевезення ВУР.

Вантажні вагони залізниць Китаю мають європейські розміри, колію 1435 мм, навантаження на вісь до 22,0 тонн, зчіпки за американським зразком, але з короткою відстанню до голівки рейки, спеціальні гальмівні пристрої, включно з вакуумними гальмами, і, перш за все, двовісними візками з центральним та надбуксовим підвішуванням. Останніми роками додаткові вагони стали використовуватися для перевезення контейнерів та інших ВУР.

Вантажні вагони США і Канади мають розміри, аналогічні вантажним вагонам країн СНД, колію 1435 мм, навантаження на вісь до 38,0 т, з американськими зчіпками, спеціальним гальмівним обладнанням, переважно двовісними візками та одностороннім підвішуванням (трюхелементні візки), з візками з плоскими підп'ятниками і катковими ковзунами. У вагонному парку є велика частка вагонів для перевезення ВУР.

Найпоширенішими залізничними транспортними засобами для перевезення ВУР є контейнеровози, ролкери, малотоннажні судна і пароми. Сучасні судна і пароми оснащені автоматичними системами вертикального і горизонтального завантаження і вивантаження ВУР [17].

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		22

Вагони з країн СНД мають великі габарити, колію 1520 мм, навантаження на вісь до 23,5 т, автоматичну систему зчеплення типу СА-3, спеціальні гальмівні системи і в основному центральне ресорне підвищення візків типу 18-100.

Висновки за розділом 2.

Наведено аналіз робіт з удосконалення вантажних вагонів для міжнародних перевезень..

3 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВАГОНІВ ДЛЯ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.

3.1 Оцінка розмірних обмежень під час проектування вузлів вагонів для міжнародних вантажних перевезень.

Як згадувалося вище, одним з основних завдань у галузі інтермодальних перевезень є визначення основних габаритів залізничних транспортних засобів і водночас перевірка можливості перевезення ВУР заданим маршрутом з мінімальною кількістю пересадок з метою зниження транспортних витрат.

Тому для організації перевезень ВУР необхідно проаналізувати для інших країн приблизні розміри конструкцій, розміри рухомого складу, ударні та тягові пристрої, а також ходові та гальмівні пристрої. Ці дослідження дадуть змогу оцінити сумісність рухомого складу в різних країнах і його пристосованість до різних умов експлуатації. Результати аналізу вагонів у різних країнах широко використовувалися в дослідженнях [17, 19].

Однією з найважливіших умов безпечного руху рейкових транспортних засобів є, звісно ж, унеможливлення можливого контакту з конструктивними елементами, розташованими поблизу колії, або з рейковими транспортними засобами, що рухаються сусідньою колією [8]. З цієї причини габарити рейкових транспортних засобів обмежені, а стаціонарне обладнання та конструкції розташовуються на певній відстані від колії. Це означає, що

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

існують дві зовнішні форми: габарити споруд, де споруди мають найменші допустимі розміри, і зовнішня форма - габарити рухомого складу, де допустимі розміри найбільші. Таким чином, між другим і першим контуром є зазори, а габаритні розміри рейкового транспортного засобу перебувають у межах габариту наближення будівель, за винятком сполучуваних поверхонь - коліс і рейок. Слід зазначити, що у різних держав і навіть іноді й однієї держави габаритні параметри можуть відрізнятися. Тому, якщо потрібне міждержавне залізничне перевезення вантажів із укрупненими розмірами, розміри вагонів мають бути узгоджені. При цьому мають бути дотримані вимоги, викладені в Міжнародній конвенції про залізничне перевезення вантажів (СМГС) [1, 17].

Вантаж, навантажений на залізничний транспорт, може бути розміщений у межах необхідної навантажувальної колії тільки в тому разі, якщо вагон перебуває на прямій горизонтальній ділянці колії [13].

На рис. 3.1 показано сумарні розміри вагонів різних колій 1520 мм, 1435 мм і 1000 мм. Аналіз цього рисунка показує, що існують проблеми в організації міжнародних перевезень ВУР, що призводить до збільшення кількості перевалок і, отже, до збільшення витрат на доставку вантажів. Слід зазначити, що різні країни можуть використовувати різні підходи при розрахунку ширини колії вагонів.

Наприклад, під час визначення того, чи поміщаються вантажі на навантажувальну колію болгарських залізниць, висоту підлоги платформи від головки рейки встановлюють на рівні 1300 мм, а для піввагонів - 1420 мм. В інших країнах ці параметри сильно відрізняються.

У країнах СНД максимально допустимі горизонтальні конструктивні розміри рейкових транспортних засобів отримують шляхом зменшення бічних габаритів по обидва боки кожного рейкового транспортного засобу на

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідні граничні значення E_o , E_n , E_c , мм, які визначаються за формулами 3.1...3.3:

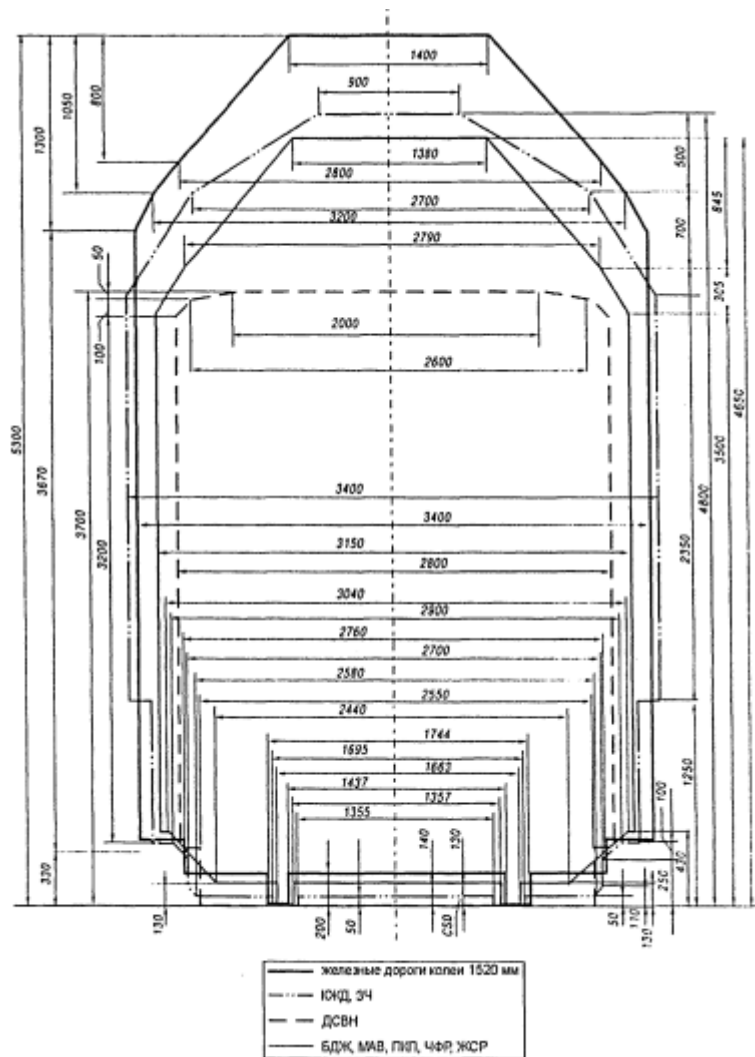


Рис. 3.1 Габарити рухомого складу колії 1520,1435 и 1000 мм

- граничні значення для направляючого поперечного перерізу рухомого складу

$$E_o = 0,5 \cdot (S - d) + q + \omega + (k_1 - k_2) - \kappa; \quad (6.1) \quad (3.1)$$

- внутрішні обмеження поперечних перерізів рухомого складу, що розташовані між його напрямними перерізами

$$E_n = 0,5 \cdot (s - d) + q + \omega + [\kappa_2 (l - n) \cdot n + \kappa_1 - \kappa_3] - \kappa - \alpha; \quad (3.2)$$

- зовнішні обмеження площі поперечного перерізу поза напрямним профілем рейкових транспортних засобів.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$E_n = [0,5 \cdot (s - d) + q + \omega] \frac{2n+l}{l} + [k_2 : (l + n) \cdot n - k_1 - k_3] \cdot k + \beta, \quad (3.3)$$

де E_o – обмеження напрямних поперечних перерізів рухомого складу, тобто перерізів за п'ятниками, напрямними осями або іншими, що мають найменші поперечні зміщення від осі колії; E_e – внутрішнє обмеження поперечних перерізів рухомого складу, розташованих між його напрямними перерізами; E_n – зовнішнє обмеження поперечних перерізів рухомого складу, розташованих зовні його напрямних перерізів; l – відстань між напрямними перерізами рухомого складу (база рухомого складу); n – відстань від розглянутого поперечного перерізу рухомого складу до його найближчого направляючого перерізу; s – максимальна ширина колії в кривій розрахункового радіуса; d – мінімальна відстань між зовнішніми гранями гранично зношених гребенів бандажів; q – найбільше можливе поперечне переміщення в направляючому перерізі в один бік із центрального положення рами візка відносно колісної пари, внаслідок зазорів за максимального зносу та деформацій пружних елементів у буковому вузлі та вузлі зчленування рами візка з буксою; ω – найбільше можливе поперечне переміщення в направляючому перерізі в одну сторону з центрального положення кузова відносно рами візка, внаслідок зазорів за максимального зносу і пружних коливань у вузлі зчленування кузова і рами візка; k – величина, на яку допускається вихід рухомого складу, проєктованого за габаритами 0-ВМ 02-ВМ, 03-ВМ и 1-ВМ (у нижній частині), за обриси цих габаритів у кривих ділянках колії $R = 250$ м; k_1 – величина додаткового поперечного зміщення в кривих ділянках колії розрахункового радіуса візкового рухомого складу; k_2 – коефіцієнт розмірності, що залежить від величини розрахункового радіуса кривої; k_3 – величина, на яку допускається вихід рухомого складу, проєктованого за габаритами T , $1-T$, T_{ψ} , T_{np} и 1-ВМ (у верхній частині), за обриси цих габаритів у кривих ділянках колії $R = 200$ м; α и β – додаткові обриси внутрішніх і зовнішніх перерізів рухомого складу, що мають місце

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

тільки в дуже довгого рухомого складу і визначаються з умови вписування в криву радіуса $R = 150$ м. У звичайного рухомого складу масової побудови значення "а" і "Р" приймаються рівними нулю.

Максимально допустима ширина рухомого складу $2B$, на деякій висоті H над рівнем верху голівки рейки в розглянутому перерізі визначається за формулою:

$$2B = 2(B^{\omega} - E), \quad (3.4)$$

де B^{ω} – напівширина відповідного габариту рухомого складу на розглянутій висоті; E – одне із зазначених вище обмежень (E_o, E_b, E_H).

Вертикальні розміри габариту рухомого складу зверху є одночасно і тими максимальними будівельними розмірами, які може мати рухомий склад, який проєктується за ним, за висотою в ненавантаженому стані..

Найменші допустимі вертикальні будівельні розміри проєктованого рухомого складу знизу отримують шляхом збільшення відповідних вертикальних розмірів габариту рухомого складу на величину можливого в експлуатації статичного паралельного пониження рухомого складу, внаслідок максимального нормованого зносу ходових частин, а для обресорених деталей і внаслідок рівновероятностного осадку ресор та їхнього прогину від розрахункового навантаження (без урахування динамічних коливань). Для рейкових транспортних засобів, у яких колеса одного діаметра замінюються в процесі експлуатації колесами різних діаметрів, розмір висоти визначається колесом з найбільшим можливим діаметром угорі та колесом з найменшим можливим діаметром унизу.

Тому всі зміщення вагонів загалом можна розділити на чотири групи

а) Переміщення вагонів, що можуть бути спричинені змінами в стані колії (наприклад, розширення колії, пружне стиснення рейок, зміщення або зношення шпал чи проміжних шарів, пружне осідання шпал чи баласту).

б) Зміщення внаслідок вібрації частин вагона, викликані рухом вагона.

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

в) Зсув вагона через прогин підвіски, спричинений люфтом і зносом рухомих частин і статичними навантаженнями.

д) Зміщення частин вагона на кривих.

Під час проектування, особливо для залізниць СНД, враховуються не всі зміщення, а ті, які можуть виникнути через відхилення, що допускаються стандартами на вагони та утримання колії. Оскільки габарити обрисів фіксовані для прямих ділянок колії, а в кривих зазвичай робляться додаткові розширення, то деформації вагонів у кривих враховуються тільки для габаритів, що перевищують існуюче розширення.

Основним недоліком цього методу є те, що приблизна відстань між конструкцією і транспортним засобом, яку встановлюють з однаковим зсувом для всіх вагонів, може бути занадто великою для одних вагонів і занадто маленькою для інших. Крім того, цей метод не враховує розташування вантажу, і вантаж вважається нерухомим по відношенню до кузова вагона, чого не можна сказати про вантажні вагони, особливо ті, які мають підвіску. У розрахунках не враховуються аеродинамічні та вітрові навантаження, які чинять істотний вплив на горизонтальне і кутове зміщення кузова вагона і вантажу. Ці недоліки зазвичай компенсуються за рахунок зменшення ширини вагонів, особливо ВУР. З одного боку, це збільшує можливість безпечного руху рейкових транспортних засобів, але з іншого боку, призводить до недостатнього використання вантажної колії конструктивного підходу, тобто до значного зниження економічної ефективності вантажних перевезень.

Це пов'язано з тим, що залізничні транспортні засоби в країнах СНД проєктують із максимальним зсувом кузова вагона менше 5 % [17]. Недооблік інших, більш імовірних, чинників може призвести до прихованої негабаритності вагона, яка загрожуватиме безпеці руху під час реалізації цих впливів.

З іншого боку, якщо, наприклад, спробувати повністю використати ширину колії рухомого складу в одній країні, то через відмінності в ширині

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

колії та інші обмеження може бути важко (або неможливо) організувати невинне перевезення до інших країн, навіть із тією самою шириною колії. Водночас існує проблема організації перевезень так званих негабаритних, великовагових і довгомірних вантажів у певних умовах.

Крім того, у різних країнах запроваджено різні стандарти для великовагових і довгомірних вантажів.

Негабаритні вантажі зазвичай визначають як вантажі, які перевищують провізну спроможність залізниці хоча б в одній із країн, що беруть участь у перевезенні [13].

Під час перевезення негабаритних вантажів у залізничному сполученні з третіми країнами, окрім порядку та умов узгодження таких перевезень, мають дотримуватися вимоги, встановлені Угодою про міжнародне залізничне вантажне сполучення (СМГС) та іншими Угодами про прямі міжнародні вантажні сполучення з країнами, що беруть участь у перевезенні.

При цьому вантаж є негабаритним, якщо він під час розміщення на відкритому рухомому складі, що перебуває на прямій горизонтальній ділянці колії (у разі збігу в одній вертикальній площині подовжніх осей вагона та колії) перевищує обрис габариту навантаження, або його геометричні виноси в кривих за межі габариту навантаження перевищують геометричні виноси у відповідних кривих розрахункового вагона. [13].

Геометричний звис вантажу або вагона - це зсув вагона від поздовжньої осі колії за дугою при розміщенні вагона за дугою вздовж хорди без підйому зовнішніх рейок.

Існує три основні типи зон звису залежно від висоти над голівкою рейки, на якій вантаж перетинає колію: нижня зона звису, бічна зона звису і верхня зона звису. На двоколійних лініях звичайні зони з'єднання верхнього звису і бічного звису можуть також використовуватися для визначення умов в'їзду вантажів із верхнім звисом На рис. 3.2 показано зону звису для вантажної колії СНД.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

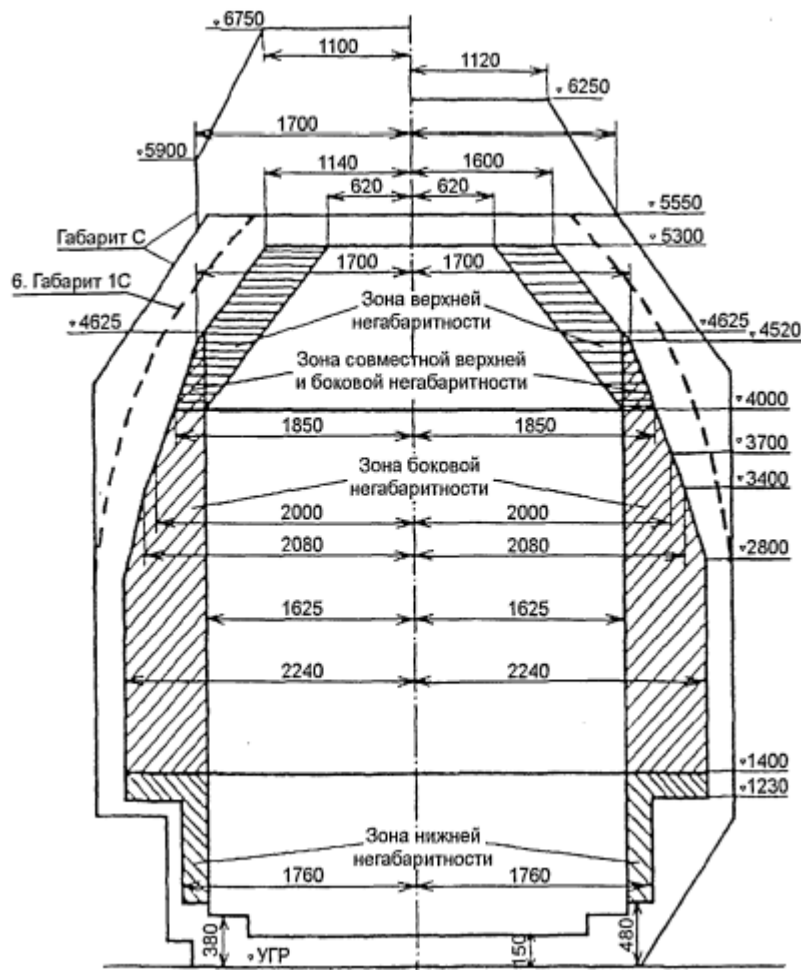


Рис. 3.2. Зони негабаритності вантажу для габариту рухомого складу країн СНД

Під час організації внутрішніх перевезень вантажів до інших країн і з інших країн таку саму зону можливого негабариту має бути встановлено для габаритів країни, до якої перевозиться вантаж.

Ступінь негабаритності вантажу має визначатися не тільки з огляду на габарити завантаженого вантажу на прямій колії, а й з урахуванням проходження вагонів кривою ділянкою колії. Якщо геометричний зсув вантажу на кривій більший за геометричний зсув розрахункового вагона на кривій, то цей вантаж можна вважати негабаритним під час проходження кривої.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		30

Розрахунковий негабарит - це негабарит, який визначається з урахуванням геометричного звису даного навантаження в умовній розрахунковій кривій радіусом $R = 350$ м, що не має канта зовнішньої рейки.

У разі проходження негабаритного навантаження ділянками з радіусами кривих менше 350 м на головній колії необхідно виконати додаткові розрахунки для визначення місцевого негабариту.

Розрахункова негабаритність визначається окремо для внутрішньої та зовнішньої частин вагона і вантажу. Розрахунок проводиться за схемою перерізів вантажів, наведеною на рис. 3.3.

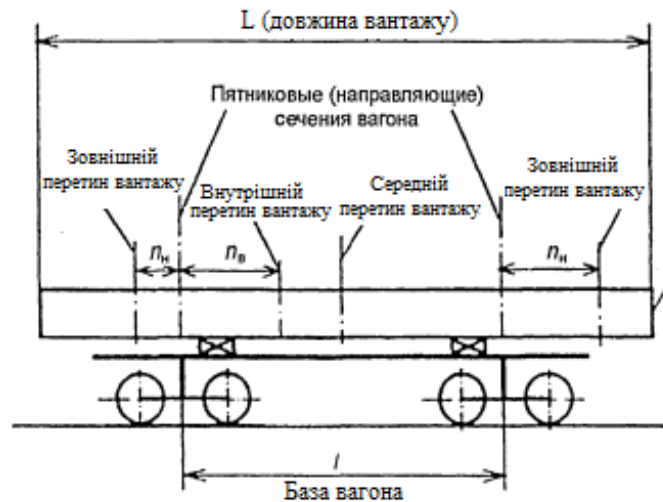


Рис. 3.3 Схема перерізів вантажу, завантаженого на одиночній тарі

Згідно з цією діаграмою, внутрішній перетин вантажу - це перетин усіх вантажів, розташованих у підлозі вагона. Частина вантажу, що знаходиться за межами підлоги вагона, називається зовнішнім або консольним перерізом. Внутрішній переріз (у середині підлоги), який рівновіддалений від обох напрямних перерізів, називається середнім перерізом.

Розрахунковий негабарит визначається шляхом збільшення відстані між віссю колії та точкою вантажу на певній висоті на різницю між геометричним зміщенням ділянки вантажу, яку розглядають, і розрахунковим вагоном умовної розрахункової кривої за формулами.:

- для внутрішніх перерізів вантажу

$$x_{cm}^B = x_i + \Delta b_{R_B} \quad (3.5)$$

Для зовнішніх перерізів вантажу

$$x_{cm}^H = x_i + \Delta b_{R_H} \quad (3.6)$$

де x_{cm}^B , x_{cm}^H – відстані розрахункової негабаритності частин вантажу, розташованих відповідно у внутрішніх і зовнішніх перерізах; x_i – відстань від осі колії до розглянутої i -ї точки вантажу на даній висоті; Δb_{R_B} – різниця між геометричними виносками розглянутого внутрішнього поперечного перерізу вантажу і розрахункового вагона в умовній розрахунковій кривій; Δb_{R_H} – різниця між геометричними виносками розглянутого зовнішнього поперечного перерізу вантажу і розрахункового вагона в умовній розрахунковій кривій.

Різниця між геометричними виносками (Δb_{R_B} , Δb_{R_H}) та їхні значення залежать від типу рейкового транспортного засобу, на якому перевозять вантаж, його бази та відстані між розглянутою частиною вантажу і прямою частиною і можуть бути визначені трьома способами: за допомогою таблиць, розрахунків та електронного моделювання зображень на основі експериментальних досліджень. [13].

Під час визначення різниці геометричних виносів Δb_{R_B} та Δb_{R_H} розрахунком було отримано такі вирази:

$$\Delta b_{R_B} = 1,43(l - n_s)n_d - 105; \quad (3.7)$$

$$\Delta b_{R_H} = 1,43(l - n_H)n_H + k - 105, \quad (3.8)$$

або для вантажів з однаковим поперечним перерізом по всій довжині:

$$\Delta b_{R_B} = \frac{l^2}{8R} - 105; \quad (3.9)$$

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta b_{RH} = \frac{L^2}{8R} - \frac{l^2}{8R} + k - 105, \quad (3.10)$$

де n_g – відстань від розглянутого внутрішнього поперечного перерізу вантажу до направляючого перерізу; n_n – відстань від розглянутого зовнішнього поперечного перерізу вантажу до направляючого перерізу; l – база вагона; L – довжина вантажу; k – Додатковий зсув кінцевої частини вантажу через перекіс вагона в дорозі, з урахуванням норм утримання колії і транспортних засобів, розраховується за такою формулою:

- для вагонів на спеціальних візках

$$k = 55 \left(\frac{L}{l} - 1,41 \right); \quad (3.11)$$

- для вагонів на візках 18-100

$$k = 70 \left(\frac{L}{l} - 1,41 \right). \quad (3.12)$$

Перевезення негабаритних, великовагових і довгомірних вантажів на експорт дозволяється за попередньою заявкою. Лист-заявка має містити таку інформацію, як найменування відправника, місце і маршрут відправлення, опис і кількість вантажу, що перевозиться, країна і місце призначення, найменування одержувача, транзитні пункти на маршруті в країнах, що беруть участь у перевезенні, кількість контрактів, угод і замовлень та умови поставки. До листа має бути додана таблиця завантаження відповідно до статті 5 СМГС и СИ к СМГС.

Було розроблено складну методологію для оцінювання мореплавства негабаритних вантажних одиниць на маршрутах перевезення ВУР і визначення можливості та умов проходження мостів, естакад, тунелів та інших споруд за умови збереження мінімально допустимої відстані між вантажем і внутрішніми контурами споруди [17].

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

При розробленні уточненої методики було враховано такі особливості міжнародних мультимодальних вантажних перевезень [23]. Вантажі, навантажені на відкритий рухомий склад, мають бути розміщені в межах установленого навантажувального простору з урахуванням пакування та кріплення, а навантаження, що припадає на кожен візок вагона, не повинне перевищувати половини вантажопідйомності, встановленої для вагонів цього типу. На схемах навантаження мають бути зазначені: Маса; довжина; зовнішні розміри вантажу; координати точок вантажу відносно висоти головок рейок і осі колії із забезпеченням нанесення висоти підлоги вагона; координати центру ваги вантажу відносно висоти основи і відносно її ширини та довжини, а також відстань від зазначених точок до центру ваги вантажу в поздовжньому напрямку. Крім цього, вагони з ВУР, що перевозяться на морських поромках, повинні оцінюватися на вплив бокового крену судна до 30° , за одночасної дії бокової інерційної сили, відповідної до прискорення до $1,0\text{ g}$, та вертикальної відповідної до прискорення $0,5\text{ g}$, а також за дії поздовжнього (кільового) крену до 10° за одночасної дії поздовжнього прискорення, що дорівнює $0,2\text{ g}$, та вертикального прискорення до $1,0\text{ g}$.

Аналізуючи наведені вище вимоги, можна стверджувати, що всі перераховані параметри фактичної ймовірності наближення конструкції до колії та фактичні габаритно-масові властивості залізничних транспортних засобів під час вантажних перевезень найлегше визначаються за допомогою сучасного вимірювального обладнання та електронного суміщення отриманих зображень. Тому метод оцінки ймовірності проходження великогабаритного вагона з вантажем за маршрутом перевезення містить у собі трьохетапне дослідження.

На першому етапі проводиться загальне обстеження колійної роботи з використанням даних вимірювань, таких як габарити будови, габарити під'їзду до будови і стан дороги на транспортному маршруті для міжнародних вантажів, у тому числі великогабаритних. На основі експериментальних

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

даних, отриманих за допомогою сучасних безконтактних вимірювальних приладів (радіолокаційних, оптичних тощо), буде розроблено і записано на електронний носій у вигляді об'ємних зображень технічний паспорт габариту колійних структур із постійно заданими параметрами на міжнародних вантажних маршрутах.

На другому етапі буде проведено бенчмаркінг для визначення реалістичних параметрів розмірів і маси транспортної одиниці (вагона з вантажем).

Для завдання цих параметрів для вагона, обладнаного ВУР, використовується спеціальний випробувальний стенд, як показано на рис. 3.4.

Цей стенд дає змогу визначати: реальні параметри зсувів необресорених частин вагона в рейковій колії; зсуви обресорених частин вагона з вантажем; розташування центру тяжесті та невиходу частин кузова і вантажу за встановлений габарит рухомого складу під час вірогідних впливів вітрових і відцентрово-вібраційних навантажень, перекосу й просідань залізничної колії тощо.

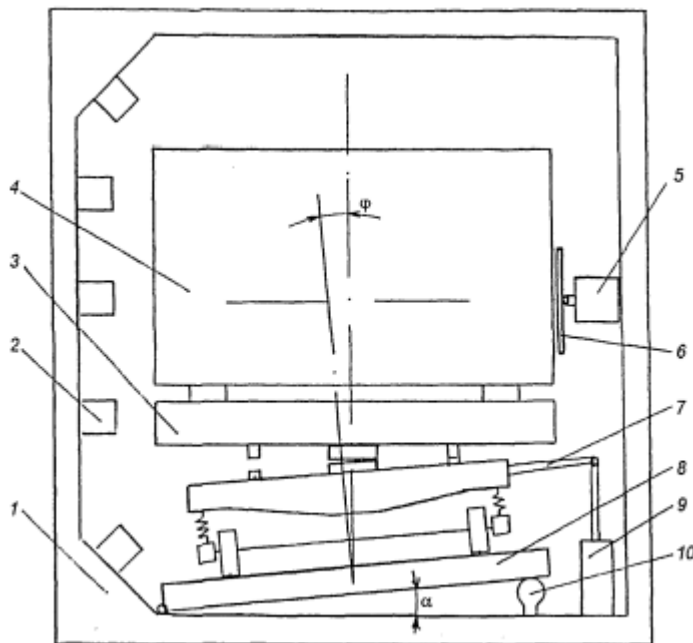


Рис. 3.4. Схема стенда для визначення габаритно-масових параметрів вантажних вагонів

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Сутність установки полягає в тому, що стенд складається зі станини 1, забезпеченої вимірювальними пристроями 2, у нижній частині якої шарнірно закріплено плиту 8 з колійною структурою та домкратами 10 для її підйому, з вимірювальними пристроями. На плиту 8 з колійною структурою встановлюється контрольований вагон 3 з вантажем 4. Крім цього, стенд забезпечений горизонтальним силовим циліндром 5 з вимірювальним пристроєм і напольною плитою 6, а також горизонтальним важелем 7, який взаємодіє з надресорною балкою візка вагона, який з'єднаний з вертикальним силовим циліндром 9 з вимірювальним пристроєм.

Робота стенду здійснюється наступним чином.

На першому етапі готується процес керування. Для цього вагонетку 3 з вантажем 4 закріплюють на плиту 8 колійної структури, важіль 7 встановлюють у приймальний отвір вагонетки і горизонтальним силовим циліндром 5 підводять напольну плиту 6 до центру ваги вантажу 4.

На другому етапі для визначення максимального зсуву вантажу і виключення виступання елементів із колії вагона вмикають домкрат 10 і проводять підйом (опускання) корпусу колії для імітації найімовірнішого бокового зсуву й осідання колії. Потім вмикається вертикальний силовий циліндр 9 і піддресорений візок повертається через важіль 7 для імітації найімовірнішого кутового зміщення кузова вагона 3 за розрахункової швидкості руху. Потім вмикається горизонтальний силовий циліндр 5 для імітації інерційних і вітрових навантажень, що діють на вантаж. Загальний зсув кузова автомобіля 3 і вантажу 4 під дією цього комбінованого навантаження вимірюється і визначається вимірювальним пристроєм 2, і одночасно визначається віддалення (не віддалення) окремих частин кузова автомобіля від габариту рейкового транспортного засобу.

У третій фазі контролю, в якій вимірюється розподіл навантаження на візок, домкрат 10 і його вимірювальний пристрій реєструють навантаження, що передаються від коліс на корпус рейки під першим і другим візками.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На останньому етапі за допомогою вертикального домкрата 9 з вимірювальним пристроєм кузов вагона 3 з вантажем 4 нахиляється в той чи інший бік і розраховується центр тяжіння підресореної маси вагона з вантажем.

На підставі даних, отриманих під час стендових випробувань, створюється габаритно-технічний паспорт транспортного вузла, який зберігається на електронних носіях інформації у вигляді об'ємного зображення і діаграми роботи.

На третьому етапі оцінюється можливість проходження негабаритних, важких і довгомірних вантажів усіма транспортними шляхами шляхом електронного накладення зображень прохідної конструкції і транспортних одиниць у всіх контрольних секціях.

Крім того, розподіл вантажів по візках і контроль положення центру ваги забезпечують безпеку руху поїзда.

Слід зазначити, що під час організації міжнародних перевезень, крім ширини колії рухомого складу, велике значення має оцінка ширини колії рухомої частини вагонів.

У [19] проаналізував конструкторські креслення і параметри ходових частин рейкових транспортних засобів, які використовуються для транскордонних перевезень подовжених вантажних одиниць, і встановив, що на залізницях європейських країн переважно використовують двовісні візки з підвіскою над коробкою, з шарикопідшипниками і пружними повзунами і шириною колії 1435 мм.

На залізницях США та інших країн для вантажних вагонів колії 1435 мм використовують двовісні візки з однотоковою підвіскою, плоскими циліндричними сердечниками і роликовими каретками.

На залізницях країн СНД, в основному, експлуатуються вагони на двовісних візках з одинарним центральним ресорним підвішуванням, з

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

плоскими циліндричними під'ятниками та жорсткими плоскими скельсонами за ширини колії 1520 мм.

Було встановлено, що ходові частини рухомого складу, здебільшого, проєктуються і розвиваються, виходячи з норм і вимог тієї держави, в якій вони будуть експлуатуватися. Тому в конструкційних схемах візків неповністю враховується можливість їх адаптації для використання під вагонами для міжнародних перевезень.

Для підвищення ефективності міжнародних перевезень вельми актуальним є завдання з розроблення уніфікованого підходу, що забезпечує безвантажувальний рух вагонів коліями з різною шириною колії та максимальним використанням габариту рухомого складу для перевезення вантажів, що досягається за мінімізації габаритних обмежень у конструктивній схемі ходових частин рухомого складу.

Тому було введено нову характеристику - габарит ходових частин рухомого складу [19].

Під габаритом ходових частин рухомого складу мається на увазі простір, обмежений умовним контуром у вигляді паралелепіпеда або складнішої фігури, розташованої між рівнем голівок рейок і рамою екіпажу, в якому, не виходячи назовні, має поміщатися візок (ходові частини при найбільш несприятливому положенні його в реальній колії, має поміщатися візок (ходові частини) за найбільш несприятливого положення його в реальній колії, з урахуванням найбільших нормованих бокових і поздовжніх зсувів елементів як у порожньому, так і в навантаженому стані, не тільки нового виготовлення, а й з наявними максимальними нормованими зносами складових частин.

Передбачуваний контур габариту візка 18-100 наведено на рис. 3.5.

Під час побудови цього контуру передбачалося, що колісні пари можуть зміщуватися в поздовжньому і поперечному напрямках, а також здійснювати кутові переміщення під час виляння і обгону бічних рам. Надресорна балка,

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

бічні рами і буксові вузли також, під впливом певних сил, можуть зміщуватися у вертикальній і горизонтальній площинах.

Усе це призводить до того, що елементи візків займають додатковий габаритний простір, у якому не повинні перебувати інші елементи вагона.

Відсутність такої інформації може загрожувати безпеці руху та істотно ускладнює раціональне використання габаритного простору для постановки підсилювальних елементів рами або розташування вантажно-розвантажувальних пристроїв вагона.

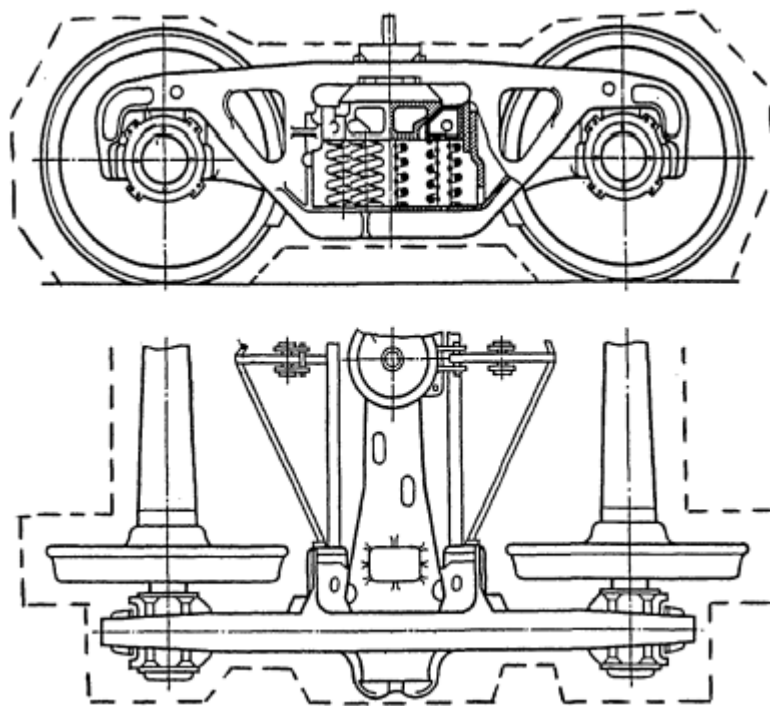


Рис. 3.5. Схема візка 18-100:

----- передбачуваний контур габариту візка 18-100

У багатовісних візків збільшується довжина, відносна маса, завдяки застосуванню розподільних і з'єднувальних балок, а також обсяг використаного габариту ходових частин. Усе це призводить до того, що

виникають труднощі під час розміщення автозчіпного і гальмівного обладнання вагона.

Під час розрахунків габаритів ходових частин вагонів для міжнародних перевезень слід враховувати норми інших держав, особливо щодо параметрів коліс і ширини колії.

Через низку економічних, географічних та історичних причин залізниці різних країн світу часто мають різну ширину колії, які отримали такі умовні назви: широка колія - 1600 мм і 1520 мм; стандартна - 1435 мм і вузька - 1067 мм (1000 мм).

Застосування широкої колії обґрунтовується необхідністю зменшення ймовірності перекидання вагонів і великими габаритами вагонів. Ширина колії 1520 мм характерна залізницям Росії, Фінляндії (1525 мм) і країн СНД.

Вузька колія має такі переваги як зменшення необхідної смуги відведення, можливість укладання кривих малого радіуса. З економічних міркувань вузьку колію укладають на другорядних лініях і в гористій місцевості. Вузьку колію (1067 мм) мають регіональні лінії Швейцарії, Греції, Іспанії. На залізницях Індії є лінії з чотирма різними величинами ширини колії. Найбільшого поширення набули лінії з шириною колії 1676 мм і 1000 мм.

В Австралії, Аргентині та в інших країнах Південної Америки експлуатуються колії з трьома величинами ширини колії.

Стандартна ширина колії (1435 мм) характерна залізницям США, більшості країн Європи, а також КНР, КНДР, Туреччини, Ірану, Іраку та деяких інших країн.

Характеризуючи ходові частини вагонів, необхідно зазначити, що в усіх країнах світу запроваджено норми допустимого навантаження на вісь, що передусім пов'язано з характеристиками колійних структур. Так навантаження на вісь вагонів колії 1435 мм у міжнародному сполученні не повинно перевищувати 20 тс, за винятком БДЖ, на яких навантаження на вісь у міжнародному сполученні не повинно перевищувати 22,5 тс.

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тимчасові обмеження навантаження на вісь вагона, менші за 20 тс або 18 тс, можуть бути введені окремими залізницями.

Для забезпечення вільного переміщення деталей візка відносно кузова під час проходження вагона круговою кривою малого радіуса необхідно, щоб за кута повороту візка навколо його центру були зазори між деталями візка та кузова, достатні для компенсації інших можливих відносних зсувів, таких як забігання боковин візків з нежорсткою рамою, зсуви кузова в зазорах п'яти-підп'ятника тощо [7].

Величина кута V у радіанах у цьому разі визначається за формулою:

$$\psi = \frac{l}{R} + \frac{e}{l_T} \left(1 + \frac{2l_T}{2l} \right) \cdot k_T, \quad (3.13)$$

де $2l$ – база вагона; $2l_T$ – база візка; R – радіус розрахункової кривої; e – максимальний односторонній зсув рами візків впоперек колії в перерізі по осі колісної пари; k_T – коефіцієнт, що враховує особливості конструкції візка.

Аналіз габаритів ходових частин вагонів виявив стійку тенденцію зменшення вертикальних параметрів габариту, що призводить до зниження центру ваги рухомого складу та реалізації низки переваг.

Необхідність зниження центру тяжіння транспортної одиниці за рахунок зменшення габариту ходових частин обґрунтовується такими перевагами: знижується величина перекидного моменту від дії поперечних складових поздовжніх сил, тобто підвищується запас стійкості вагона та безпека руху; збільшується можливий навантажувальний об'єм вагона в рамках габариту рухомого складу та фактична вантажопідйомність екіпажу; розширюються можливості перевезення великогабаритних вантажів. Для зниження габариту ходових частин зазвичай змінюють конструкцію візків, п'ятників вагонів, і зменшують діаметр коліс.

Виконаний генезис зчіпного обладнання рухомого складу [18] показав, що несумісність цього обладнання на вагонах різних країн світу часто не дає

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		41

змоги організувати безперевантажувальне сполучення між державами, що завдає істотної економічної шкоди міжнародній торгівлі.

Зокрема було встановлено, що в США, Канаді, Мексиці, Китаї, Японії, а також на дорогах Південної Америки, Австралії, Південної Африки, Індії, Нової Зеландії тощо на вантажних вагонах застосовується автозчіпне обладнання американського типу.

В Україні, країнах СНД і на деяких дорогах інших країн на вантажних вагонах експлуатується автозчіпне обладнання типу СА-3 з контуром зачеплення автозчіпки Віллісона.

Вантажні вагони країн Європи та деяких інших країн обладнані гвинтовими стяжками з буферними комплектами.

Останнім часом розроблено і намічено до впровадження кілька варіантів уніфікованих автозчеплень, що зчіплюються з автозчепленням СА-3.

Тому актуальним завданням став пошук шляхів згладжування протиріч, що виникли, у зчіпному обладнанні вагонів під час організації безперевантажувального транспортування вантажів, який проводили у двох напрямках: узгодження габаритних обмежень та аналізу конструктивних схем перехідних пристроїв, які дають змогу зчеплення вагонів із різним зчіпним обладнанням.

Спочатку було проаналізовано габаритні обмеження зчіпного обладнання вагонів і введено нове визначення - габарит зчіпного обладнання рухомого складу, яке, надалі, має бути стандартизовано. Річ у тім, що відсутність стандартизованих габаритів зчіпного обладнання рухомого складу, на кшталт наведених вище габаритів рухомого складу, істотно ускладнює розроблення перехідних пристроїв і уніфікованих зчіпних комплексів рухомого складу для міжнародних перевезень.

Тому на першому етапі цих досліджень було проаналізовано схеми встановлення автозчіпки СА-3 на різних типах рухомого складу і встановлено передбачувані контури габариту зчіпного пристрою.

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під габаритом зчіпного обладнання рухомого складу мається на увазі простір, обмежений умовними контурами у вигляді набору паралелепіпедів або складніших фігур, розташованих на торцевих брусах (балках), у кінцевих та інших частинах рами екіпажу, в яких, не виходячи назовні, повинно вміщатися зчіпне (автозчіпне) обладнання в разі найнесприятливішого положення його на рамі (або іншому елементі вагона), з урахуванням найбільших нормованих вертикальних, горизонтальних і кутових зсувів елементів, як у порожньому, так і в навантаженому стані екіпажу, не тільки нового виготовлення, а й з наявними максимальними нормованими зносами складових частин, а також з урахуванням зручності монтажу, демонтажу, контролю й обслуговування зчіпного пристрою.

Передбачуваний контур габариту зчіпного пристрою вантажного вагона з автозчепленням СА-3 наведено на рис. 3.6.

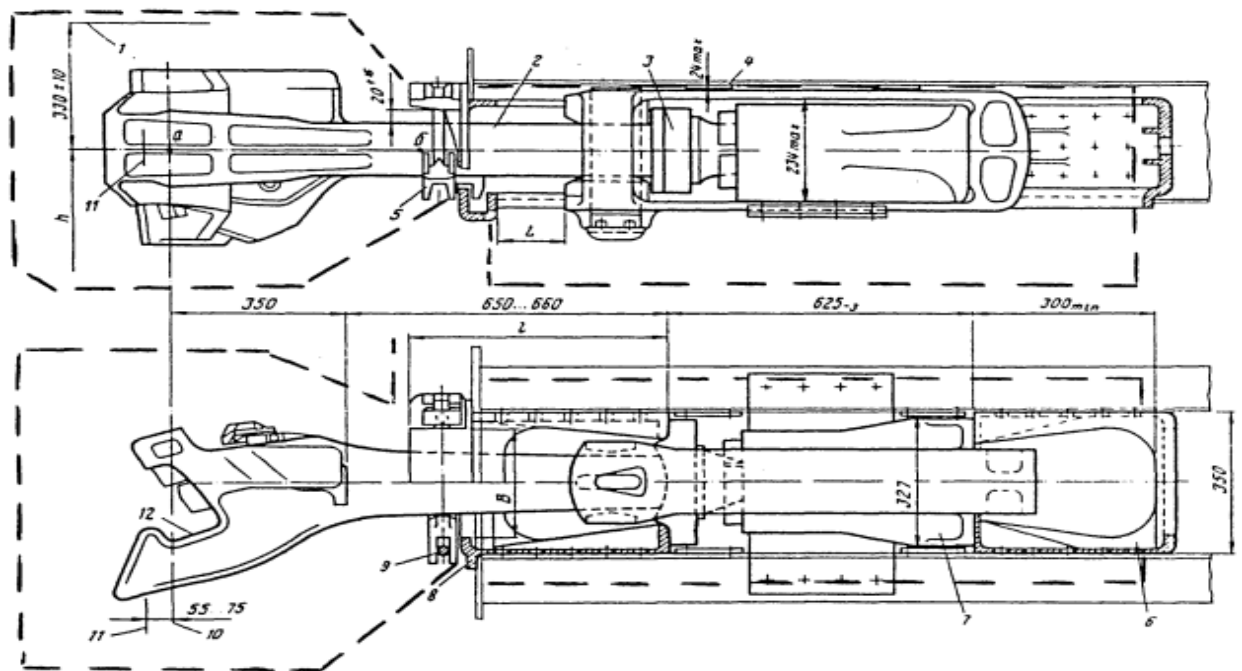


Рис. 3.6. Схема встановлення автозчіпки СА-3 на вагоні:

----- передбачуваний контур габариту ходових частин

Під час побудови цього контуру передбачалося, що головка автозчеплення під час стискальних і розтягувальних зусиль переміщається по

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

горизонталі та у вертикальній площині, утворюючи складну фігуру, всередину якої не повинен потрапляти жоден елемент інших частин вагона. Розчіпний привід і центрувальний механізм автозчеплення, розташовуючись на торцевому брусі, також мають перебувати в певному габариті, який забезпечує їхню безвідмовну роботу під час центрування і розчеплення автозчеплення шляхом повороту розчіпного важеля або іншого приводу. У кінцевій частині рами розташовується упряжний механізм автозчеплення, який займає певний об'єм між швелерами хребтової балки, але до габаритної рамки має бути включений і вільний простір під поглинаючим апаратом, для можливості монтажу, демонтажу, контролю та обслуговування цього пристрою. Це своєю чергою вносить певні габаритні обмеження на конструктивну схему ходових частин, розташування елементів гальмівного обладнання та інших комунікацій, а також міжвагонних зв'язків.

Для забезпечення проходу вагонів без саморозчеплення сортувальною гіркою або апарельним з'їздом порома потрібно виконати умову:

$$\Delta y_{max} \leq \Delta h_{don} - \Delta h_H \quad (3.14)$$

де Δy_{max} – максимальна величина вертикального зміщення автозчеплень під час проходження зчепом вагонів перелому профілю гірки; Δh_{don} – допустима за умовами зчеплення різниця рівнів автозчепів (для автозчіпки типу СА-3 $\Delta h_{don} = 180$ мм); Δh_H – допустима за ПТЕ початкова різниця рівнів осей автозчіпок, що допускається ($\Delta h_H = 100$ мм).

Величина Δy_{max} при проході гірки визначається за формулою:

$$\Delta y_{max} = A + n(B + C \cdot n + D \cdot 2l) + \frac{n}{2l}(E + F \cdot n) + G \cdot n^2, \quad (3.15)$$

де $2l$ – база вагона, м; n – довжина консолі вагона до осі зчеплення, м.

Коефіцієнти A, B, C, D, E, F, G наведено в табл. 3.1.

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1

Величина лінійного розміру вагона	Осність	Значення коефіцієнтів						
		A	B	C	D	E	F	G
До 11,8	4	-1,7	0	2	2	0	0	0
	6	-4,0						
11,8-14,7	4	-1,8	13,5	0,8	1,4	-80,4	13,5	-0,6
	6	-4,4						
	8	-7,5						
Більше 14,6	4	-3,1	58,2	-2	0	-429	58,2	-2,0
	6	-6,0						
	8	-9,8						

У наведеній таблиці враховується гірка з переломом 55 ‰ між площинами насувної і спускної частин, сполученими вертикальною кривою радіусом 250 м.

Величина Δy_{max} під час проходу з'їзду з довжиною моста, більшою за довжину вагона по осях зчеплення, визначається за формулою:

$$\Delta y_{max} = in - \left(i + \frac{n}{2l} \right) \frac{il_T}{2}, \quad (3.16)$$

де i – перелом профілю, ‰.

Має бути також перевірена габаритність вагона по нижній частині при проході горба на переломі профілю гірки або апарелі.

Під час організації міжнародних перевезень слід враховувати додаткові обмеження, що накладаються на параметри зчіпних пристроїв.

Так, висота поздовжньої осі автозчеплення над голівками рейок не має бути більше 890 мм або у порожніх вагонів менш як 835 мм, а у навантажених вагонів - менш як 815 мм. Різниця за висотою між поздовжніми осями автозчеплень з обох кінців одного вагона не повинна бути більше 35 мм. Різниця за висотою між поздовжніми осями зчеплених автозчеплень не повинна бути більше 75 мм. Відстань між великим і малим зубом автозчеплення в закритому положенні має бути не більше 130 мм, а у відкритому положенні не більше 245 мм [37].

У вагонів залізниць колії 1520 мм висота поздовжньої осі автозчеплення над голівками рейок має бути не менш як 950 мм і не більш як 1080 мм, а різниця за висотою між поздовжніми осями зчеплених автозчеплень має бути не більш як 100 мм.

Рівень автозчіпного пристрою вагонів загального призначення доріг США, Канади, Мексики (країни ААР) становить за номіналом 876,3 мм, що на 184 мм нижче, ніж у рухомого складу країн СНД. У вузькоспеціалізованих вагонів висота автозчіпки ще менша.

На залізницях Європи висота положення зчіпних пристроїв від головки рейок становить - 1040 мм (за номіналом), що на 40 мм менше, ніж на дорогах країн СНД.

Особливі габаритні обмеження накладаються на зчіпний пристрій із гвинтовою стяжкою. Вагони з гвинтовою стяжкою повинні мати вільний простір між буферною тарілкою і бічною поверхнею гвинтової стяжки не менше 400 мм. Вільний простір у поздовжньому напрямку від ударної поверхні повністю висунутого буфера та буферного бруса має бути не менше ніж 300 мм, а лобова стіна вагона в проміжку між буферами гвинтової стяжки на висоті 2000 мм від голівки рейки не повинна мати жодних предметів, що виступають. Висота осі буферів від головки рейки має бути не більше 1065 мм і не менше 940 мм. Відстань між буферами (від центру до центру) має бути не більше 1760 мм і не менше 1740 мм. Діаметр буферних тарілок має бути не менше 370 мм.

Важливою підсистемою вагонів, що забезпечує регулювання швидкості та безпеку руху, є його гальмівне обладнання. Аналіз технічної інформації засвідчив, що гальмівне обладнання рухомого складу зазвичай містить такі блоки: виконавчий механізм; силовий привід; керуючу систему і систему комунікацій.

Виконавчий механізм гальмівного обладнання вагонів може бути виконаний у вигляді: колісно-колодкового механізму, з одностороннім або

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

двостороннім натисканням гальмівних колодок; диско-накладкової підсистеми або магніторейкового гальма.

Силовий привід гальмівної системи вантажних вагонів зазвичай виконується у вигляді гальмівного циліндра (кількох гальмівних циліндрів) з важільною передачею і регулятором важільної передачі.

Керувальна система охоплює повітророзподільник, авторежим і, іноді, швидкісний регулятор натискання і протигальмівний пристрій.

Система комунікацій являє собою набір трубопроводів, електрокабелів, кранів, сполучних рукавів, випускних клапанів, перемикачів та інших допоміжних елементів.

Аналіз генезису гальмівного обладнання вантажних вагонів [18], дав змогу встановити, що в Росії, країнах СНД і на деяких дорогах інших країн застосовують гальмівне обладнання МТЗ із повітророзподільниками № 270-005 і № 483.

Вантажні вагони країн Європи та деяких інших країн обладнані гальмівним обладнанням за стандартами МЖДС, зокрема, з використанням повітророзподільників типу КЕ. Вантажні вагони США, Канади та багатьох інших країн обладнані гальмівним обладнанням за стандартами США, зокрема, з використанням повітророзподільників АВ і АС, а також іншого специфічного обладнання, часто невзаємозамінного з таким самим обладнанням гальм країн Європи та СНД. [12].

Для розроблення варіантів подолання виниклих протиріч у сумісності гальмівних систем важливе значення має оцінка їхніх габаритних і структурних обмежень. Для цього гальмівне обладнання було розділено на дві підсистеми: навісне і підвісне гальмівне обладнання.

Під навісним гальмівним обладнанням, у цій роботі, розуміють елементи гальмівного обладнання розташовані (навішені) на візку (ходових частинах), а під підвісним обладнанням розуміють елементи гальмівного обладнання, встановлені (підвішені) на рамі вагона.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 3.7 наведено схему навісного гальмівного обладнання, встановленого на серійному візку 18-100. Воно складається з: триангелів із гальмівними черевиками та колодками; гальмівних підвісок із валиками; системи важелів, розпірок і тяг, та інших елементів.

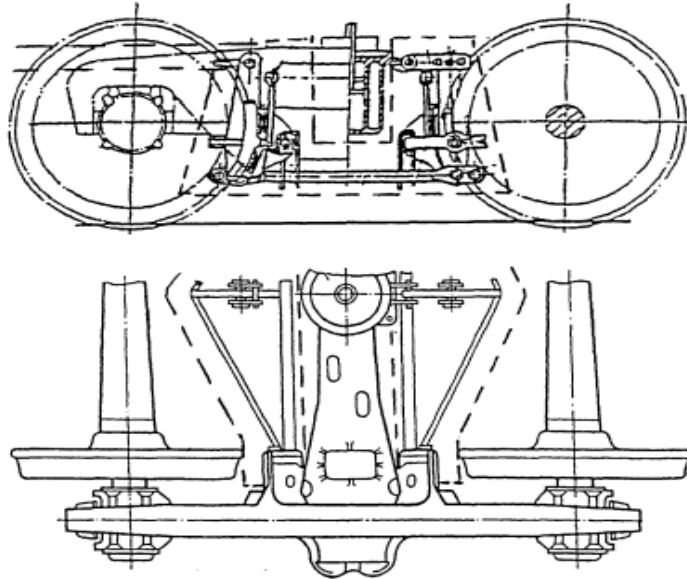


Рис. 3.7. Схеми візка 18-100 з навісним гальмівним обладнанням

----- передбачуваний габарит елементів гальмівного обладнання

Аналіз схеми навісного гальмівного обладнання виявив такі обмеження.

Більшість елементів гальмівного обладнання взаємодіють з елементами візка, тобто відбувається взаємодія всередині габаритних обмежень. Елементи гальмівного обладнання під час функціонування і за відпущених гальм здійснюють зсуви і коливання у вертикальній і горизонтальній площинах, а також кутові повороти. Збільшення параметрів цих зсувів понад нормативні значення часто призводить до зіткнення, зокрема, важелів з осями колісних пар, що загрожує безпеці руху, а також може призвести до відмов і падіння деталей на колію [40].

Усе це підкреслює актуальність введення нової характеристики - габариту гальмівного обладнання рухомого складу. При цьому розроблено таке визначення габариту гальмівного обладнання [18].

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		48

Під габаритом навісного і підвісного гальмівного обладнання рухомого складу мається на увазі простір, обмежений низкою умовних контурів у вигляді набору паралелепіпедів або складніших фігур, розташованих у конструктивній схемі ходових частин і рами екіпажу, в яких, не виходячи назовні, повинні вміщатися елементи гальмівного обладнання в разі найсприятливішого їхнього розташування на візку та рамі екіпажу, з урахуванням найбільших нормованих вертикальних, горизонтальних і кутових зсувів елементів як у порожньому, так і в навантаженому стані.

Передбачуваний контур габариту навісного гальмівного обладнання візка 18-100 наведено на рис. 2.10.

Під час побудови цього контуру враховувалося, що під час гальмування вагона зміщується горизонтальна гальмівна тяга, яка приводить у дію вертикальні важелі гальмівної важільної передачі, а під час взаємодії з розпіркою вони горизонтально зміщують тріангелі з гальмівними черевиками і колодками, притискаючи останні до коліс. Крім того, важільна передача може здійснювати горизонтальні та вертикальні коливання, особливо при відпущеному гальмі. Тому ефективна робота гальмівного обладнання може відбуватися тільки в тому разі, якщо є вільний простір для значних переміщень її елементів. Розрахунки контуру габариту гальмівного обладнання повинні проводитися з урахуванням нормованого стану всіх його елементів і можливості вільного доступу для контролю і зміни зношуваних частин.

Сформульований вище підхід до габаритних обмежень гальмівного обладнання було застосовано під час аналізу інших найпоширеніших схем гальмівного обладнання вагонів різних країн світу [12].

Підвісне гальмівне обладнання, як зазначалося вище, встановлюється на елементи рами вагона. На рис. 3.8 наведено схему такого обладнання, встановленого на вантажному вагоні країн СНД.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

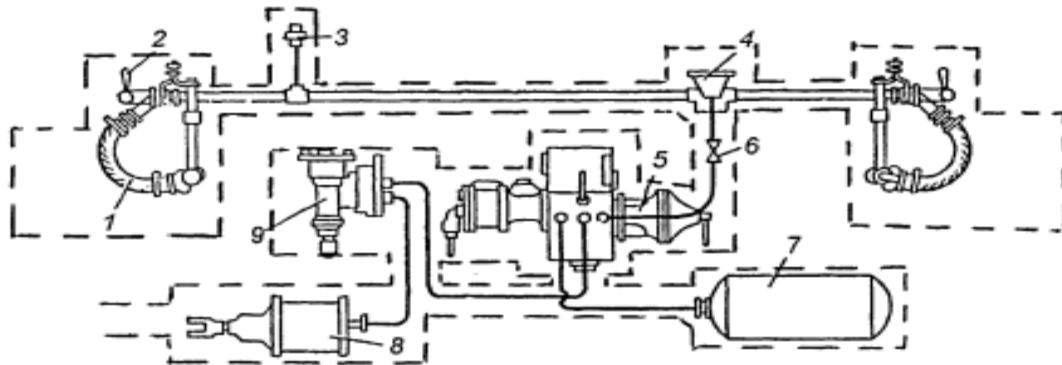


Рис. 3.8. Схема гальмівного обладнання вантажного вагона з авторежимом

1 - з'єднувальний рукав; 2 - кінцевий кран № 190; 3 - стоп-кран № 163 (на вагонах із гальмівною площадкою); 4 - кронштейн-пилоуловлювач № 573 (або № 321-000); 5 - повітророзподільник № 483; 6 - роз'єднувальний кран № 372; 7 - запасний резервуар 78 л; 8 - гальмівний циліндр № 188Б або 519А; 9 - вантажний авторежим № 265-002;

- - - - - передбачувані габарити елементів гальмівного обладнання

Згідно зі схемою, з'єднувальні рукави 7 і кінцеві крани 2 розміщуються на кінцевих частинах рами вагона, вантажний авторежим 9 над візком, гальмівна магістраль уздовж усієї рами вагона, а решта обладнання в середньому перерізі рами вагона. Причому, гальмівний циліндр з'єднується з системою важільної передачі та регулятором важільної передачі. Під час гальмування і відпуску елементи важільної передачі і шток гальмівного циліндра переміщаються в горизонтальній площині, займаючи додаткові обсяги. Необхідно враховувати, що у більшості вантажних вагонів у цій же нижній частині рами зазвичай розташовуються вивантажувальні пристрої з рухомими елементами. Тому необхідно чітко узгоджувати габарити елементів рами, гальмівного обладнання та вивантажувальних пристроїв. Усе це призводить до того, що передбачуваний контур габариту підвісного гальмівного обладнання має вигляд суміщених складних фігур і займає значний об'єм підвагонного простору (рис. 2.11).

На відміну від європейських вагонів, підвісне гальмівне обладнання вагонів доріг США і Канади має: збільшений діаметр гальмівної магістралі,

двокамерні запасний резервуар і гальмівний циліндр, іншу систему трубопроводів тощо. [12].

3.2 Дослідження варіантів адаптації вагонів до конкретних маршрутів міжнародного транспортування вантажів

Раніше встановлено, що габаритно-структурні обмеження, які перешкоджають сумісності конструктивних схем кузовів, ходових частин, зчіпного, гальмового устаткування та інших елементів рухомого складу різних країн, дають змогу перейти до етапу пошуку (генерації) найефективніших рішень з пристосування транспортних одиниць до конкретних маршрутів міжнародних перевезень ВУР.

У цій роботі досліджується методика генерації варіантів модернізації основних вузлів вантажних вагонів, яка дає змогу вирішити деякі аспекти проблеми сумісності вагонів.

В основу методики дослідження варіантів адаптації вагонів до міжнародних перевезень було покладено метод морфологічного аналізу [27], що дає змогу впорядкованим способом домагатися систематизованого аналізу всіх можливих рішень поставленої задачі. Методика була такою: генерація нової інформації заснована на системному підході до аналізу конструктивних схем вагонів. Методика дослідження варіантів адаптації вагонів до тих чи інших умов перевезення ВУР включає п'ять етапів: 1) точне формулювання задачі, що підлягає розв'язанню; 2) складання таблиці всіх характеристик і параметрів, від яких залежить розв'язання цієї задачі; 3) розкриття можливих варіантів (альтернатив) морфологічних ознак і складання морфологічної матриці можливих варіантів розв'язання технічної суперечності; 4) оцінювання функціональної значущості варіантів рішень, які генеруються; 5) вибір найбільш раціональних конкретних рішень.

Відповідно до вимог системного підходу під час ситуаційної адаптації вагон розглядають як цілісну систему, що складається з вузлів,

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

взаємопов'язаних елементів, і, водночас, кожен екіпаж є частиною надсистеми, що складається із взаємопов'язаних систем. Отже, вантажонесучий вагон (W_{SAW}) уявляли у вигляді сукупності укрупнених компонентів, принципово необхідних для існування і функціонування досліджуваної або створюваної системи.

$$W_{\text{SAW}} = f[z, \text{STR}, \text{TECH}, \text{COND}], \quad (3.17)$$

де $z = \{z\}$ – сукупність або структура цілей; $\text{STR} = \{\text{STR}_{\text{np}}, \text{STR}_{\text{opr}}, \dots\}$ – сукупність структур, що реалізують цілі (STR_{np} – виробнича; STR_{opr} – організаційна тощо.); $\text{TECH} = \{\text{meth}, \text{means}, \text{alg}, \dots\}$ – сукупність технологій (meth – методи; means – засоби; alg – алгоритми тощо.), що реалізують систему; $\text{COND} = \{\varphi_{\text{ex}}, \varphi_{\text{in}}\}$ – умови існування системи, тобто чинники, що впливають на її створення і функціонування (φ_{ex} – зовнішні; φ_{in} – внутрішні).

На основі цього концептуального підходу складаються морфологічні матриці можливих варіантів модернізації кузовів, рам, ходових частин, зчіпного, гальмівного обладнання, систем кріплення ВУР і вдосконалення інших елементів транспортних екіпажів.

На основі проведення подальших техніко-економічних досліджень робиться вибір декількох найбільш раціональних варіантів модернізації наявного рухомого складу, залежно від пропонованого освоєння тих чи інших маршрутів транспортування ВУР. Однак, зміна попиту робить недоцільним створення однотипного рухомого складу, хоча в інтересах підприємства, яке постачає вагони для перевезення, задовольнити всі замовлення. Тому виникає актуальна проблема зі створення гнучких методів організації робіт транспортних кампаній, які зможуть швидко відреагувати на попит, що виник. Вирішення цього завдання в умовах конкуренції найефективніше досягається логістичною організацією виробництва транспортних послуг за умови швидкої модернізації рухомого складу.

Для задоволення цих вимог транспортного ринку перевізні компанії повинні освоїти методи проведення швидкої і не дорогої модернізації вагонів.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У зв'язку з цим було сформовано та апробовано алгоритм процесу переобладнання вагонів, з метою пристосування їх для перевезення тих чи інших вантажів. Блок-схема алгоритму наведено на рис. 3.9.

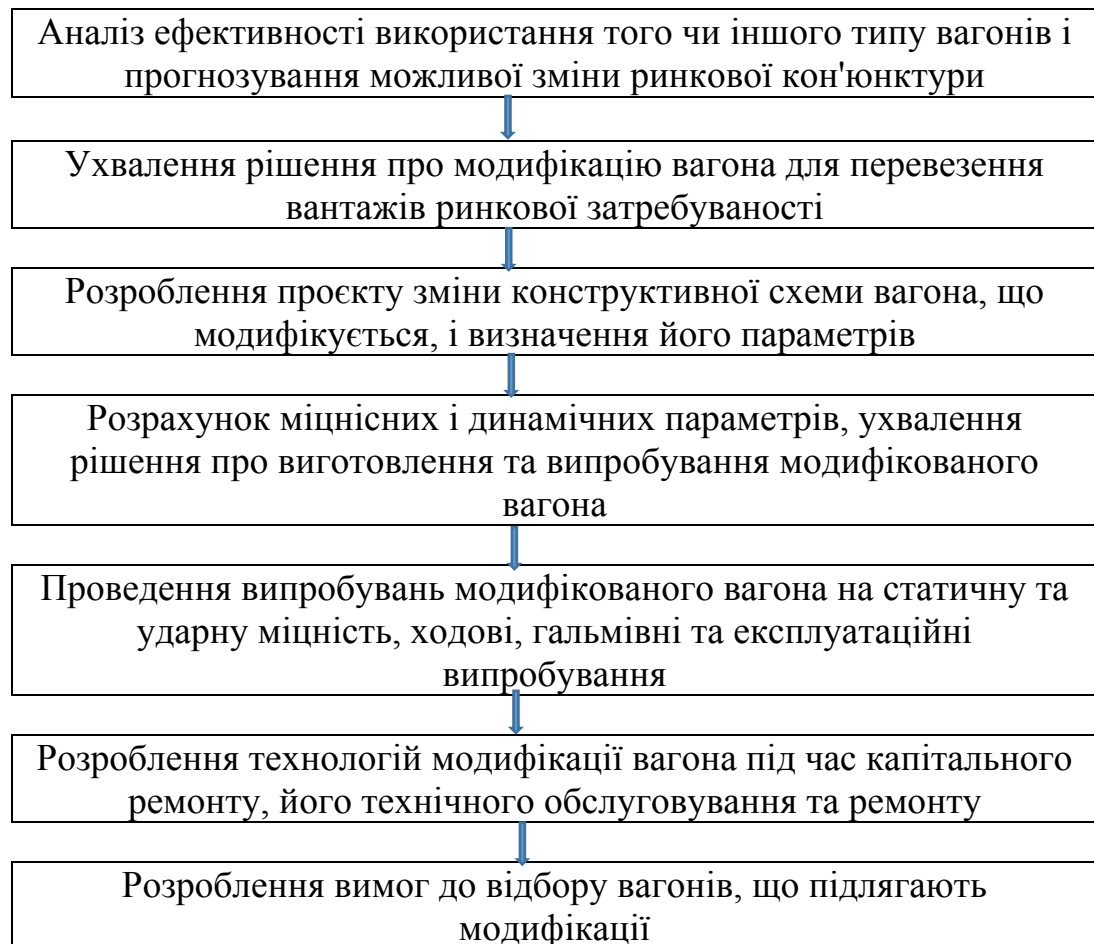


Рис. 3.9. Блок-схема модифікації вагонів

Алгоритм складається з декількох етапів. Спочатку аналізується ефективність використання певних типів вагонів у транспортній компанії для виявлення менш прибуткових вагонів. Аналіз охоплює виявлення причин, через які вагони є нерентабельними, вивчення ринкової ситуації та можливості придбання вагонів. Другий етап полягає в обґрунтуванні рішень щодо переобладнання вагонів для вантажних перевезень, на які існує ринковий попит, та оцінці економічних вигод від використання переобладнаних вагонів. Якщо результати техніко-економічних розрахунків переобладнання вагона сприятливі, це є сигналом для переходу до третього етапу, тобто розроблення проєкту - зміни конструктивної схеми переобладнаного вагона і визначення

його параметрів. На четвертому етапі проводять перевірочні розрахунки міцнісних і динамічних параметрів і визначають порядок виготовлення та випробування модифікованого вагона. На п'ятому етапі вдосконалений вагон піддається випробуванням на статичну міцність, ударним випробуванням, ходовим, гальмівним і їздовим випробуванням.

За позитивних результатів цих випробувань можна розпочинати технічну підготовку експлуатації вдосконаленого вагона (етап 6). Одночасно розробляються методи переобладнання, капітального ремонту, технічного обслуговування і ремонту вагонів. Нарешті, розроблено вимоги до вибору технічного стану вагонів, щоб можна було рекомендувати модифікації при економічно виправданих витратах..

2.3 Особливості зносу суцільнокатаних коліс візків вантажних вагонів

Було проаналізовано технічний стан піввагонного рухомого складу в Україні з метою виявлення основних причин прискореного нерівномірного зносу колісних осей вантажних вагонів.

Аналіз технічного стану цих транспортних засобів показав, що в середньому піввагон позапланово відчіплюється більше трьох разів на рік, що призводить до значних економічних втрат.

Також було встановлено, що основними причинами відчеплення під час ремонту піввагонів є кузов вагона (33%), колісна пара (33%), руйнування конструктивних елементів (21%) та інші несправності (Рисунок 3.10).

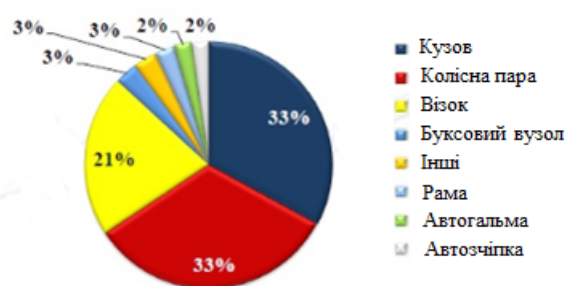


Рис. 3.10 Аналіз відчеплень вагонів від поїздів

Аналіз технічного стану прийнятих у ремонт мотогондольних автомобілів показав, що 80% візків цих автомобілів мають сильно зношені шарніри

підвіски бічних рам і буксових вузлів На рис. 3.11 показано характерний вигляд шарнірів підвіски з конічними поверхнями. Конічна поверхня зносу перешкоджає самоустановці колісної пари і перевантажує підшипники осі.

Знос щелепного отвору бічної рами



Знос верхньої частини корпусу букс



Рис. 3.11. Загальний вигляд зносів консольної частини бічної рами і корпусу букси

На консольних частинах бокової рами візка 18-100 є локальний знос, який може сприяти перекиданню колісної пари.

Це концентроване нерівномірне зношування в місці з'єднання бічної рами візка з буксовим вузлом поставило завдання більш детально дослідити роботу візка 18-100 на піввагонах і розробити заходи для підвищення надійності візка та зниження кількості годин технічного обслуговування і ремонту візка.

Дослідження [22] показали, що дві основні схеми "a" і "b" (рис. 3.12) можуть виникнути під час встановлення неспіввісності колісної пари в отвір під осьовий підшипник бічної рами.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		55

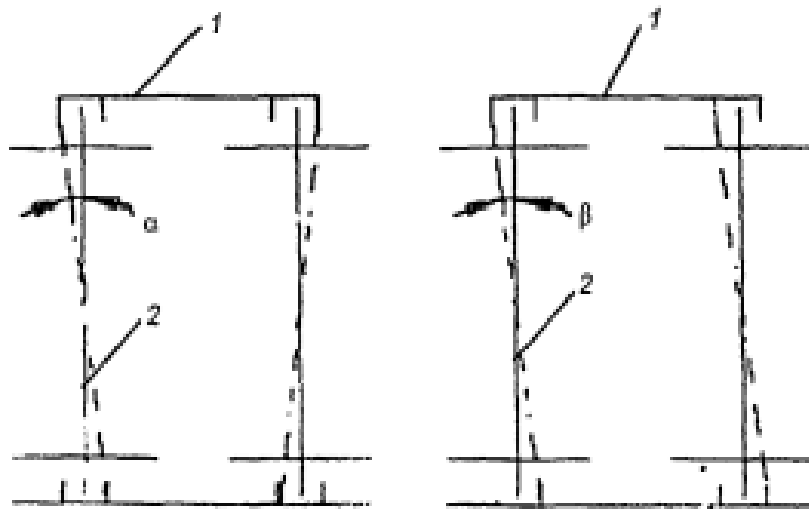


Рис. 3.12. Схеми встановлення колісних пар у буксових отворах бічних рам:
1 - бічна рама; 2 - колісна пара; а - у різні боки; б - в один бік.

У схемі "а" колеса розташовані так, що вони рознесені з одного боку і притиснуті один до одного з іншого. У цій системі зміщення колісної пари щодо бічних рам має найбільший вплив на підрізання колісної пари (гострі кути кочення). Так, за зміщення колісного блоку ($a=5$) максимально допустимий підріз на верхній частині колісної пари було виявлено після 35 000 км. Зменшення кута перекоосу колісних пар за схемою "а" знижує темп нерівномірного зносу, однак треба прагнути, щоб $a < 0,5$, тобто щоб реалізовувався варіант паралельності колісних пар (рис. 3.13).

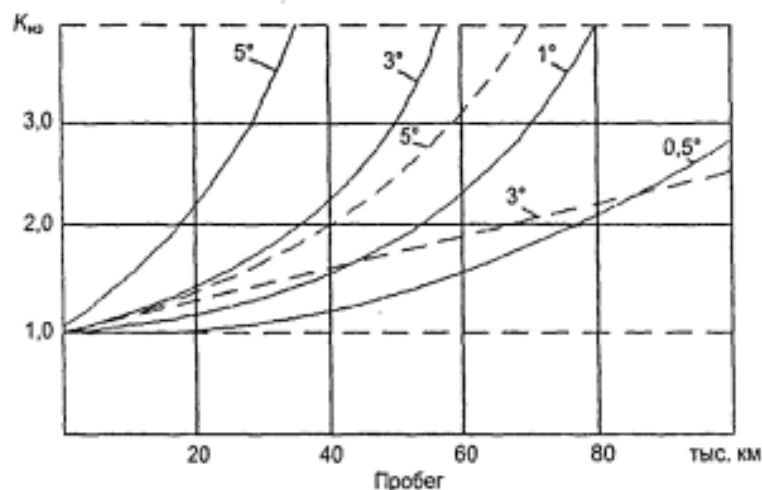


Рис. 3.13 Залежність зносу колісних пар за різних схем установки і кутів перекоосу від пробігу вагона

При використанні методу "b" переко́с осі колеса не є фатальним, але великий кут переко́су значно скорочує термін служби осі колеса, так що вона перестає бути працездатною. Зокрема, при $\alpha = 5$ граничне значення підрізу колеса досягається після 70 000 км експлуатації.

Кут кріплення надресорної балки відносно бічної рами (рис. 3.14) також негативно впливає на нерівномірне зношування фрикційних клинів, колісних пар, корпусів букс та ресорного підвішування.

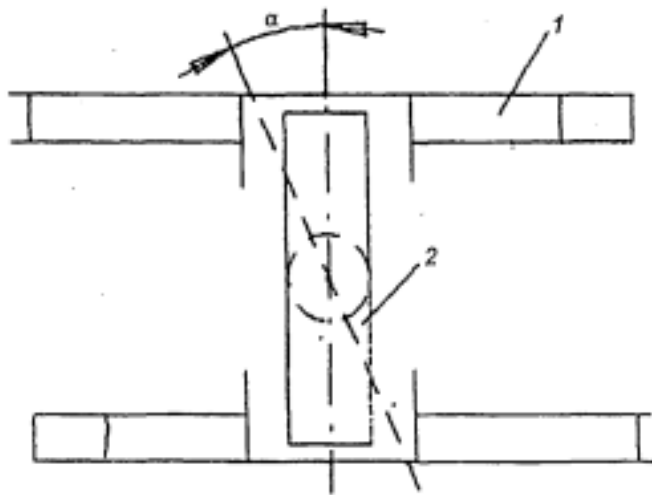


Рис. 3.14. Схема кутового встановлення надресорної балки щодо бічних рам (обгін бічних рам)

1 – бокова рама; 2 – надресорна балка

Так, за переко́су надресорної балки відносно бічних рам візка в $\alpha = 5$ граничний стан за підрізом гребенів колісних пар було виявлено після пробігу в 90 тис. км. Зменшення переко́су надресорної балки за рахунок правильного підбору розмірів бічних рам, фрикційних клинів, фрикційних планок і розмірів елементів надресорної балки знижує темп нерівномірного зносу колісних пар та інших елементів візка (рис. 3.15).

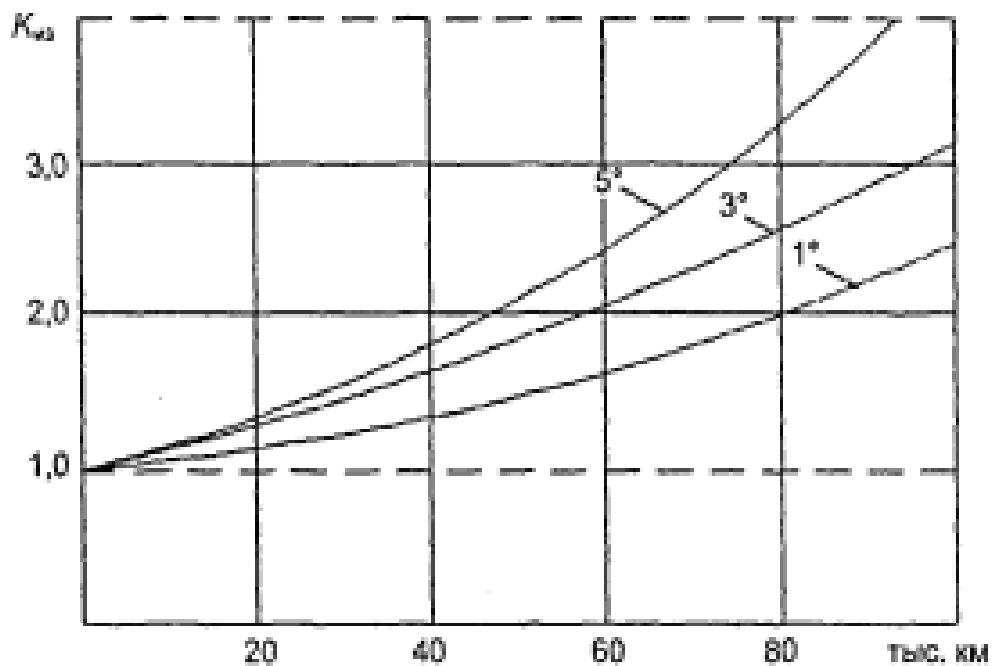


Рис. 3.15. Залежності зносу колісних пар за різних перекосів надресорної балки відносно бічних рам і пробігу вагона

Значний вплив на прискорений знос колісних пар, буксових вузлів і підшипників чинить встановлення бічних рам візків на похилих буксових підшипникових вузлах. (рис. 3.16).

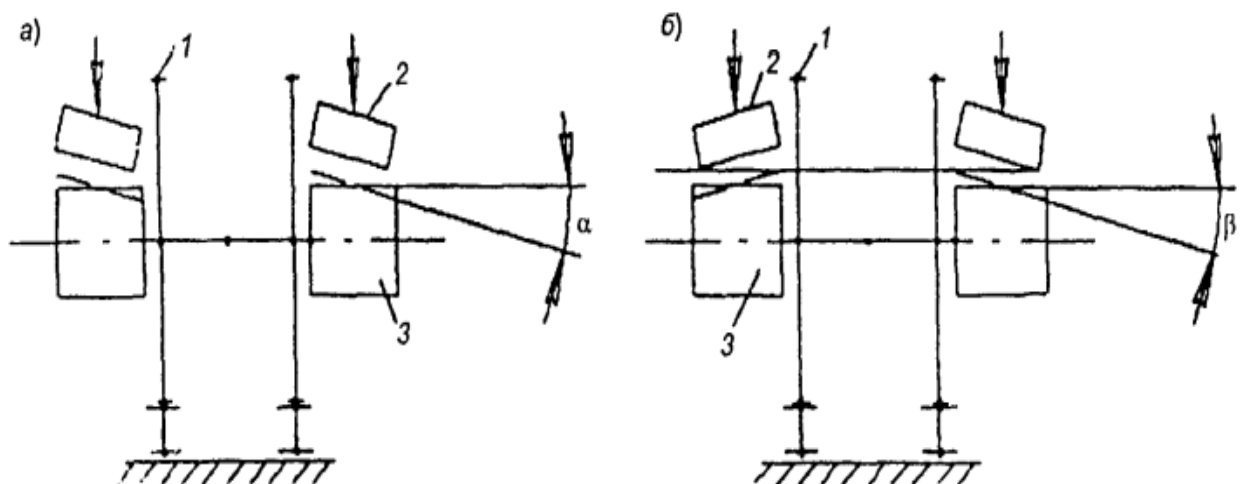


Рис. 3.16. Схеми встановлення бічних рам візка на буксові вузли: а – в один бік; б – у різні боки

1 – колісна пара; 2 – бокова рама; 3 – буксовий вузол
Висновки за розділом 3.

Для цього опорного з'єднання було визначено дві схеми зсуву: одностороння і двостороння ("схема а" і "b"). Випробування показали, що метод "а", за якого бічні навантаження передаються на підшипник колісної пари з одного боку, є найменш сприятливим. Так, за перекосу $\alpha = 5$ було виявлено граничний стан підрізання колісної пари через 45 000 км. Зменшуючи кут перекосу, можна значно зменшити збільшення нерівномірності носової частини колісної пари (рис. 3.17). Інший метод зміщення (метод b) чинить незначний вплив на спрацьовування колісних пар, але значно збільшує ймовірність пошкодження підшипників колісних пар..

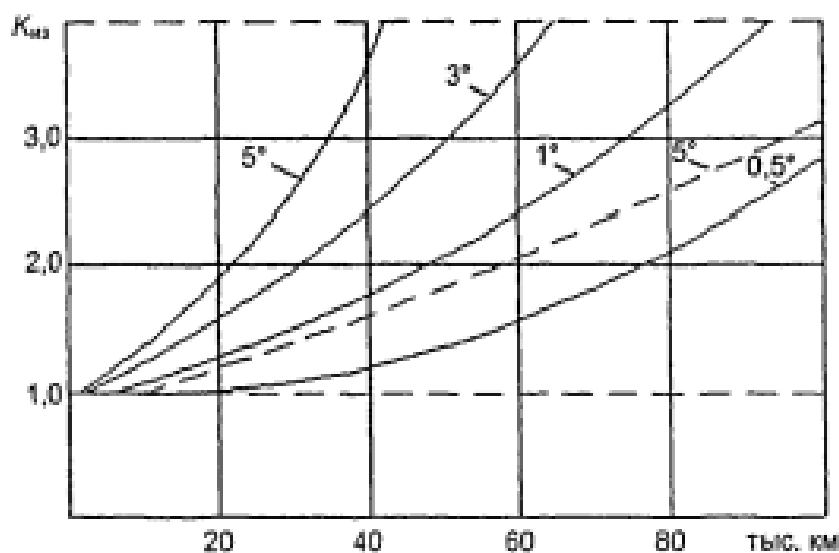


Рис. 3.17. Залежності зносу колісних пар за різних схем установа і кутів перекосу в з'єднанні бічна рама - буксовий вузол від пробігу вагона

Було проведено дослідження з адаптації систем технічного обслуговування вагонів до міжнародних вантажних перевезень..

4 УДОСКОНАЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАГОНІВ У МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

4.1 Характеристика режиму технічного обслуговування вагонів у міжнародному сполученні

Одним із найважливіших завдань в організації міжнародних вантажних перевезень є застосування раціональної системи обслуговування, яка, крім іншого, дає змогу проводити необхідне технічне обслуговування (ТО) і ремонт (ТР) з мінімальними витратами коштів, часу та робочої сили.

Форма організації виробничого процесу ТО і ремонту вантажних вагонів, зокрема технологія, яка є основним компонентом організації, пов'язана з особливостями структури вантажних вагонів як об'єктів експлуатації та умовами їхнього використання (вид вантажів, які перевозяться, порядок навантаження і вивантаження, стан колії, особливості роботи сортувальної станції, швидкість руху, вага поїзда тощо) [16].

Крім того, технічне обслуговування вагонів у міжнародному вантажному сполученні зазвичай пов'язане з труднощами, тому що кожна країна застосовує свої правила транспортної безпеки і обслуговує та ремонтує зношені частини рухомого складу за своєю технологією [39]. Крім того, в окремих країнах не існує єдиних запасних частин для ремонту вагонів.

У країнах Спільного ринку для розв'язання цього технічного протиріччя залізничні комісії створили тимчасові монопольні об'єднання з правилами розподілу витрат і вигод. Транспортні засоби закріплені за дорогами конкретної країни, належать цій країні і є частиною її основних фондів; транспортні засоби на всіх дорогах є загальними і можуть завантажуватися в будь-якому місці в межах їхніх кордонів і за будь-якою адресою; дороги в кожній договірній країні мають середньодобову норму транспортних засобів (середню кількість транспортних засобів, доступних за день) та сполучені. Принципи спільного використання транспортних засобів полягали в тому, що

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рух транспортних засобів на станціях враховується не тільки на основі даних про час, але й на основі даних про час. Поточний ремонт автомобілів здійснюється дорогою, якій належить автомобіль, а коли потрібен ремонт, автомобіль направляється на дорогу, якій належить автомобіль; технічне обслуговування автомобілів здійснюється дорогою, якій належить автомобіль на момент технічного обслуговування. З одного боку, ця система заохочує дороги в альянсі мінімізувати свій автопарк, тобто завантажувати і розвантажувати транспортні засоби та їздити швидше. В інтересах дороги забезпечити безпеку та технічний стан вагонів, оскільки технічне обслуговування та поточний ремонт наявних транспортних засобів здійснює дорога, якій належать вагони. З іншого боку, такий ексклюзивний пул залізниць призводить до значних труднощів в обслуговуванні рухомого складу, що надходить з інших країн, які не є членами цього пулу.

Крім того, залізничні компанії СНД розробили правила експлуатації вагонів у вигляді угод про спільне використання рухомого складу і контейнерів. Робочою організацією є правління Ради із залізничного транспорту СНД (ЦСЖТ). Двозначні цифрові коди і літерні мнемонічні коди залізниць держав-учасниць Співдружності встановлюються відповідно до рішень Ради із залізничного транспорту держав-учасниць Співдружності. Використання кодів держав-членів Співдружності та восьмизначної системи нумерації вагонів дало змогу вести безперервний машинний облік руху вагонів і вантажів.

Однак багаторічний досвід транспортних компаній показав, що система утримання вагонів у міжнародних вантажних перевезеннях далека від досконалості та потребує значної модернізації. Наприклад, якщо економічний збиток від поломки середнього транспортного засобу під час позапланового технічного обслуговування на дорогах країни-відправника, наприклад, України, рахується за одну нормальну одиницю, то така ж сама поломка на дорогах сусідньої країни обійдеться транспортній компанії у дві нормальні

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одиниці і так далі. Тому, особливо під час міжнародних перевезень, існує нагальна потреба запобігання поломок вагонів шляхом реорганізації їхнього технічного обслуговування та ремонту. Крім того, часто виникають розбіжності між перевізниками під час оформлення відправок з несправною тарою, що призводить до значних затримок у доставці вантажу вантажоодержувачу [3]. Такі вантажі називаються неперевізними і класифікуються таким чином: повністю забраковані вантажі, упаковані в контейнери, які не відповідають вимогам для перевезення тим чи іншим видом транспорту; Частково забраковані вантажі, коли дефект контейнера або пакування зробив частину вантажу неперебезенням; Контейнери або різні ВУР з технічними або комерційними дефектами.

Порушення правил приймання вантажу на станціях, не обладнаних для вивантаження, наприклад, в умовах тропічного клімату, на крайній півночі або у віддалених районах; обрив кріплень на шляху прямування через неодноразове перероблення на сортувальних станціях або в пунктах перевантаження; одностороння зміна вимог до вантажу; переобладнання під той чи інший вид транспорту або стан, серед інших причин неможливості перевезення. Причини різноманітні. Навантаження на такі вантажі постійно зростає, і затримки в доставці становлять до 6% і більше від загального часу перевезення.

Щоб уникнути простою вантажу, який не перевозиться, створюються пункти ремонту тари і контейнерів (ПРК) ПУНТ створюються на перевантажувальних станціях, у зовнішніх портах, на сортувальних станціях тощо. Оскільки ПУНТ зазвичай є частиною станційних вантажних комплексів, то для механізації вантажно-розвантажувальних робіт використовуються технічні засоби. Це автоматичні та електричні виловні навантажувачі з відповідною вантажопідйомністю для критих складів, двокозлові крани з відкритою платформою та інші засоби механізації.

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Такий нераціональний розподіл завдань призводить до того, що за технічним станом рухомого складу слідкують працівники служби технічного обслуговування вагонів і вагоноремонтних майстерень, а за технічним станом кріплення тари і вантажу рухомого складу - працівники служби управління перевезеннями на своїх ПУНТх. Часто ці роботи виконуються роздільно, що призводить до значних економічних втрат для перевезених вантажів. З іншого боку, згідно з Конвенцією 1980 року, міжнародні перевезення повинні здійснюватися компанією, відповідальною за перевезення вантажу, що передбачає централізовану технологію супроводу вантажу від відправника до одержувача. Ця технологія має забезпечувати належний технічний стан вантажних вагонів, не заважаючи роботі конвеєрної системи за методом SAW, і використовувати час стоянки залізничних транспортних засобів під час робіт, пов'язаних із перевезенням. Для реалізації цієї концепції необхідно застосовувати спеціальні методи технічного обслуговування і ремонту.

Основну увагу в цьому розділі було приділено вивченню основних причин недостатньої надійності ходових частин вагонів і розробленню заходів щодо скорочення позапланових відчеплень для поточного ремонту як основного фактора підвищення економічної ефективності міжнародних перевезень у ВУР.

4.2 Покращений контроль технічного стану компонентів візка 18-100

Дослідження переконливо показало, що найбільший вплив на знос колісних пар та інших деталей мають порушення кінематичних і взаємних контактних взаємодій на стиках від 18 до 100 елементів візка.

Це ґрунтується на усуненні недоліків і технічного стану поверхонь взаємодії на стиках бічної рами, коробки, лонжеронів і системи п'яткової підшви. Нижче наведено рекомендації щодо огляду елементів візка 18-100 [20].

Рекомендації з перевірки компонентів бічної рами візка 18-100. Бічна рама візка 18-100 являє собою складну просторову рамну конструкцію і є одним із найважливіших основних опорних елементів візка, на яку покладено

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		63

завдання передачі вертикальних, поздовжніх і бічних навантажень від кузова вагона на колісну вісь і колію. Бічні рами взаємодіють з підшипниками колісних пар, ресорними комплектами і візками через відповідні поверхні, упори і пружні фрикційні зв'язки. (рис. 4.1).

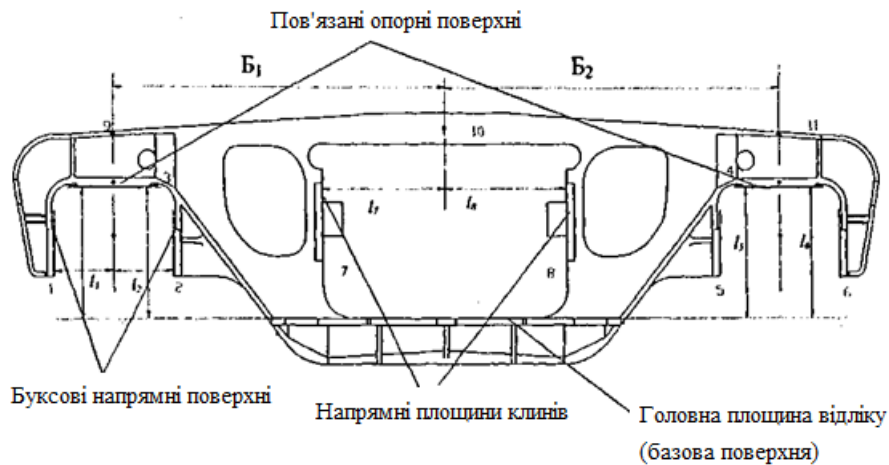


Рис. 4.1. Схема, що показує основні поверхні взаємодії бічної рами візка 18-100.

Згідно з наведеною схемою, бічна рама має такі поверхні, що взаємодіють: основна опорна поверхня (базова поверхня), що є опорною поверхнею для заданого положення пружини, суміжна опорна поверхня, що забезпечує передавання вертикального навантаження на буксовий вузол, спрямовуюча поверхня буксового підшипника, що взаємодіє з бічною поверхнею, а корпус буксового підшипника зупиняє спрямовуючі поверхні для фрикційного клина у вигляді фрикційної стрічки.

Відносне положення і технічний стан цих поверхонь визначають статичні та динамічні навантаження як на сам елемент рами, так і на елементи візка, що взаємодіють із ним. Тому вимірювані параметри такі:

- вертикальний і поперечний знос і паралельність основної опорної площини (базової площини) і прилеглої опорної площини;
- кут нахилу напрямної поверхні клина (зона тертя) по відношенню до опорної площини у вертикальній поперечній площині;

- лінійні розміри відповідно до РД 32 ЦВ052-2002.

Непаралельність опорної поверхні (підшипника колісної пари) відносно основної опорної площини (базової площини) більше ніж 0,5 призводить до вимушеного зсуву та перевантаження підшипника колісної пари і перекосу колісного блоку. Необхідно враховувати, що різні рами мають різну конфігурацію опорних поверхонь колісних пар. Крім того, опорні поверхні часто оснащені прямокутними знімними зносостійкими пластинами, які після перешліфування насуваються на отвір під підшипник осі.

Стан цих підшипникових поверхонь та їхній знос слід враховувати під час вимірювання та подальшого ремонту. Також слід враховувати, що поверхні підшипників взаємодіють щонайменше з трьома різними опорними поверхнями підшипника колісної пари.

Зношування і не перпендикулярність у вертикальній і поперечній площинах буксових напрямних відносно опорної площини істотно впливають на зміщення і зношування букс у буксовому отворі, а також на перевантаження буксових підшипників.

Ненормативні кути нахилу у вертикальній і поперечній площинах фрикційних планок, відносно головної площини відліку, істотно змінюють характеристики пружно-фрикційних зв'язків і демпфування в ресорному комплекті, а також часто спричиняють перекоси надресореної балки.

Вимірювання відносного положення і зносу основних поверхонь бічних рам візків 18-100, які взаємодіють із поверхнями буксових підшипників і блоків тертя, проводять за допомогою спеціального випробувального обладнання та лінійних вимірювальних приладів за ГОСТ 26433.1-89.

Кутові розміри перевіряють транспортиром, а відхилення у вигляді прямих ліній - лінійкою, калібром або шаблоном. Для проведення вимірювань основну базову площину поміщають в отвір пружини бічної рами, а її тримач

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- в отвір підшипника осі та встановлюють калібрувальний пристрій. Автоматично або вручну під час вимірювання довжини визначаються такі величини: - l_1 , l_2 , l_5 , l_6 , B_1 , B_2 , кут та інші параметри.

Рекомендації з контролю елементів корпусу букси візка 18-100.

Корпус букси візка 18-100 являє собою просторову трубчасту конструкцію, забезпечену у верхній частині опорними приливами, а з боків - жорсткими обмежувачами горизонтальних і кутових зсувів колісної пари відносно бічної рами. Взаємодія букси з бічною рамою відбувається через верхні припливи під час передачі вертикальних навантажень, а жорсткими обмежувачами - під час поздовжніх, поперечних і кутових зсувів колісної пари. Взаємодія букси з роликівими підшипниками здійснюється через внутрішні циліндричні поверхні корпусу.

Схему основних взаємодіючих поверхонь корпусу букси візка 18-100 наведено на рис. 4.2.

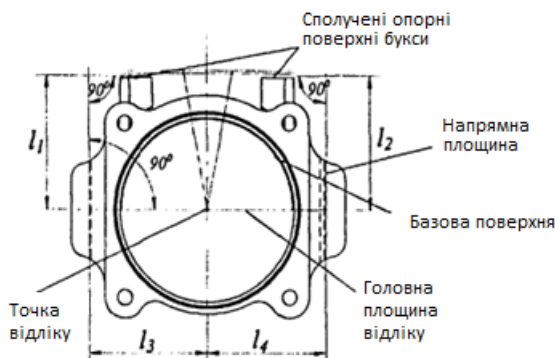


Рис. 4.2. Схема основних поверхонь корпусу букси, що взаємодіють з боковою рамою візка 18-100

Згідно з цією схемою, букс має такі основні поверхні: базова поверхня, яка є внутрішньою циліндричною поверхнею корпусу букса, що взаємодіє з підшипниками; основна опорна поверхня; опорна поверхня сполученого букса; спрямовувальна поверхня [38]. Взаємне розташування і технічні умови цих поверхонь визначають статичні та динамічні навантаження як самого

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		66

буксового вузла, так і взаємодіючих з ним елементів бічної рами, підшипників і колісних пар.

Вимірювані параметри включають:

- знос і вирівнювання суміжних опорних площин букс;
- знос і перпендикулярність напрямних поверхонь до опорної площини букс у вертикальній і поперечній площинах;
- положення суміжних опорних площин букс щодо основної опорної площини.

Розташування опорної площини букс в одній площині є обов'язковою вимогою для стандартизації вертикальних навантажень на корпус букс і підшипники, але при цьому необхідно враховувати відмінності в конструкції цих фланців.

Якщо напрямна поверхня не перпендикулярна до опорної площини підшипника колісної пари, поздовжні сили передаються нерівномірно, що призводить до перевантаження підшипників і локального зносу напрямної поверхні підшипника колісної пари.

Якщо висота опорної площини підшипника осі зчіпки ненормативна по відношенню до основної опорної площини, виникає вертикальний зсув бічних рам, наслідки якого добре відомі. Важливим параметром є рівномірне вирівнювання напрямних площин щодо опорної точки для забезпечення правильного позиціонування блоку коліс у візку.

Також необхідно враховувати відмінності в конструкції та зносі напрямних площин.

Вимірювання взаємного розташування і зносу основних поверхонь підшипника колісної пари 18-100 проводиться за допомогою спеціального випробувального приладу в поєднанні з приладом для вимірювання довжини за ГОСТ 26433.1-89.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Кутові розміри перевіряють кутоміром, штангенциркулем або шаблоном. Для проведення вимірювань випробувальне пристосування встановлюють на опорну поверхню підшипника колісної пари, а його тримач - на вимірювану опорну і напрямну поверхні підшипника колісної пари. Вимірювання можуть проводитися автоматично або вручну, при цьому особливо важливо визначити розміри (l_1, l_2, l_3, l_4), кути та інші параметри.

Рекомендації з контролю елементів надресорної балки візка 18-100.

Балка візка моделі 18-100 являє собою складну трубчасту просторову конструкцію, яка надійно передає поздовжні і поперечні зусилля від п'яти кузова вагона на пружинний комплект у бічній рамі візка. Взаємодія між ригелем і бічною рамою візка відбувається через пружинний комплект і фрикційний клин, а з кузовом вагона - через систему пятник-підпятник і ковзуни. Балка візка взаємодіє з відповідними частинами візка і кузова вагона через опорні поверхні, упори і пружні фрикційні з'єднання (рис. 4.3).

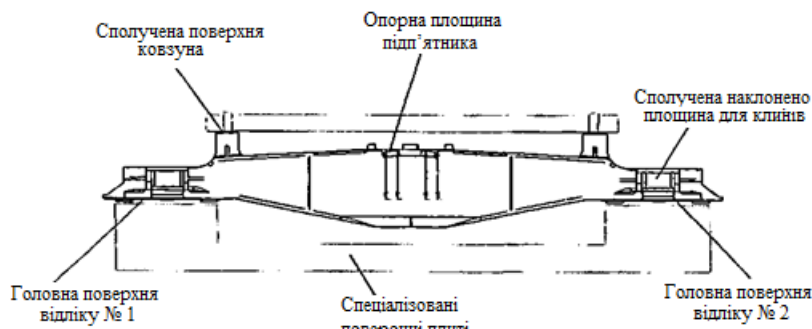


Рис. 4.3. Схема основних взаємодіючих поверхонь надресорної балки візка 18-100

Згідно з наведеною схемою, надресорна балка має такі поверхні, що взаємодіють: головні площини відліку № 1 і № 2 (базові поверхні), що є опорними поверхнями для взаємодії з пружинами ресорних комплектів; опорна площа підп'ятника, яка забезпечує передавання вертикальних, горизонтальних і кутових навантажень від п'яти кузова; сполучені площини ковзунів, які взаємодіють з ковзунами кузова вагона; сполучені похилі площини для клинів, які взаємодіють із фрикційними клинами ресорного підвищення.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		68

Взаємне розташування і технічний стан цих поверхонь формують статичну і динамічну навантаженість як елементів самої надресорної балки, так і складових частин візка і кузова вагона, які взаємодіють із нею.

До числа вимірюваних параметрів належать:

- розташування в одній площині головних площин відліку № 1 і № 2 (базових поверхонь);
- зноси і паралельність у вертикальній і поперечній площинах опорної площини під'ятника і сполучених площин скользунів відносно головних площин відліку № 1 і № 2, причому сполучені площини скользунів мають перебувати в одній площині;
- зноси і кути нахилу похилих площин для клинів, відносно базової поверхні;
- лінійні розміри за ЦВ-052.

Розташування не в одній площині головних площин відліку № 1 і № 2 (базових поверхонь) свідчить про перекоси надресореної балки, що виникли через ті чи інші причини, і така балка не допускається до подальшої експлуатації. За надмірного зносу та непаралельності у вертикальній або поперечній площинах під'ятника відносно базових поверхонь, зазвичай виникає нерівномірний перерозподіл навантажень на ресорні комплекти та сили, що сприяють зміщенню тієї лежки в рейковій колії. Ненормативні кути нахилу похилих поверхонь надресорної балки відносно базової поверхні призводять до змін характеристик демпфірування в ресорному комплекті та зв'язаності бічних рам. При цьому треба враховувати нерівномірність з носів клинкової системи візка моделі 18-100.

Ненормативні лінійні розміри робочої поверхні під'ятника можуть призводити до заклинювання в системі п'ятка-під'ятник або, за великих зазорів, до підвищення динамічної навантаженості цього вузла.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання вимірювань надресорну балку своїми базовими поверхнями встановлюють на горизонтально встановлені спеціалізовані повірочні плити, на яких насамперед проводять контроль правильності розташування і технічного стану самих базових поверхонь, з використанням засобів вимірювання, регламентованих ЦВ052 та інших спеціалізованих засобів. Вимірювання взаємного розташування і зносу основних поверхонь надресорної балки візка 18-100 виконуються за допомогою спеціалізованого вимірювального пристрою, із застосуванням кутомірів, калібрів і шаблонів. Для вимірювання повірочний пристрій встановлюється на повірочні плити. За допомогою автоматизованих засобів або ручними засобами лінійних вимірювань визначаються величини відхилень параметрів від нормованих значень.

Рекомендації з управління візками 18-100. Візок 18-100 є складною технічною системою, що має забезпечувати мінімальний опір руху транспортного засобу, стандартизовані показники для безперебійної роботи (динамічне навантаження на колійний шлях, транспортний засіб і вантаж) та певні параметри для надійності, як на прямих, так і на кривих ділянках колії.

Тому параметри вимірювань для візків у зборі 18-100 такі:

- кінематичні параметри взаємодії елементів візка: можливі кутові зсуви колісних пар у горизонтальній площині; поздовжні та кутові зсуви бічних рам несучого корпусу колісної пари; поперечні, поздовжні та кутові зсуви балки підп'ятника;

- характеристики, підвіска: вертикальна, горизонтальна і кутова жорсткість підвіски, вертикальний і горизонтальний коефіцієнти демпфірування за різних навантажень (від тари до брутто), сили пружного тертя, що перешкоджають ходу бічних рам (кутова жорсткість візка);

- опір биттю за стандартних швидкостей руху і навантажень на вагон.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміна кінематичних параметрів взаємодії елементів візка 18-100 призводить до нерівномірного зносу і пошкодження рейок, колісних пар, осей та інших елементів, як показано вище, що різко знижує надійність ходової частини.

Понаднормативні зміни характеристик підвіски візка зазвичай призводять до збільшення динамічного навантаження на колію і транспортний засіб, що може загрожувати безпеці руху поїздів. Значення опору руху, яке є наслідком конструктивних особливостей візка і технічних умов, є найважливішою характеристикою, що безпосередньо впливає на економічність транспортного процесу. Цей параметр візка має бути мінімізований для різних швидкостей руху та завантаження транспортного засобу [35].

Приймальні випробування візка 18-100 повинні проводитися на спеціальному автоматичному стенді, встановленому на віброізолюваному столі. На цьому стенді перевіряються основні розміри елементів візка, вимірюється кінематика елементів візка, що взаємодіють, і статичні властивості ресорного підвишування, визначається базовий опір руху за різних швидкостей і навантажень транспортного засобу. Контрольовані параметри вимірюються за допомогою спеціальних вимірювальних машин, косинців, калібрів і шаблонів.

Можливий варіант спеціального стенда для контролю візка 18-100 показано на рис. 4.4.

Сутність пропонованого стенда полягає в тому, що він виконаний у вигляді прямокутної порожнистої рами 4 з прикріпленими до неї направляючими, на якій встановлено кронштейн 3 з приводом, що забезпечує горизонтальне зворотно-поступальне переміщення кронштейна. Рама також оснащена датчиком 5, що вимірює переміщення пари коліс із буксовим підшипником 2 [18].

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

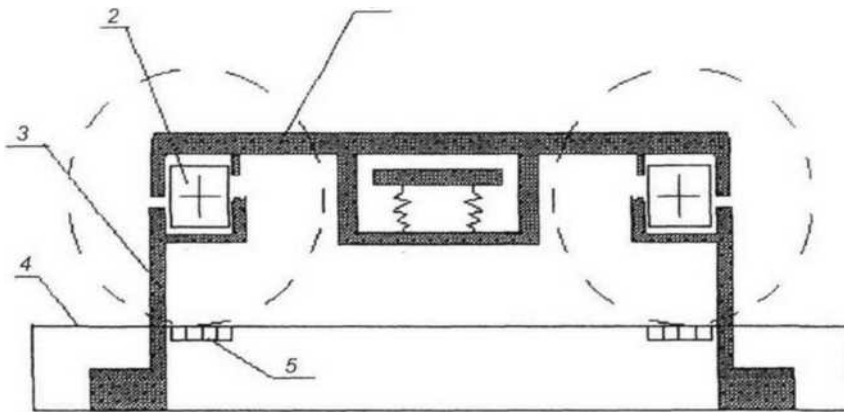


Рис. 4.4. Стенд для перевірки монтажу візка моделі 18-100

1 – рама візка; 2 – буксовий вузол; 3 – вилочний кронштейн; 4 – рама стенда; 5 – датчики

Процедура контролю полягає в такому. Відремонтований візок встановлюють на стенд і фіксують у нормальному положенні в горизонтальній площині бічної рами за допомогою струбцини.

Потім за допомогою вертикального навантажувального пристрою до візка прикладають навантаження 2 т і перевіряють люфт складових з'єднань через блок підшипників. За допомогою горизонтальних повзунів встановлюють колісну пару до гаків у бічній рамі. Виміряють ліву і праву сторони візка в цьому положенні. Як точка відліку використовується геометричний центр кришки букс, який збігається з центром вала колісної пари. Якщо підлога візка нерівна більш ніж на 2,0 мм по обидва боки, регулювання проводиться шляхом встановлення шайб на напрямні поверхні гаків бічних рам. Для цього необхідно опустити візок, підняти бічні рами візка і встановити шайби за допомогою підйомного пристрою вантажного візка.

Під час другої перевірки, після встановлення візка і прикладання вантажу масою 2 т, колісні пари розсуваються за допомогою горизонтальних приводів з одного боку до гаків на бічних рамах, а з іншого боку до напрямних поверхонь на внутрішній рамі. Це готує візок для вимірювання кутового регулювання коліс у двох різних напрямках, розводячи колеса з одного і з

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		72

іншого боку. Ступінь кутового регулювання розраховується шляхом порівняння лівої та правої основ візка.

Потім вісь колеса нахиляється ліворуч або праворуч за допомогою бічного зміщення у двох варіантах. Ступінь кутового регулювання розраховується шляхом зміщення опорної точки кришки підшипника колісної пари відносно опорної точки рами, що стоїть. Кут нахилу колісної пари біля отвору підшипника осі може бути відрегульований до 0,5, якщо підкласти під нього кожух підшипника осі.

На третьому етапі визначається зміщення (горизонтальне і вертикальне) надструни відносно бічних рам шляхом вимірювання лінійних розмірів за ЦВ-052. Нахил надструнної балки усувається підбором повноти фрикційних клинів і розміщенням шайб на похилих площинах балки. Вертикальне зміщення суперструни викликається зношеною нижньою наклейкою, провисанням пружинного комплекту або заниженим (завищеним) розміром фрикційних клинів.

На четвертому етапі спеціальними вимірювальними інструментами перевіряється установка бічних рам візків на опорні поверхні букс.

На п'ятому етапі записується силова діаграма при навантаженні ресорних вузлів візка вертикальним навантажувальним пристроєм до повного навантаження.

При розшифровці силової діаграми визначають жорсткість підвіски і коефіцієнт тертя. При відхиленні експериментальних параметрів від нормативних більш ніж на 10 % вживаються заходи щодо забезпечення відповідності нормативним параметрам шляхом регулювання пружин, регулювання шайб і притирання фрикційних клинів.

Виміряні дані аналізуються комп'ютером за допомогою спеціальної програми і фіксується результат перевірки - чи є збірка нормальною, чи потрібне додаткове регулювання зазорів.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

При використанні описаного станду для перевірки візкового кріплення вантажних вагонів підвищується точність вимірювання контрольованих параметрів, зменшується обсяг робіт, необхідний для проведення контрольної роботи і виключаються помилки суб'єктивного характеру.

Дослідний зразок станду був виготовлений і випробуваний в транспортній компанії "М.С.С." під час ремонту вантажних вагонів в депо.

Випробування дали позитивні результати і його рекомендовано до застосування при ремонті та капітальному ремонті вантажних вагонів.

4.3 Випробування знімних накладок, що регулюють розмірні ланцюги та структурні зв'язки елементів візка 18-100

Як відмічалось раніше, розмірні ланцюги і конструктивні з'єднання елементів візка 18-100 повинні зберігатися в суворо регламентованих межах у процесі ремонту та експлуатації рейкового транспорту. Для цього необхідно передбачити можливість включення в конструкцію візка 18-100 знімних елементів, регулювання замикаючих ланок розмірного ланцюга і збереження кінематики вузлів.

Для регулювання вузла візка 18-100 було розроблено таке обладнання: сучасні (регульовані) ковзуни, фрикційні клинові опори, опори на опорні поверхні корпусу букс і бічної рами, подвійні фрикційні планки та зносостійкі ущільнення на опорній плиті натискної балки (рис. 4.5).

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

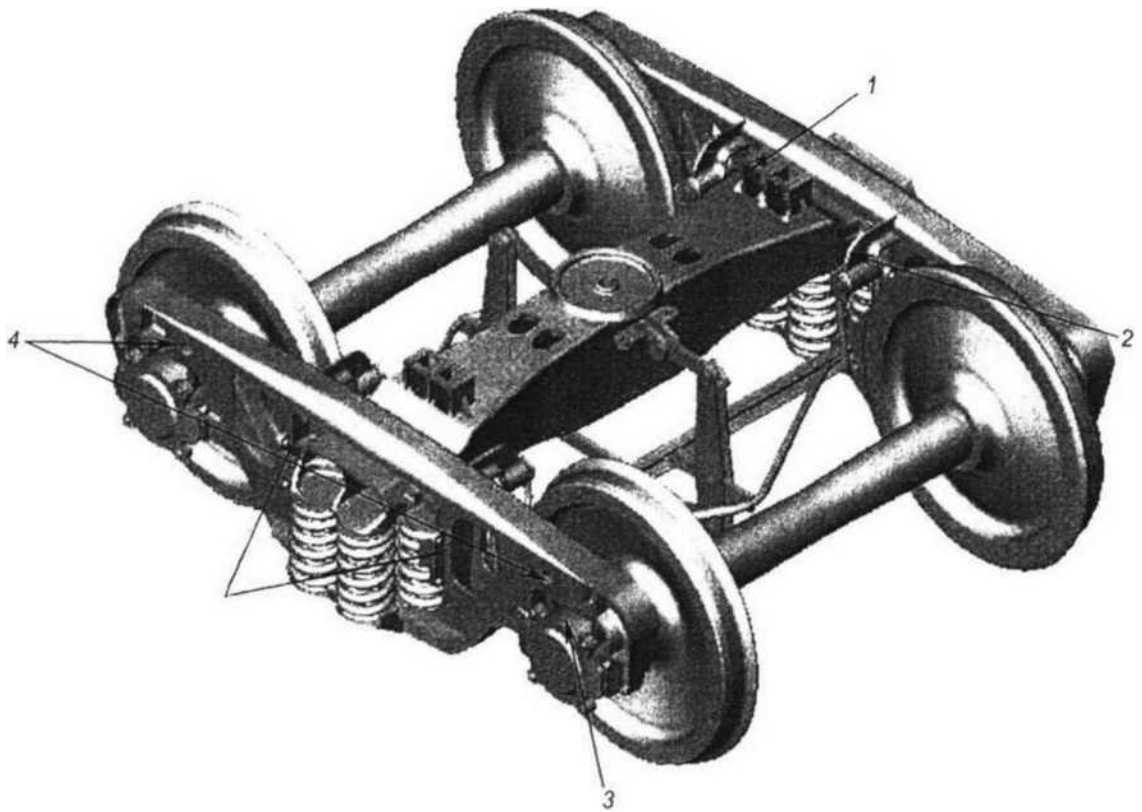


Рис. 4.5. Схема постановки регулювальних елементів у візку 18-100

1 - регульований ковзун; 2 - накладка під фрикційні клини; 3 - накладка на корпус букси; 4 - накладка на опорну поверхню бічної рами; 5 - подвійні фрикційні планки

Багаторічний досвід експлуатації [18] показав, що значна кількість вантажних вагонів відчіплюється в поточний ремонт для регулювання зазорів у скользунах, відсутність яких може загрожувати безпеці руху поїздів. Ця несправність вагона виникає через те, що візок 18-100 обладнано плоскими скользунами, регулювання зазорів у яких можливе тільки після піднімання кузова на домкратах ремонтного пункту. З метою запобігання відчепленням вагонів у поточний ремонт для регулювання зазорів у скользунах було розроблено модернізовану конструкцію скользуна для візка 18-100 вантажного вагона (рис. 4.6).

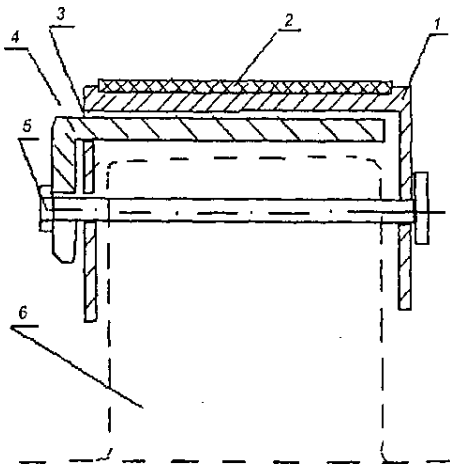


Рис. 4.6. Модернізований скользян візка вантажного вагона

1 - ковпак; 2 - антифрикційна вставка; 3 - виріз у ковпаку; 4 - регулювальна кутова пластина; 5 - стяжний болт; 6 - прилив надресорної балки

Сутність запропонованої конструкції скользяна полягає в тому, що скользян виконаний у вигляді ковпака 1, на верхній поверхні якого кріпиться антифрикційна вставка 2, а бічна поверхня має виріз 3 для встановлення регулювальної кутової пластини 4. Ковпак 1 і регулювальна пластина 4, за допомогою стяжного болта 5, кріпляться до припливу 6 надресорної балки візка.

Працює скользян таким чином. Ковпак 1 ковпака надягається на прилив 6 надресорної балки візка, після чого візок підкочується під вагон. Після виміру зазорів між скользянами на кузові і візку, проводиться регулювання зазорів за рахунок постановки через виріз 3 між ковпаком 1 і приливом 6 кутникової регулювальної пластини 4, відповідної товщини. Потім за допомогою стяжного болта 5 ковпак ковпака скользяна 1, з регулювальною пластиною 5, закріплюється на припливі 6 надресорної балки. Підвищення ефективності роботи скользяна досягається за рахунок наявності антифрикційної вставки 2, що зменшує знос ковпака 1, а також полегшеного регулювання зазорів у скользянах, без підймання кузова вагона.

Випробування скользянів запропонованої конструкції було проведено на вагонах транспортної компанії "М.СБ", які показали позитивні результати. Зокрема, у міжремонтний період за пробігу понад 100 тис. км вагони жодного

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		76

разу не відчіплювалися в позаплановий поточний ремонт для регулювання зазорів у скользунах. Знос пластмасової вставки в скользуні не перевищив 1,0 мм, що не потребувало її зміни аж до деповського ремонту вагонів.

У монографії [19] було показано, що візки моделі 18-100 обладнано роликowymi буксами, корпуси яких, взаємодіючи з елементами бічної рами візка, зношуються і потребують проведення частих і трудомістких ремонтних робіт. Під час ремонту на зношені вертикальні поверхні корпусу букси приварюються прямокутні пластини, які відновлюють початкові розміри корпусу букси.

Експлуатація візків 18-100 з відремонтованими корпусами букс шляхом приварювання пластин виявила низку негативних наслідків пов'язаних як із трудомісткістю рівномірного приварювання пластин, так і частим виникненням деформацій через зварювальні роботи корпусу букси, що різко знижує надійність роботи буксових підшипників. У зв'язку з цим було запропоновано спеціальну регулювальну накладку, яка забезпечує усунення зносу вертикальних поверхонь і підвищення ресурсу корпусів букс візка вантажного вагона (рис. 4.7). Сутність пропозиції полягає в тому, що накладка для вертикальної поверхні корпусу букси виконана у вигляді складно зігнутої пластини, яка містить такі елементи: прямокутну пластину 1 з виступами 2, для навішування на обмежувальні припливи корпусу букси, та відгнуті прямокутні елементи 3 пластини з приварними накладками для регулювання поздовжніх зазорів між буксою та боковою рамою тієї ж рами (див. мал. 4.7). Установлення регулювальної накладки на корпус букси виконується таким чином. Регулювальну накладку 1 встановлюють на вертикальну поверхню корпусу букси таким чином, щоб виступи 2 розташувалися на верхніх і нижніх частинах обмежувальних припливів корпусу букси, а відгінні елементи 3 накладки розташувалися на внутрішніх поверхнях припливів букси. Унаслідок постановки регулювальної накладки змінюються поздовжні та поперечні

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

зазори між корпусом букси та буксовими щелепами бічної рами тієї лежанки, що сприяє поліпшенню ходових якостей вагона.

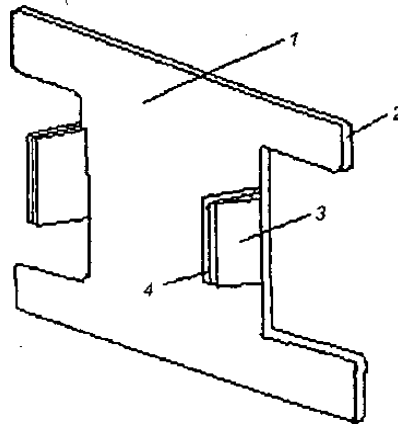


Рис. 4.7. Регулювальна накладка буксового вузла візка вантажного вагона

1 - прямокутна платина; 2 - виступ; 3 - відгинні прямокутні елементи; 4 - приварна регулювальна накладка

Постановка регулювальної накладки усуває зношування вертикальних поверхонь, і підвищує ресурс корпусу букси, а сама накладка виконує роль регулювального елемента підтримання раціональних зазорів між боковою рамою та буксою, а також є "жертвальною" частиною, на якій концентруються всі зношування цього з'єднання. Під час ремонту зношені накладки легко замінюються на нові, внаслідок чого забезпечується регулювання зазорів і оптимальна робота елементів візка.

На конструкцію регулювальної накладки отримано патент на корисну модель. Прокладки було виготовлено та випробувано на вагонах транспортної компанії "СТ", вони показали позитивні результати. Завдяки забезпеченню раціональних зазорів у буксовому з'єднанні та підтримці паралельності колісних пар у візках під час пробігу вагона в 110 тис. км не виникло подрізу гребенів і зносу елементів корпусів букс із цієї причини.

4.4 Дослідження застосування удосконаленого технічного обслуговування ходових частин піввагонів

Під час опису SAW-методу було показано, що принципово новою адресного спеціального технічного обслуговування вагонів є контроль не граничних станів складових частин вагонів, а оцінка темпу наростання зносу. Так, якщо під час звичайного контролю оглядачі визначають тільки граничні стани (бракувальну величину повзуна, підрізу гребеня, нерівномірного прокату тощо), то в даній методиці, окрім звичайної роботи, необхідно виявляти "погані" вагони, в яких, із якихось причин, розпочався прискорений підріз (накат) гребеня, нерівномірне спрацьовування опорних поверхонь букси, фрикційного клина і т. д. Інформативним діагностичним параметром ненормальної роботи, зокрема ходових частин вагона, є показник нерівномірного зносу колеса, що представляє відношення величини зносу гребеня до v величини прокату колеса (Кіз).

Норми зносу для різних регіонів експлуатації вагонів мають бути різними залежно від профілю, стану колії, кліматичних умов та інших чинників. У разі перевищення норм слід перевіряти різниці баз бічних рам, взаємне спрацьовування верхніх полиць буксових прорізів і опорних поверхонь букс, стан роликових підшипників букс, зазори в буксових прорізах, спрацьовування п'ятникового вузла та скользунів та інші параметри. За такими вагонами встановлюється особливий контроль і, поки що без відчеплення вагона в поточний ремонт, робиться спроба встановити і ліквідувати причини нераціонального зносу за допомогою, описаних вище, регульовальних елементів. Причому всі роботи проводяться строго за алгоритмом, наведеним у розділі 2 цієї роботи.

Для проведення експериментів з модернізованими піввагонами було обрано полігон замкнутого маршруту.

Випробування проводилися в рамках звичайної експлуатації цих вагонів. Сутність експерименту полягала в тому, що десять модернізованих

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		79

піввагонів було підготовлено до перевезень за діючими нормами [7], а решта десять напіввагонів піддалися додатковому сервісному обслуговуванню, за методикою SAW-методу. Під час сервісного обслуговування піввагонів особлива увага була сконцентрована на модернізації візків 18-100 шляхом встановлення в буксові вузли регулювальних накладок спеціальних локерів і регульованих скользунів, а якість монтажу візків перевіряли на спеціальному стенді (див. рис. 4.11).

У результаті проведених регулювань з'єднань елементів візків було встановлено такі їхні параметри: зазори в буксовому вузлі між обмежувальними приливами букс і щелепами бічної рами - поздовжні (2,0-5-3,0 мм), поперечні (3,0-5-4,0 мм); заниження фрикційних клинів - 2,0-5-4,0 мм; непаралельність колісних пар у візку - не більш як 0,5; зазори у скельцах - 2,0-5-4,0 мм; неперпендикулярність надресоревої балки відносно бічних рам - не більш як 1,0. Усі вагони (серійні та дослідні) експлуатували в одному складі протягом півтора року за сумарного пробігу в 100 тис. км. Однак, серійні піввагони проходили обслуговування тільки за певною системою, а для дослідних піввагонів додатково проводили спеціальне технічне обслуговування без відчеплення від складу. спеціальне технічне обслуговування полягало в регулюванні зазорів у ковзаннях та в заміні регулювальних накладок у буксових вузлах візків, для вирівнювання показника зношення колісних пар, який, як зазначалося вище, являє собою відношення величини зносу гребеня колеса до величини прокату.

Деякі результати експлуатаційних випробувань серійного і дослідного піввагона наведено на рис. 4.8.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

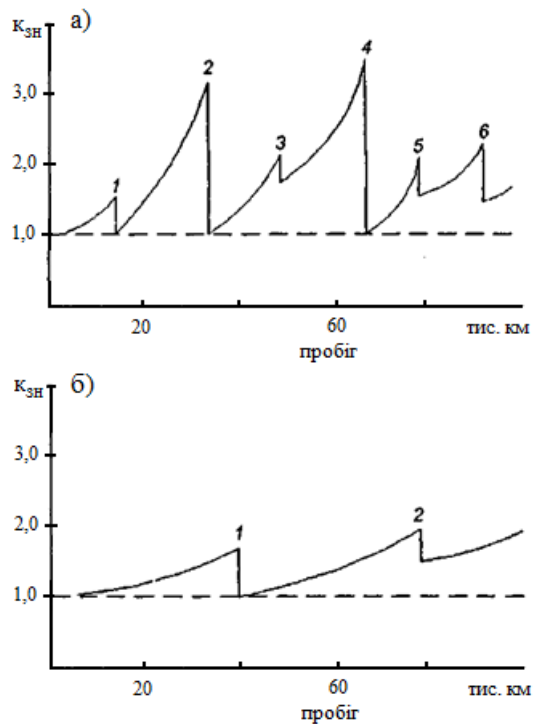


Рис. 4.8. Залежності зношування колісних пар від пробігу напіввагону: а) серійних б) дослідного

1 – ковзун; 2 – накат; 3 – вищербина; 4 – підріз гребня; 5 – нерівномірний прокат; б – навар

Аналіз графіка зносу колісних пар серійного піввагона (рис. 4.8 а) виявив, що під час пробігу приблизно 15 тис. км після введення в експлуатацію сталося перше відчеплення вагона в поточний ремонт через наявність повзуна (7) на колісній парі, що перевищує нормовану величину. Після зміни колісної пари було виявлено прогресуючий нерівномірний знос, тобто показник зносу ($K_{зн}$) досяг 3,0 і піввагон був відчеплений у поточний ремонт через утворення на колісній парі неприпустимої величини загостреного накату (2). Після заміни колісної пари на іншу, колишню в експлуатації колісну пару, після пробігу в 15 тис. км. піввагон втретє було відчеплено в поточний ремонт через виявлену вищербину (3) на поверхні катання колісної пари. Після заміни цієї колісної пари на обточену в депо, четверте відчеплення піввагона сталося через підріз гребеня колісної пари (4). Далі відчеплення піввагона відбувалися

через нерівномірний прокат (5) і навар (6) на колісних парах. Таким чином, за пробігу в 100 тис. км піввагон шість разів відчіплювали на позаплановий поточний ремонт, а в його візках було проведено заміну шести колісних пар. На жаль, така періодичність відчеплень вагонів у поточний ремонт є характерною для залізниць країн СНД.

Істотно інша закономірність зносу колісних пар була виявлена у дослідного піввагона (див. рис. 4.8 б), ходові частини якого пройшли модернізацію і додаткове сервісне обслуговування. За пробігу в 100 тис. км було зафіксовано тільки два відчеплення в позаплановий поточний ремонт через утворення повзуна на колісній парі (І) і нерівномірного прокату (5).

Отже, проведені експлуатаційні випробування модернізованого піввагона на модернізованих візках 18-100 із застосуванням спеціального технічного обслуговування підтвердили ефективність цих заходів, оскільки відчеплення в позаплановий поточний ремонт знизилися втричі.

4.5 Розрахунок економічної ефективності модернізації візка 18-100

Викладені в попередніх розділах цієї роботи позитивні результати досліджень з модернізації конструкції та технічного обслуговування піввагона дозволили перейти до оціночного розрахунку економічної ефективності експлуатації модернізації вагона на модернізованих візках, з урахуванням застосування спеціального технічного обслуговування. Основу економічної оцінки транспортних послуг, як відомо, становить розрахунок витрат на їх виробництво. Методи визначення витрат на виробництво транспортних послуг повинні враховувати специфіку виду перевезень, яка відображається в рівні та структурі логістичних ланцюжків. Знання рівня і структури витрат на перевезення дає змогу оцінити ступінь впливу різних чинників і відшукати можливості їх зменшення [25, 26].

У цьому випадку головна увага була зосереджена на порівняльній оцінці витрат при перевезенні однотипного вантажу в піввагонах однакового

					031.196511.МР.000 ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'єму і на одному і тому самому маршруті, але під одними піввагонами було використано серійні візки, а під іншими - модернізовані, за рекомендаціями, розробленими в даній роботі. Застосування візків 18-100 під модернізованими піввагонами забезпечує: зменшення опору руху; скорочення поточних позапланових експлуатаційних витрат; зниження вартості ремонтів вагона та ін.

Основні результати оціночного розрахунку економічної ефективності застосування під вагонами модернізованих візків 18-100 і спеціального ТО наведено в табл. 4.1.

Застосування розроблених і випробуваних знімних накладок, що регулюють розмірні ланцюги і структурні зв'язки елементів візка 18-100, підвищує безвідчипний пробіг вагонів.

Використання удосконаленого технічного обслуговування вантажних вагонів дає змогу різко знизити кількість відчеплень у позаплановий поточний ремонт. Застосування модернізованих візків 18-100 забезпечує річний економ-ефект понад 7,0 тис. доларів США за пробігу вагона в 1000 тис. км.

Висновки за розділом 4

Адаптацію систем технічного обслуговування вагонів під час міжнародного транспортування вантажу доцільно проводити на основі алгоритму SAW-методу.

Дослідження прискореного нерівномірного зношування колісних пар візків 18-100 виявили, що головними відмовами їх є: тонкий гребінь - 51%, гострий наковчання - 17%, повзуни - 15% та інші відмови. Встановлені залежності зносу колісних пар за різних перекосів у буксових вузлах, ресорному підвішуванні тощо дають змогу розробляти заходи щодо збільшення працездатності коліс за рахунок спеціального ТО візків.

Розроблена вдосконалена технологія контролю технічного стану складових частин візків 18-100 сприятиме підвищенню якості ремонту ходових частин вантажних вагонів.

					031.196511.MP.000 ПЗ	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 Розрахунок економічної ефективності експлуатації візків вантажних вагонів

№ п/п	Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності вагона	Розмір показника для вагона на візках		Оціночні економічні витрати на рік в дол. США		Примітка
		Добрий пробіг	Поганий пробіг	Добрий пробіг	Поганий пробіг	
1.	Опір руху вагона:	0,5–0,1	4,0–6,0	760,27	4509,43	При пробігу вагона брутто в 50 т. на 100 тис. км Не розраховували. Залежать від полігону експлуатації Не розраховували. Залежать від полігону експлуатації
	– основний опір руху (кгс/т)	0,6–1,0	2,0–3,0			
	- додатковий опір від кривих і стрілочних переводів (кгс/т)	0,05–0,1	0,8–1,2			
	– додатковий опір від виляння кузова і візка (кгс/т)					
	Спричиняє непродуктивні витрати на паливо й електроенергію для локомотивів, підвищений знос рухомого складу та колії, недовикористання пропускної спроможності залізниць					
2.	Динамічні показники руху вагона:	0,3–0,35	0,5–0,65	2010	3350	При пробігу 100 тис. км і коефіцієнті приведення 0,1 Не розраховували через відсутність інформації Не розраховували через відсутність інформації
	– коефіцієнт вертикальної динаміки кузова	0,2–0,25	0,4–0,5			
	– коефіцієнт горизонтальної динаміки кузова	3,0–4,0	6,5–8,0			
	– величина рамних сил, тс					

№ п/п	Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності вагона	Розмір показника для вагона на візках		Оціночні економічні витрати на рік в дол. США		Примітка
		Добрий пробіг	Поганий пробіг	Добрий пробіг	Поганий пробіг	
1.	– щорічне зниження ресурсу основних несучих елементів (надресорна балка, бічна рама, опорне з'єднання кузова та візка) від динамічних впливів, %	2,0–4,0	6,0–10,0	300	900	За вартістю частин вагона в 15000 дол. США
	– зниження ресурсу колійної структури, % Непродуктивно дисипується тягова енергія локомотива, іноді погіршується якість і збереження вантажу, надмірні взаємодії в системі вагон – шлях можуть загрожувати безпеці руху та вимагають обмеження швидкостей руху поїздів, прискорюються процеси зносу та розвитку втомних відмов у рухомому складі та дорожній структурі.	5,0–8,0	15,0–20,0	75	225	При пробігу 100 тис. км
3.	Поточні експлуатаційні витрати:					
	– щорічне відчеплення вагонів у позаплановий відчіпний ремонт пов'язане з роботою візка	2,0	6,0	289,38	868,14	Використовується середня ціна ремонту
	- тривалість поточного ремонту вагона, г	2,0–3,0	4,0–12,0	–	–	Використовується середня ціна ремонту
	- збитки, що супроводжують відчіпку вагона в поточний ремонт через збій графіка руху поїзда, простою «вантажної маси» і т.д., %	100	300	28,54	85,62	Простий потяг 1 год. з 50 вагонів, кожен брутто – 50 т.
	– витрати запасних частин на ПТО для поточного ремонту, %	100	300	27,4	82,2	При річному витраті 50000 дол. США.

Щорічна економія мінімум 7174,8 дол. США.

ВИСНОВОК

У цій роботі розглядаються важливі наукові та практичні питання для вивчення особливостей міжнародної системи технічного обслуговування поїздів.

Оскільки міжнародні вагони значно відрізняються від вітчизняних, для забезпечення сумісності необхідний певний ступінь адаптації. Це питання розглядається в даній роботі, де досліджуються розміри транспортного засобу та окремі частини вагона (ходові частини, автозчеп).

На основі алгоритму методу SAW було встановлено бажану адаптацію системи технічного обслуговування вагонів для міжнародних вантажних перевезень.

Проведено аналіз зносу колісних пар візків 18-100, виявлено основні несправності - тонкі гребені, гострі валики і повзуни. Різні перекося буксового вузла і ресорного підвішування призводять до передчасного зносу колісних пар. Ці дослідження виявили необхідність розроблення заходів щодо продовження терміну служби коліс шляхом спеціального технічного обслуговування візків.

Також було розроблено вдосконалені методи контролю технічного стану вузлів візка 18-100 для поліпшення якості ходових частин під час міжнародних перевезень і підвищення безпеки руху поїздів.

					031.03-В-695к.МР.000 ПЗ	Арк.
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Авчинкин Д. В. Международные перевозки: правовые аспекты перемещения грузов и пассажиров. Минск: Амалфея, 1999. 303 с.
- 2 Альошинский Є. С. Дослідження функціонування транспортного комплексу по доставці вантажів при міжнародних залізничних перевезеннях / Є. С.Альошинский // Інформаційно керуючі системи на залізничному транспорті. 2008. №5-6. С. 26–30.
- 3 Балалаев А. С. Организация работы с нетранспортабельными грузами в пунктах перевалки // Тр. ХабИИЖТа. / А.С. Балалаев, А. М. Миронов. Хабаровск, 1990. С. 4-11.
- 4 Будівельна кліматологія ДСТУ-Н Б В.1.1 -27:2010
- 5 Дёмин Ю. В. О допуске вагонов с раздвижными колесными парами к эксплуатации на железных дорогах колеи 1520 мм / Ю.В. Дёмин и др. Днепропетровск: ДНУЖТ, 2004. 73с.
- 6 ДСТУ 3431-96 Вагони вантажні. Терміни та визначення
- 7 ДСТУ 7598:2014 Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних)
- 8 ДСТУ Б В.2.3-29:2011 Габарити наближення будівель і рухомого складу залізниць колії 1520 (1524) мм.
- 9 Дудкин Е. П. Экспериментально-теоретические основы выбора параметров ходовых частей вагонов промышленных железных дорог. - Автореф. дис.... д-ра техн. наук. - СПб.: ЛИИЖТ, 1991. - 55 с.
- 10 Закон України "Про залізничний транспорт України" від 01.11.2013р.
- 11 Ивашов В. А. Вагонное хозяйство: Учебник / В.А. Ивашов, М.В. Орлов. Екатеринбург: УрГипс, 1998. 205 с.
- 12 Иноземцев В. Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава. М.: Транспорт, 1979. 424 с.
- 13 Инструкция по перевозке негабаритных тяжеловесных грузов на железных дорогах государств - участников СНГ, Латвийской республики, Литовской республики, Эстонской республики. СПб.: ИЦ «Выбор», 2002. 160 с.
- 14 Камаев В. А. Оптимизация параметров ходовых частей железнодорожного подвижного состава. М.: Машиностроение, 1980. С. 32- 34.
- 15 Карпов Б. М. Некоторые вопросы методики выбора оптимальных параметров грузовых вагонов. М.: Транспорт, 1972. С. 20-26.
- 16 Лапшин В.Ф. Основы технического обслуживания вагонов / В.Ф. Лапшин, М.В. Орлов. Екатеринбург 2006. 56с.
- 17 Морчиладзе И. Г. Вагоны для смешанных международных перевозок грузов: Монография. СПб/. Изд-во «ОМ-Пресс», 2004. 114 с.
- 18 Морчиладзе И. Г. Модификация конструкции и технического обслуживания вагона-цистерны в условиях транспортной компании: Монография. СПб.: ООО Изд-во «ОМ-Пресс», 2003. 132 с.
- 19 Морчиладзе И. Г. Ходовые части подвижного состава для международных перевозок груза: Монография. СПб.: Изд-во «ОМ-Пресс», 2004, 128 с.
- 20 Морчиладзе И. Г., Додонов А. В. Методика контроля размеров элементов тележки 18-100 при ремонте и эксплуатации. СПб/. ОМ- Пресс, 2003. 64 с.
- 21 НПА ОП 63.21-1.24-03. Правила охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту вантажних вагонів та рефрижераторного рухомого складу (2912)
- 22 Отчет "Исследование показателей надежности грузовых вагонов на замкнутых маршрутах "Роковатая-Ужгород-Кошице"
- 23 Пашков А. К. Пакетирование и перевозка тарно-штучных грузов / А.К.Пашков, Ю.Н. Полярин. М.: Транспорт, 2000. 254 с.

					031.185459.ДП2.000. ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 24 Перевозки крупнотоннажных контейнеров, автомобилей и полуприцепов в сообщении Европа-Азия: Справочник. М.: Интекст, 1996. 197 с.
- 25 Пінішко В. С. Ціни і ціноутворення : навч. посіб. / В. С. Пінішко. Львів :Інтелект-Захід, 2010. 488 с.
- 26 План відновлення України Матеріали робочої групи «Відновлення та розбудова інфраструктури». Київ. 2022. 178с.
- 27 Половинкин А. И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988. 368 с.
- 28 Правила перевезення вантажів. Наказ Міністерство транспорту України № 644 від 21.11.2000
- 29 Прочность и безопасность подвижного состава железных дорог / Под ред. А.М. Савоськина. М.: Машиностроение, 1997. 288 с.
- 30 Розрахунок систем інженерного обладнання будівель: навч. посібник / Кравченко В.С., Проценко С.Б., Кравченко Н.В.; За ред. В.С. Кравченка.-Рівне: НУВГП, 2016. 495 с.
- 31 Савчук О. М. Подвижной состав для комбинированных перевозок в Украине / О.М. Савчу, А.В. Шатунов Д.: Транспорт, 2000. Вып. 6. С. 114-116.
- 32 Сендеров Г.К. Совершенствование системы ремонта грузовых вагонов // Железнодорожный транспорт / Г.К. Сендеров, Е.А. Поздина. 1999. № 12. С. 61-66.
- 33 Смехов А.А. Маркетинговые модели транспортного рынка. М.: Транспорт, 1998. 120 с.
- 34 Смирнов І.І. Транспортна логістика. Навчальний посібник / І.І. Смирнов, Т.В. Косарева. Київ. Центр навчальної підготовки. 2019. 244 с.
- 35 Сопротивление движению грузовых вагонов при скатывании с горок // Тр. ВНИИЖТа. — 1975. — Вып. 545. — 102 с.
- 36 СТП 04-001:2015 «Колісні пари вантажних вагонів. Правила технічного обслуговування, ремонту та формування»
- 37 СТП 04-015:2018 «Рухомий склад залізниць України. Автозчепний пристрій. Правила ремонту та обслуговування»
- 38 СТП 04-019:2018 «Вагони вантажні. Ремонт візків. Правила виконання»
- 39 СТП 04-021:2020 Вагони вантажні залізниць колії 1520 мм. Правила з технічного обслуговування з відчепленням
- 40 СТП 04-028:2020 Вагони вантажні гальмівне обладнання настанова з організації ремонту
- 41 Сухарев Э. А. Расчетные модели ремонтных ситуаций и их потоков в машинных парках. — Ровно: РГТУ, 2002. — 90 с.
- 42 Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів [Текст]: підручник / І.Д. Борзилов. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – 245 с.
- 43 Третьяков А. В. Управление индивидуальным ресурсом вагонов в эксплуатации: Монография. — СПб.: ОМ-Пресс, 2004. — 348 с.
- 44 Шамагін В.О. Технологія ремонту рухомого складу: У 2-х част. Навч.посі / В.О. Шамагін, М.Ф. Ареф'єв, В.Н. Пасько та ін. Київ.: Видавництво „Дельта”, ч.І, 2008.479 с., ч. іі 2009 – 396 с.
- 45 Щаров В. А. Технологическое обеспечение перевозок грузов железнодорожным транспортом в условиях рыночной экономики. М.: Ин- текст, 2001. 198 с.

					031.185459.ДП2.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96