

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

**ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

Конспект лекцій

Частина 2

Харків – 2016

Експлуатаційні властивості транспортних засобів:
Конспект лекцій / А. О. Ловська, В. Г. Равлюк, Р. І. Візняк,
В. А. Гребенюк. – Харків: УкрДУЗТ, 2016 – Ч. 2. – 61 с.

Даний конспект лекцій містить відомості про експлуатаційні властивості залізничної техніки для безперевантажувальних перевезень. Розглянуто експлуатаційні і технічні властивості ходових частин вантажних та пасажирських вагонів нового покоління, а також конструкційні особливості залізничних вагонів-транспортерів.

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

Іл. 40, табл. 5, бібліогр.: 6 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри вагонів 19 жовтня 2015 р., протокол № 3.

Рецензент

проф. І.Е. Мартинов

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Конспект лекцій

Частина 2

Відповідальний за випуск Равлюк В.Г.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 15.12.15 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,5. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Таблиця 5 - Основна технічна характеристика пасажирських візків

Параметр	Модель візка									
	68-875	68-876	68-4065	68-4066	68-4071	68-4072	68-4075	68-4076	68-4095	68-4096
Тип	2-вісна колискова		2-вісна колискова		2-вісна безколискова		2-вісна безколискова		2-вісна безколискова	
База, мм	2400	2036	2400	2036	2500	2470	2500	2470	2500	2470
Маса тари, т	6,9	7,409	6,9	7,409	6,85	7,3	7,14	7,19	6,8	7,54
Сумарний статичний прогин ресорного підвішу- вання, мм	221	233	221	233	270	288	250-275		230-260	240-250
Гальмо	колодкове		колодкове		дискове		дискове		дискове	

Конструкційна швидкість, км/год	160	160	160	200	160
Габарит	02-ВМ	02-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

**з дисципліни:
«Експлуатаційні властивості транспортних засобів»**

Частина 2

Харків 2015

Ловська А.О., Равлюк В.Г., Візник Р.І. Гребенюк В.А. Експлуатаційні властивості транспортних засобів: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2016 – Ч. 2. – 61 с

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 19 жовтня 2015 року, протокол № 3.

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

Даний конспект лекцій містить відомості про експлуатаційні властивості залізничної техніки для безперевантажувальних перевезень. Розглянуто експлуатаційні і технічні властивості ходових частин вантажних та пасажирських вагонів нового покоління, а також конструкційні особливості залізничних вагонів-транспортів.

Лл. 40, табл. 5, бібліогр.: 6 назв.

Рецензент

проф. І.Е. Мартинов

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Експлуатаційні властивості залізничної техніки для безперевантажувальних перевезень	5
1.1 Технологічний процес заміни ходових частин	6
1.2 Сумісність ударно-тягових приладів	18
1.3 Сумісність гальмового устаткування	20
2 Експлуатаційні та технічні властивості ходових частин вагонів вантажного парку	22
2.1 Конструкційне удосконалення опорних пристроїв та модернізація основних елементів типового вантажного візка моделі 18-100	24
2.2 Перспективні конструкції візків вантажних вагонів ..	27
3 Експлуатаційні та технічні властивості ходових частин вагонів пасажирського парку	42
4 Експлуатаційні властивості залізничних вагонів-транспортерів	55
4.1 Платформні транспортери	55
4.2 Колодязні транспортери	56
4.3 Площадкові транспортери	57
4.4 Зчіпні транспортери	58
4.5 Зчленовані транспортери	59
Список літератури	61

ВСТУП

Основним завданням залізничного транспорту України є повне та своєчасне забезпечення народного господарства та населення у перевезеннях, підвищення ефективності та якості роботи транспортної системи.

Відомо, що на сьогоднішній день Україною створена велика інфраструктура транзитних перевалочних пунктів. У зв'язку з цим з метою забезпечення перевізного процесу необхідним є забезпечення його учасників сучасним рухомих складом.

У конструкціях транспортних засобів різних країн є досить суттєві розбіжності, які призводять до несумісності рухомого складу за шириною колії, габаритами, зчпним устаткуванням, гальмовим обладнанням тощо. Всі ці розбіжності значно ускладнюють міжнародні перевезення. Але у зв'язку з їх зростаючим попитом залізничники та науковці різних країн стали інтенсивніше співпрацювати над пошуком варіантів подолання таких розбіжностей. Вирішення цих технічних проблем дає змогу поліпшити експлуатаційні показники роботи транспортних засобів і в кінцевому результаті суттєво покращити економічні показники залізничних перевезень, у тому числі і міжнародних.

Таким чином, вивчення дисципліни “Експлуатаційні властивості транспортних засобів” дає можливість студенту знати основні властивості транспортних засобів, на яких базуються сучасні та перспективні прогресивні технології перевезень пасажирів і вантажу. як залізницями України, так і в міжнародному сполученні.

1 ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ БЕЗПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Технології безперевантажувальних перевезень набули широкого розповсюдження у системах міжнародних перевезень з переходом стиків залізниць різноманітних стандартів [1].

Найбільшої ефективності набули перевантаження вантажних одиниць — контейнерів, змінних кузовів, а також контрейлерів.

Необхідно зазначити, що перевалювання вантажів залишається менш продуктивним порівняно з безперевантажувальними перевезеннями при використанні технологічного процесу перестановки вагонів на спеціалізованих пунктах, які оснащені спеціальним обладнанням.

На цих пунктах здійснюється перестановка вагонів із “широкої” колії на “вузьку”, а також навпаки, при цьому зазвичай застосовується технологія зміни ходових частин вагонів.

У деяких країнах на кордоні держав здійснюється заміна колісних пар вантажних вагонів. Для вагонів пасажирських поїздів застосовується технологія автоматичної зміни ширини колісних пар при русі поїзда на необхідну ширину колії.

Останніми роками вчені науково-дослідних інститутів плідно працюють над створенням автоматичної системи для зміни ширини колісних пар вантажних вагонів.

Внаслідок відмінностей у технічних вимогах до одиниць рухомого складу колій різних стандартів при здійсненні організації безперевантажувальних перевезень виникає необхідність вирішення цілого ряду технічних питань: габаритні розміри вагонів, ефективність прискореного переходу вагонів з колії однієї ширини на колію іншої ширини, проблеми сумісності автозчепів, гальм тощо.

1.1 Технологічний процес заміни ходових частин

При здійсненні переходу вагонами стикових пунктів залізниць колій різної ширини вантажні поїзди розформовуються. При цьому кожен вагон або група вагонів устанавлюються на дільницю пункту перестановки вагонів. За допомогою домкратів здійснюється піднімання кузовів вагонів, викочування візків, адаптованих до колії одного стандарту, та підкочування візків колії іншого стандарту.

Рейкова колія на пункті перестановки, де проводиться заміна візків, дає змогу встановлювати і просувати з низькими швидкостями руху вагони на колісних парах як “широкої”, так і “вузької” колії (“пляшкова колія”).

Вихід вантажних вагонів “широкої” колії на залізницю країн Центральної Європи, які є членами організації співпраці залізниць (ОСЗ), забезпечується на сьогодні заміною візків моделі 18-100 на типові за конструкцією візки з колісними парами, які можуть експлуатуватися на “вузькій” колії.

Важливо зазначити, що вагони колії 1520 мм на візках моделі 18-100 не допускаються до експлуатації на мережі залізниць західноєвропейських країн.

У зв’язку з цим розробляються проекти, які передбачають можливість руху вантажних вагонів колії 1435 мм на залізницю колії 1520 мм. Однак однією з найбільш складних проблем при цьому є розбіжності у виконанні пристроїв опираючого кузова вагонів на візки.

Відомо, що кузови вагонів колії 1520 мм опираються на візки через плоскі п’ятникові опори (рисунок 1, а), тоді як вагони колії 1435 мм на сферичні п’ятники (рисунок 1, б). Крім цього, відстань від осей шворнів до бокових ковзунів візків відрізняється: для вагонів колії 1520 мм — 762 мм; для вагонів колії 1435 мм — 850 мм.

З метою ліквідації розбіжностей при заміні візків під час проходження вагонами стиків колій 1435/1520 мм за допомогою спеціальних перехідних пристроїв (адаптерів) опираючого кузова вагонів на візки розроблені два конструктивні варіанти.

Перший варіант передбачає застосування п'ятникових адаптерів, що накладаються на сферичні п'ятники. П'ятниковий адаптер представлений відливком, який знизу має плоску опорну поверхню, що за розмірами відповідає підп'ятниковому вузлу візка моделі 18-100. Також застосовуються відкидні бокові ковзуни.

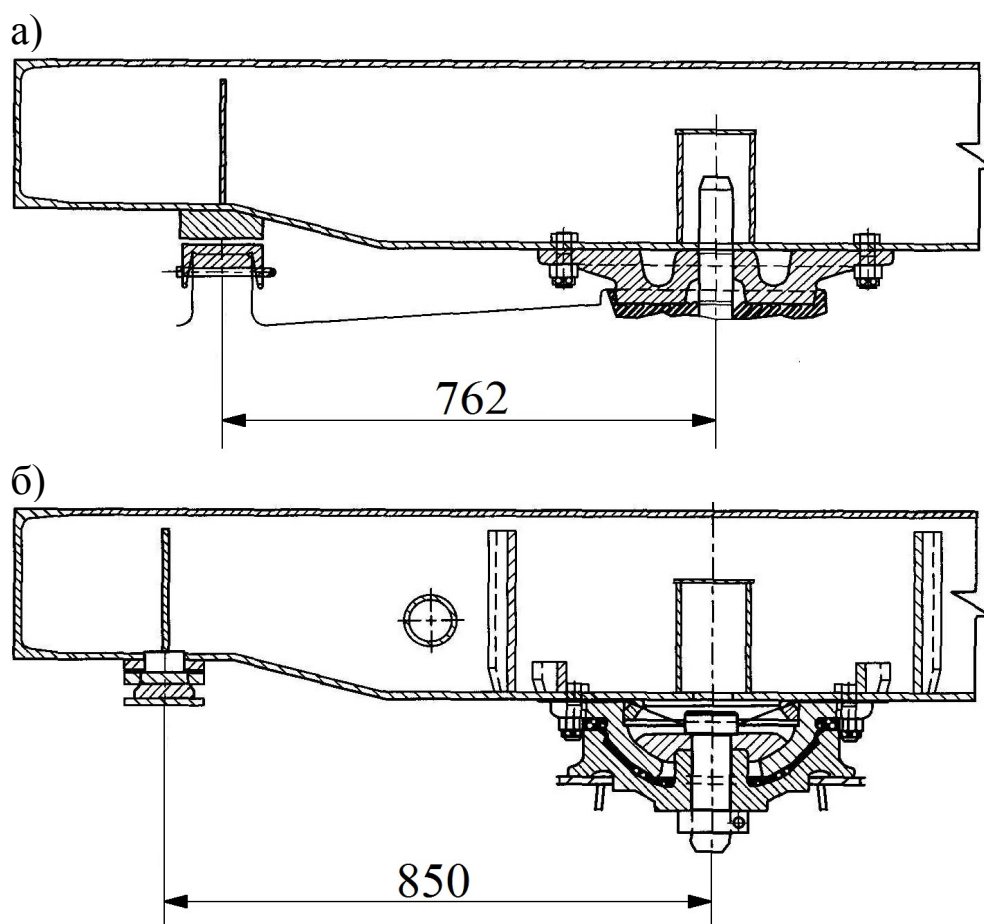


Рисунок 1 — Схеми опирання кузовів вантажних вагонів на ходові частини вагонів для колії 1520 мм; вагонів для колії 1435 мм (б)

Другий варіант усунення розбіжностей в опорних пристроях передбачає встановлювання на рамах західноєвропейських вагонів плоских п'ятників і уширених бокових ковзунів (рисунок 2).

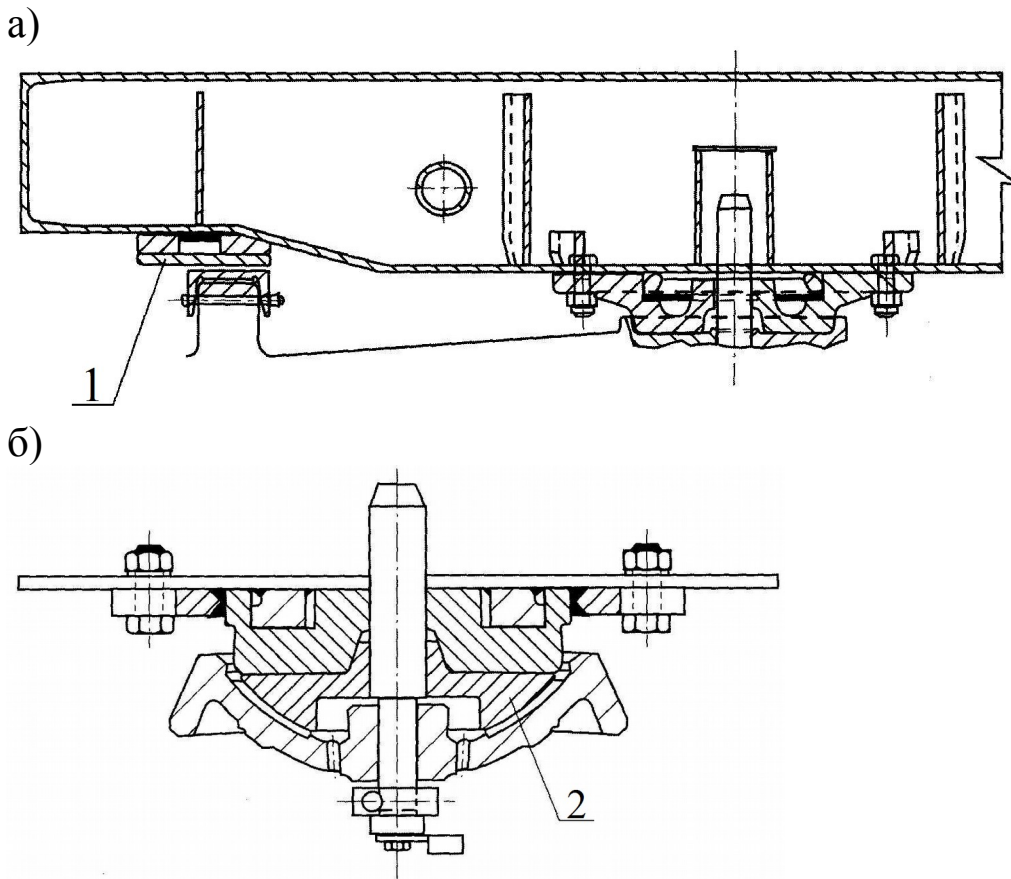


Рисунок 2 — Схема опорного пристрою вагона західноєвропейського типу для експлуатації у міжнародному сполученні для колії 1520 мм (а); на колії 1435 мм (б); уширений ковзун (1); адаптер (2)

Основні конструкційні зміни візка моделі 18-100 пов'язані з модернізацією надресорної балки в частині підп'ятникового вузла. При цьому надресорну балку обладнано сферичним підп'ятником, стандартним для візків вантажних вагонів колії 1435 мм, та жорсткими боковими ковзунами. Тому візки типу Y25, які експлуатуються на колії 1435 мм, та модернізовані візки моделі 18-100 стають взаємозамінними.

Необхідно зауважити, що безперевантажувальні перевезення з використанням заміни ходових частин вагонів не потребують значних капітальних вкладень.

У зв'язку з цим набула розвитку технологія заміни самих колісних пар. При даній технології проводять операції з розвантаження колісних пар візка, опускання їх у приймачі та подавання колісних пар з необхідною міжколісною відстанню.

З метою забезпечення прискореного переходу рухомим складом стикових пунктів залізниць колій різної ширини в автоматичному режимі застосовуються розсувні колісні пари (РКП).

Вперше РКП були застосовані практично в 1969 року, коли з Барселони до Женеви прибув перший пасажирський поїзд.

Система РКП Talgo для пасажирських вагонів досягла високого технічного рівня, пройшовши тривале випробування в експлуатації.

Для можливості експлуатації РКП на вантажному рухомому складі Брянським машинобудівним та Уральським вагонобудівним заводами розроблені сумісні технічні проекти. Паралельно роботи в даному напрямку ведуться в Німеччині та Болгарії.

Ідея застосування РКП є перспективною, оскільки виникає можливість прискорити перехід рухомого складу з однієї колії на іншу, а також виключається необхідність зберігання змінних візків або типових колісних пар.

Прогнозується, що системи РКП перш за все застосовуватимуться для пасажирських поїздів у міжнародному сполученні.

Для вантажних вагонів системи РКП, очевидно, матимуть обмежене застосування.

Перші дослідні зразки РКП типу ТГ-14 виготовлені Брянським машинобудівним заводом. Після серії заводських і експлуатаційних випробувань було встановлено ряд недоліків для цього типу колісних пар, зокрема ненадійність роботи запобіжного пристрою, який призначений для виключення випадків самочинного переведення коліс.

Пізніше на Уралвагонзаводі було розроблено удосконалену конструкцію розсувної колісної пари з використанням тангенційно-осьового замка, який запропонований вченими Білоруського університету залізничного транспорту.

У 1975 році цими РКП було оснащено два вантажні візки моделі 18-100, а також розроблено і виготовлено гальмову важільну передачу для візків з РКП і перевідну ділянку колії — колієперевідний пристрій.

Загальний вигляд розсувної колісної пари конструкції Уралвагонзаводу наведено на рисунку 3.

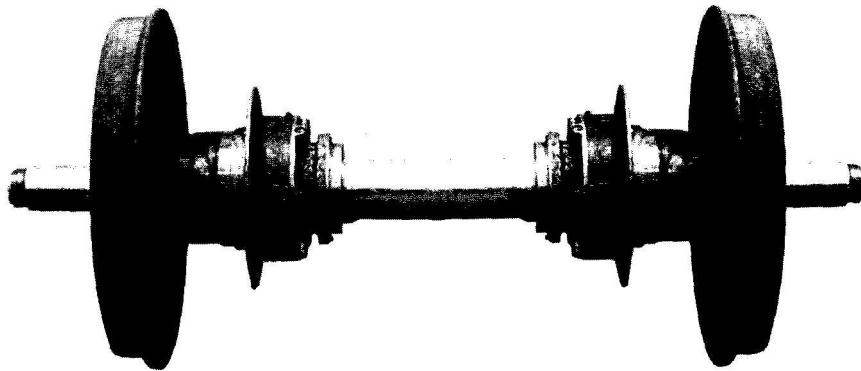


Рисунок 3 — Розсувна колісна пара конструкції Уралвагонзаводу

Було розроблено два конструкційних варіанти РКП, але з різними способами змащування деталей замкового пристрою та посадкових поверхонь коліс й осі: рідким або твердим мастилом.

Застосування твердого мастила набагато спрощувало конструкцію колісної пари, але, незважаючи на це, від нього довелося відмовитись через невідповідність висунутим вимогам.

На рисунку 4 наведений варіант будови РКП з рідким мастилом.

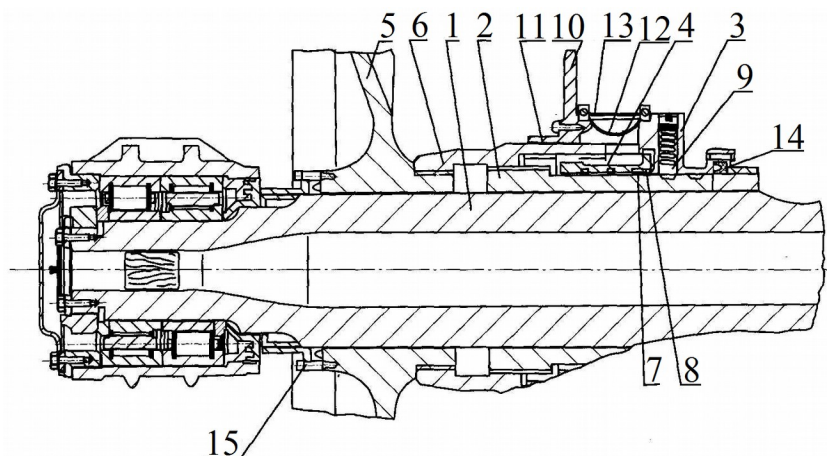


Рисунок 4 — Варіант РКП з рідким мастилом

Ця колісна пара складається з порожнинної осі 1, на якій закріплені шліцеві втулки 2, фіксуєчого пристрою 3 із замковою муфтою 4, коліс 5, що вільно насаджені на вісь та жорстко з'єднані з рухомими шліцевими втулками 6. На шліцевих втулках 2 встановлено упорні 7 та замкові кільця 8. Кожен фіксуєчий пристрій 3 має шість підпружинених фіксаторів 9, які розташовані на рівних відстанях по колу, і відтискний диск 10, виконаний як одне ціле з корпусом фіксатора.

Усі конструкційні елементи колісної пари, які взаємодіють через тертя, змащуються рідким мастилом (автотракторним мастилом), що заливається в порожнину, утворену корпусом фіксатора, шліцевою втулкою 6, компенсатором 12, колесом і віссю. Для захисту компенсатора 12 від механічних пошкоджень він захищений кожухом 13.

Заливання мастила виконується при встановлюванні коліс на колію 1435 мм. Для виключення можливості витікання мастила передбачені манжетні ущільнення 14 та 15.

Перспективну конструкцію РКП було розроблено болгарськими науковцями (рисунок 5).

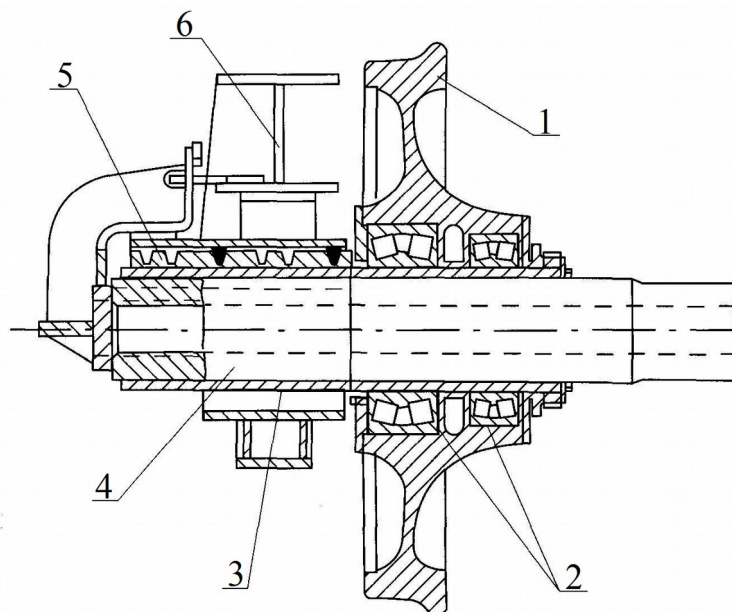


Рисунок 5 — Колісна пара інж. К Гайдарова

Кожне колесо 1 РКП цієї конструкції через підшипники кочення 2 змонтовані на рухомій гільзі 3. Гільзи з колесами

попарно встановлені на загальній нерухомій порожнинній осі 4 та фіксуються від зсувів відносно неї зубчатим механізмом 5, який навантажено рамою візка 6. Колеса РКП обертаються відносно нерухомої осі незалежно одне від одного.

Нове технічне рішення відносно автоматичного розсунення коліс візків вантажних вагонів запропоновано компанією Patentes Talgo. РКП цієї компанії експлуатуються у візках типу Y21, які застосовуються на залізницях Іспанії.

Загальний вигляд розробленої РКП наведено на рисунку 6. Вона складається з рами 1, що об'єднує два колісних блоки 2, які у свою чергу складаються з коліс, що насаджені на свою піввісь з буксовими вузлами 5 на кінцях. Колісні блоки сполучені спеціальним пристроєм 3, який забезпечує спільне обертання коліс. Осьова група обладнана механізмом переміщення гальмових башмаків 4 і системою електричних з'єднань. У зовнішній кришці внутрішньої букси встановлено пристрій контролю температури підшипників 6. Такі колісні пари вбудовуються в раму візка за звичайною схемою.

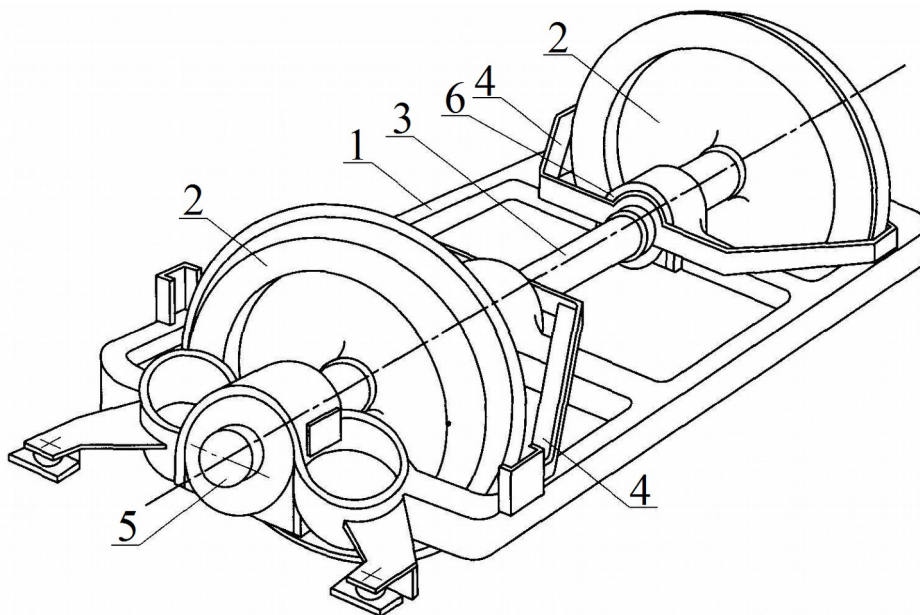


Рисунок 6 — Колісна пара системи “Talgo”

Особливістю даної РКП є конструкція осі, яка забезпечує обертання коліс з однаковою кутовою швидкістю, але не сприймає вертикальних навантажень. Вісь має телескопічну конструкцію, яка складається з двох трубчатих частин. Візок з

РКП обладнано пристроєм автоматичного переміщення гальмових колодок. На перспективу передбачається можливість заміни колодкових гальм дисковими.

Однією з перспективних конструкційних систем автоматичного переходу вагонів з однієї ширини колії на іншу є польська система SUW 2000, розроблена доктором Ришардом Сувальським [1]. Складовими частинами цієї системи є розсувні колісні пари; триангелі з пересувними гальмовими колодками; колійний перевідний пристрій.

Головні елементи розсувної колісної пари системи SUW 2000 наведено на рисунку 7. Колісна пара складається з осі 1, коліс 2 на ковзній посадці і механізму блокування 3, буксового вузла 4 типової конструкції, зовнішнього 5 та внутрішнього 6 кожухів.

На середній частині осі колісних пар розміщуються гальмові диски, що значно спрощує систему переходу вагонів із однієї ширини колії на іншу. Для можливості використання колодкових гальм розроблено триангелі зі змінним розміщенням колодок.

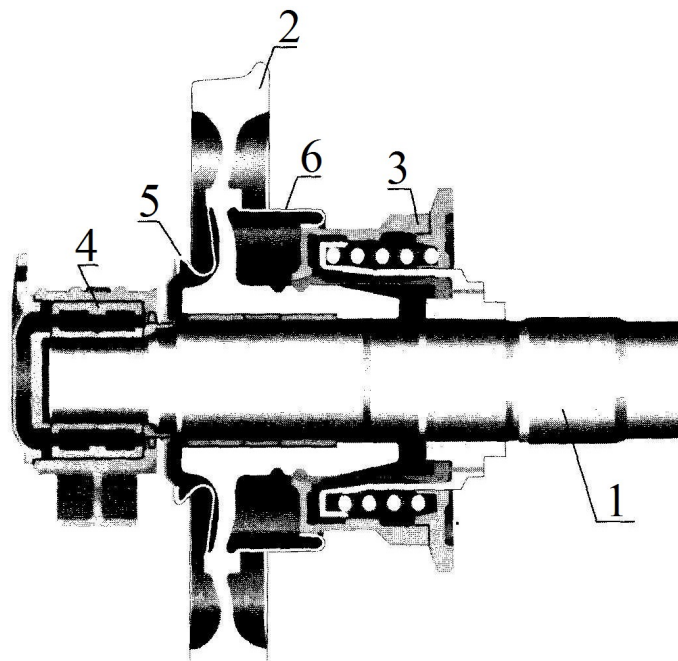


Рисунок 7 — Колісна пара системи SUW 2000

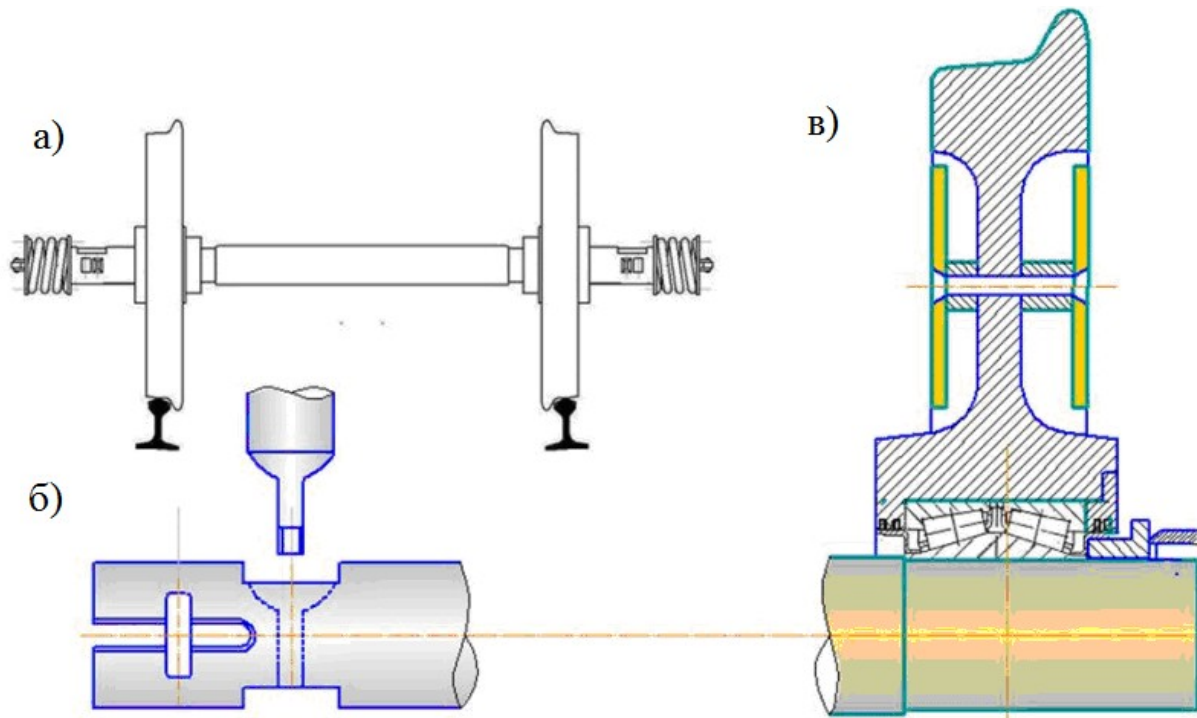
Перевідний пристрій виготовляється з типових елементів

стрілочних переводів та складається з двох робочих рейок із жолобчастим перетином, двох відблокувальних рейок, зовнішніх і внутрішніх захисних рейок. Несиметричність конструкції перевідного пристрою забезпечує можливість переміщення у нове положення спочатку одного колеса колісної пари, а потім другого. Загальна довжина перевідного пристрою складає 27,1 м.

У розробленій науковцями в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна розсувній колісній парі ДНУЗТ-12 запроєктовані компактні фіксатори колісних блоків, вбудовані у вісь разом з приводними механізмами, і пружинні притискувачі для примусового утримання фіксаторів включеними увесь час роботи вагона поза колесопересувними пристроями. У процесі розроблення ставилась задача досягнути мінімальної металоємності з використанням перевірених практикою конструктивних рішень. Для візуального порівняння виконано аналіз кількох відомих варіантів розсувної колісної пари з ДНУЗТ-12. РКП ДНУЗТ-12 не має ані громіздких допоміжних деталей, ані додаткових несучих конструкцій. Маса РКП ДНУЗТ-12 буде незначно (на $\pm 10\%$) відрізнятись від маси звичайної колісної пари.

Конструктивна схема РКП ДНУЗТ-12 [2] наведена на рисунку 8. Загальна її довжина (рисунок 8, а) складає 2806 мм, у тому числі на саму необертову вісь приходить 2326 мм (для порівняння зазначимо, що довжина осі РУ — 2390 мм). Додаткова довжина припадає на торцеві пружини з натискними роликами. На консольні частини осі надіті гільзи колісних блоків. Гільза має з кожного боку два бокових вікна для фіксаторів коліс (рисунок 8, а), фіксатори розташовані у темних внутрішніх вікнах, забезпечуючи ширину колії 1520 мм, і вертикальні отвори для передачі навантаження на вісь. Консоль осі при знятій гільзі (рисунок 8, б) має горизонтальну щілину для механізму і вертикальний проріз, у якому розміщуються два фіксатори. Поряд на суцільній частині осі міститься гніздо для фігурного шворня, який навантажує консоль осі через сферичну п'яту і скріплює РКП з візком. Базова ширина між лівим та правим шворнями – 2000 мм. Гільза колісного блока (рисунок 8, в) знизу посаджена на вісь з можливістю переміщення відносно неї. На

гільзі встановлені інші деталі колісного блока: підшипник, колесо та допоміжні кріплення. До коліс з обох боків приклепані гальмові диски, а індивідуальні кліщові гальмові механізми встановлюються податливо на поперечні балки візка і зміщуються при пересуваннях коліс РКП на колесопересувному пристрої.



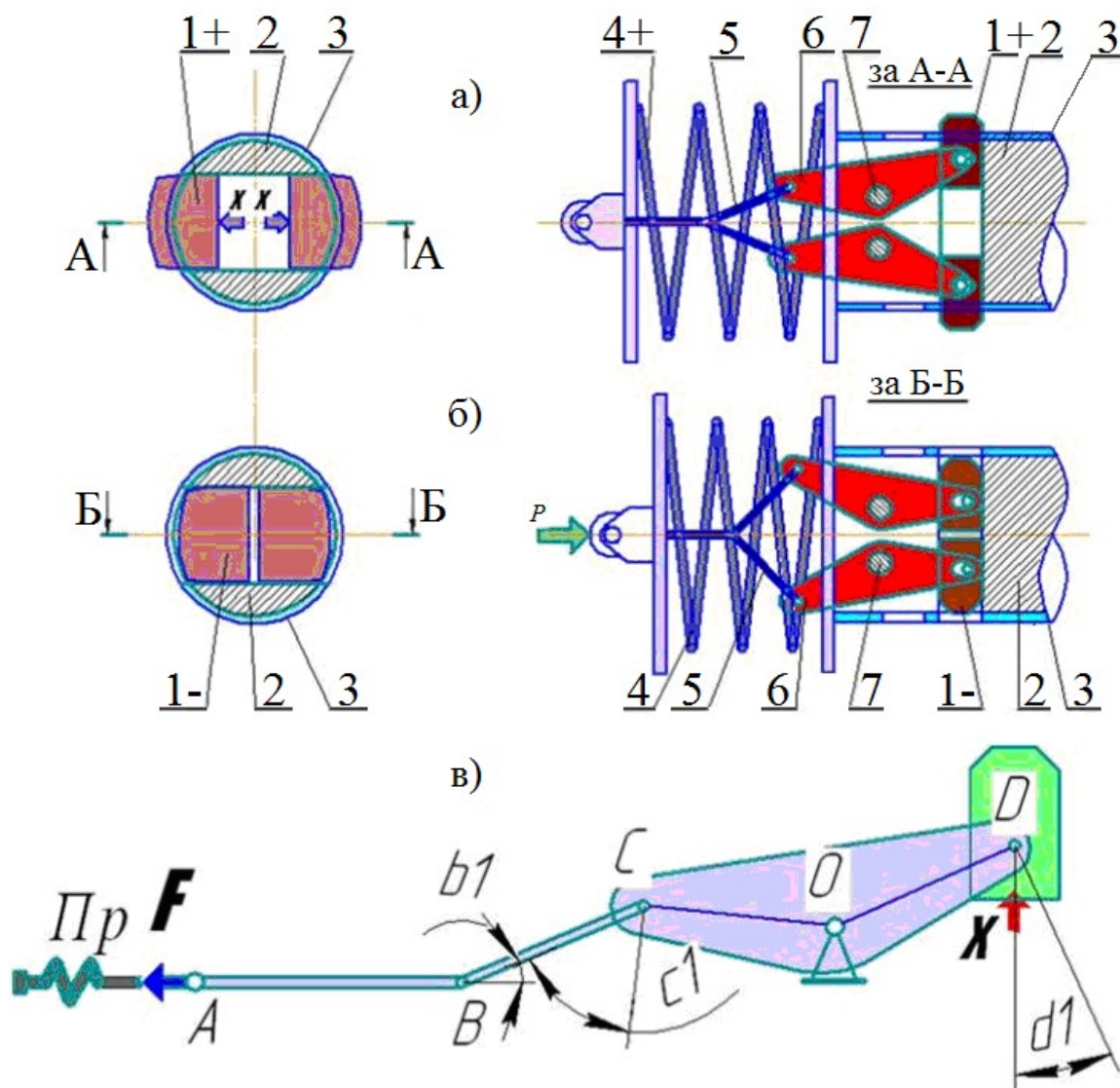
а – загальний вигляд РКП; б – консоль осі при знятій гільзі; в – гільза колісного блока

Рисунок 8 — Конструктивні принципи РКП ДНУЗТ-12

Закріплення колісних блоків на осі РКП ДНУЗТ-12 забезпечують два важільних механізми, які розміщені у консольних щілинах осі та всередині пружин, що примикають до її торців.

Будову та роботу механізму пояснено на рисунку 9. При виконанні вагоном експлуатаційної роботи на колії одного стандарту (поза колесопересувними пристроями) механізм перебуває у положенні “фіксатори включені” (рисунок 9, а). Зліва схематично показаний поперечний переріз РКП у зоні

розміщення фіксаторів. Пара фіксаторів перебувають у положеннях 1+, максимально висунутих від центра і входять у бокові вікна гільзи 3 (знаки “+“ чи “-“ з номерами позицій вказують на положення фіксаторів – “включені“ чи “виключені“). При цьому пара фіксаторів утримує колісний блок у заданому положенні на осі 2 РКП, сприймаючи поперечну (осьову) динамічну силу до 100 кН. Одночасно початково стиснута пружина 4+ через триважільний механізм привода 5 і секції 6 постійно розпирає фіксатори 1+ силами X , чим підтримує включене положення обох фіксаторів.



а – включене положення; б – виключене положення;
 в – навантаження фіксатора гілкою механізму

Рисунок 9 — Схеми роботи важільного механізму привода фіксаторів

Виключене положення фіксаторів 1- (рисунок 9, б) забезпечується тільки під час проходження вагона через колесопересувний пристрій. На торцеві ролики РКП з боку натискних балок діє сила P , примушуючи додатково стиснутись пружину 4-. Важелі 5 повертають секції 6 відносно вмонтованих у вісь валиків 7, заглиблюючи фіксатори в положення 1-, тим самим роз'єднуючи гільзу 3 від осі 2. Після цього колеса пересуваються нижніми структурами колесопересувного пристрою на новий стандарт ширини колії, натискні балки закінчуються і зусиллями пружин 4+, що розтиснулись, механізм знову набуває експлуатаційного положення з ввімкнутими фіксаторами (рисунок 9, а).

Зазначимо, що можливе заглиблення фіксатора при поздовжніх динамічних прискореннях, що діють під час експлуатації вагона. Таке може трапитись, якщо сила інерції фіксатора перевищить натискну силу X . Рівень останньої знайдемо з аналізу роботи механізму (рисунок 9, в). Жорсткість пружини P_p задаємо $C=400$ кН/м, початкова затяжка $e=0,02$ м. Зусилля розтягання F однієї гілки механізму, сила N_{BC} у стержні, момент M_O і утримувальна сила X визначаються з формул:

$$F = \frac{Ce}{2}; \quad N_{AB} = F \cos b_1; \quad M_0 = N_{AB} l_{CO} \cos C_1; \quad X = \frac{M_0 \cos d_1}{l_{OD}}. \quad (1)$$

Значення параметрів і результати наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунок гілки механізму

аа			Розміри, м		Результати		
b_1	c_1	d_1	l_{CO}	l_{OD}	F, кН	M_0 , кН·м	X, кН
0,356	1,048	0,419	0,76	0,76	40	14,25	12,14

Під час експлуатації вагона поздовжні динамічні прискорення \ddot{X} зазвичай не перевищують 5g, а маса фіксатора передбачається до 2 кг. Отже, виникаючі сили інерції будуть на порядок нижчими від натискної X .

1.2 Сумісність ударно-тягових приладів

Важливою технічною проблемою безперевантажувальних перевезень у міжнародному сполученні також є сумісність ударно-тягових пристроїв вагонів різної колії.

Відомо, що на західноєвропейських залізницях система автоматичного зчеплення досі не експлуатується. Для зчеплення вагонів, які експлуатуються на залізницях з різною шириною колії застосовують так звані перехідні вагони, які з одного боку обладнані автозчепом типу СА-3, а з іншого — гвинтовим зчепом.

Ці вагони прикривають групи вагонів “вузької” колії при їх виході на залізницю “широкої” колії.

Фірмою “КАМАХ” розроблені різні варіанти зчеплення вагонів для регулярної експлуатації у міжнародному сполученні з вагонами колій різної ширини.

В основу цих пропозицій покладено ідею зчепу вагонів з висувними буферами (рисунок 10). У разі виходу вагона на “широку” колію він обладнується стандартним автозчепом типу СА-3, а буфери перебувають у засунутому стані — “коротке положення” (рисунок 10, а). При виході вагона на “вузьку” колію на пункти перестановки головку автозчепу СА-3 замінюють на гак, а буфери висувують, переводячи їх тим самим у “довге положення” (рисунок 10, б).

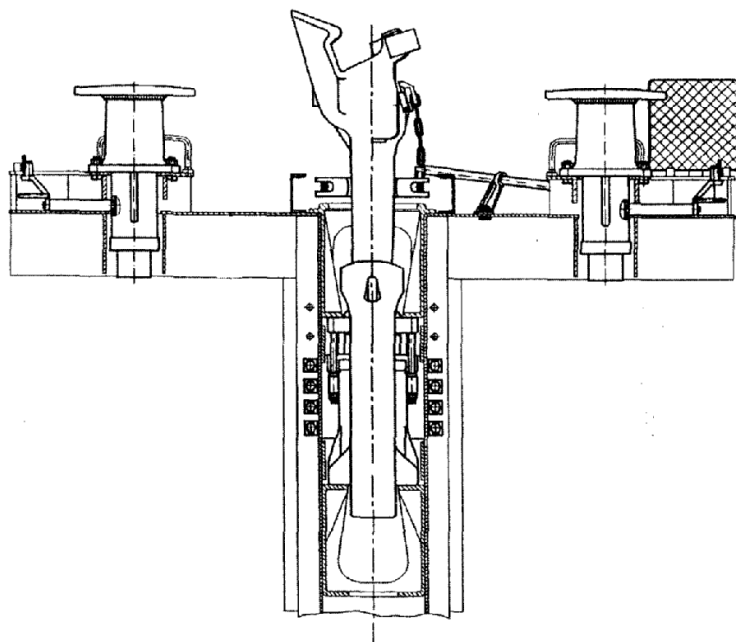
Французькими спеціалістами розроблено зчеп комбінованого типу “LAF”, який може взаємодіяти як з автозчепом типу СА-3, так і з гвинтовим зчепом.

Зчепи типів LAF і СА-3 є взаємозамінними.

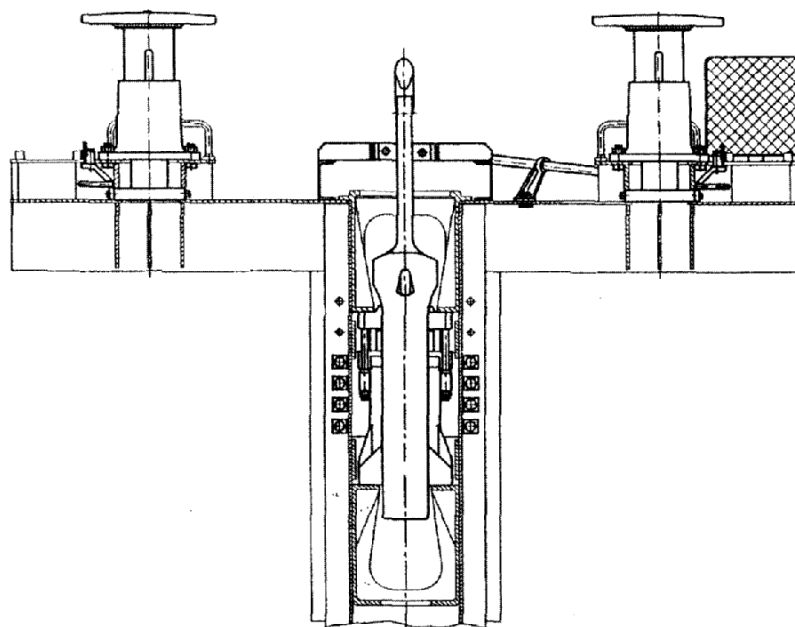
Фірмою “SAB WABCO BSI” також запропоновано конструкцію змішаного зчепу, до складу якого входить головна частина автозчепу СА-3. Головна частина шарнірно поєднується з хвостовиком так, що може повертатися відносно нього у поздовжній вертикальній площині та фіксуватись у двох положеннях — горизонтальному і вертикальному. Хвостовик зчепу одним кінцем взаємодіє з поглинальним апаратом так само, як і у автозчепу типу СА-3, а з протилежного кінця хвостовик виконано у вигляді гака гвинтового зчепу.

Для з'єднання з автозчепом типу СА-3 головна частина змішаного зчепу приводиться у робочий стан – встановлюється горизонтально, для експлуатації на залізницях “вузької” колії використовується гак змішаного зчепу.

а)



б)



а) для вагонів колії 1520 мм; б) для вагонів колії 1435 мм

Рисунок 10 — Міжвагонні зчепи для вагонів різного

стандарту колії

1.3 Сумісність гальмового устаткування

Не менш важливою проблемою забезпечення ефективності взаємодії вагонів різних стандартів залізничних колій є відмінності гальмових систем [1]. Незважаючи на те, що складові частини гальмового устаткування систем функціонально подібні, вони за своїми параметрами не є взаємозамінними і мають різні експлуатаційні умови.

У таблиці 2 наведено параметри гальмових систем, що використовуються на вагонах колії 1520 мм (система Матросова) і колії 1435 мм (система O'erlikon).

Таблиця 2 — Характеристики гальм вагонів колії 1520 мм і 1435 мм

Параметр	Вагони колії 1520 мм	Вагони колії 1435 мм
Тиск наповнення, МПа: - при рівнинному режимі - при гірському режимі	0,53-0,55 0,63-0,65	0,50
Швидкість поширення гальмівної хвилі, м/с	265	275-285
Максимальний тиск, МПа: - у гальмових циліндрах - при порожньому режимі - при середньому режимі - при вантажному режимі	0,14-0,18 0,24-0,32 0,39-0,42	0,145 0,38
Величина падіння тиску в гальмовій магістралі при повному гальмуванні, МПа	0,14-0,15	0,13-0,16
Час наповнення гальмового циліндра, с: - при пасажирському режимі - при вантажному режимі	15-20	3-5 18-30
Час відпуску, с: - при пасажирському режимі - при вантажному режимі	15-25 (рівнинний) 35-40 (гірський)	15-20 45-60

У таблиці 2 наведені дані, що характеризують пневматичні частини гальмових систем. Повітророзподільник системи O'erlikon за своїми технічними характеристиками відповідає повітророзподільнику 483М (система Матросова) у гірському режимі, але відпуск гальм системи O'erlikon має більшу тривалість, ніж системи з повітророзподільником 483М. Механічні частини гальм вагонів колії 1520 мм і колії 1435 мм суттєво відрізняються.

Як відомо, на залізницях колії 1520 мм для вантажних вагонів, крім рефрижераторних, застосовується схема одностороннього натиснення гальмової колодки на колесо, а для вагонів колії 1435 мм здебільшого використовується схема двостороннього натиснення.

Проблеми суміщення гальмових систем можуть вирішуватися такими способами:

- взаємна адаптація режимів роботи гальмових систем;
- установа повітророзподільників двох типів з використанням спільної важільної передачі;
- використання уніфікованого повітророзподільника типу KE-483.

Перші два можливі способи вже опробовано на залізницях України. Результати випробувань довели принципову можливість роботи в одному поїзді різних гальмових систем за умови виконання спеціальних інструктивних вимог до керування гальмами.

Німецькою фірмою Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge за участю російських спеціалістів розроблено комбінований повітророзподільник KE-483, який складається з повітророзподільника Knorr серії KE, магістральної частини гальма колії 1520 мм і кронштейна-камери з перемикачем UC-483.

2 ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ТА ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ХОДОВИХ ЧАСТИН ВАГОНІВ ВАНТАЖНОГО ПАРКУ

Ефективність функціонування і конкурентоспроможність залізниць у вирішальній мірі залежать від безпеки руху рухомого складу, швидкості доставки вантажів і рівня експлуатаційних витрат на тягу поїздів. Низька швидкість доставки вантажів є одним з вирішальних чинників, що перешкоджають масовим перевезенням транзитних вантажів транспортними коридорами “Схід – Захід” та “Північ – Південь”.

Одними з найбільш головних проблем для розробників транспортних засобів залізниць у сучасних умовах є підвищення міжремонтного пробігу і ремонтпридатності одиниць рухомого складу, створення системи ресорного підвішування, що забезпечує високі динамічні властивості ходових частин та ін.

Особливо гострими ці проблеми є для візків вантажних вагонів, які на додаток до зазначених вимог, мають забезпечувати:

- досягнення високих показників динамічних властивостей у вертикальній і горизонтальній площинах;
- оптимізацію здатності вписування в криві ділянки колії;
- зниження зносу вузлів вагона і рейок;
- зменшення опору руху в прямих ділянках колії.

На сьогоднішній день великий відсоток відмов рухомого складу в експлуатації припадає на вагонне господарство, що, головним чином, обумовлено експлуатацією морально і фізично застарілого трьохелементного візка моделі 18-100 (рисунок 11).

Основними недоліками вантажного візка моделі 18-100 є:

- недостатня зв’язаність вузлів рами візка через кутові поверхні надресорної балки на похилі поверхні фрикційних клинів. Це призводить до нерівномірного розподілу горизонтальних динамічних сил і перекосу рами;

– недостатня зв’язаність колісних пар з боковими рамами візка, яка допускає зсув бокових рам відносно буксових вузлів, обумовлює швидкий і нерівномірний знос опорних поверхонь рам, корпусів букс і перерозподіл навантажень, що викликає перевантаження осей колісних пар і зниження довговічності буксових підшипників;

– використання у старих моделях вагонів найпростіших ковзунів жорсткого і опорного з’єднання п’ятник-підп’ятник з швидкою і нерівномірною зношуваністю опорних поверхонь. Це сприяє нестабільності ходових характеристик вагона і прискорює знос колісних пар та інших елементів візка;

– опорні поверхні буксових вузлів незадовільно взаємодіють з опорними поверхнями буксових прорізів бокових рам, що призводить до прискореного нерівномірного спрацьовування, заклинювання, зсувів, обумовлюючи перевантаження роликів підшипників і перекиє колісних пар відносно рами візка. Технології наплавлення зношених поверхонь корпусів букс, що використовуються на виробництві, часто призводять до деформування посадкових поверхонь під установку підшипників;

– зв’язок бокових рам і надресорної балки забезпечується за рахунок роботи фрикційних клинів центрального ресорного підвішування і характеристики цього зв’язку, як показують дослідження ВНИИЖТ, не забезпечують гарантованого обмеження забігання бокових рам і перекосу колісних пар;

– значення пружних та дисипативних параметрів системи горизонтального обресорювання кузова вагона, насамперед у порожньому його стані, не є ефективними. Недостатнім є конструктивний запас величини вільного ходу надресорної балки відносно бокових рам, через те що амплітуда її відносного поперечного переміщення від положення відповідної статичної рівноваги, як правило, не перевищує 18 мм. Внаслідок недостатнього демпфірування горизонтальних коливань при замиканні зазору між фрикційним клином і боковою рамою відбувається удар клина на упорну колонку бокової рами і подальша передача ударного навантаження від бокової рами на торці роликів підшипників і на торцеві кріплення.

Останній із зазначених недоліків призводить до появи

дефектів типу “ялинка”, тобто накопиченню продуктів зносу і можливого заклинювання роликів підшипників, що в сукупності зі значними вертикальними динамічними навантаженнями призводить до нагріву буксових вузлів вагонів у процесі їх експлуатації.

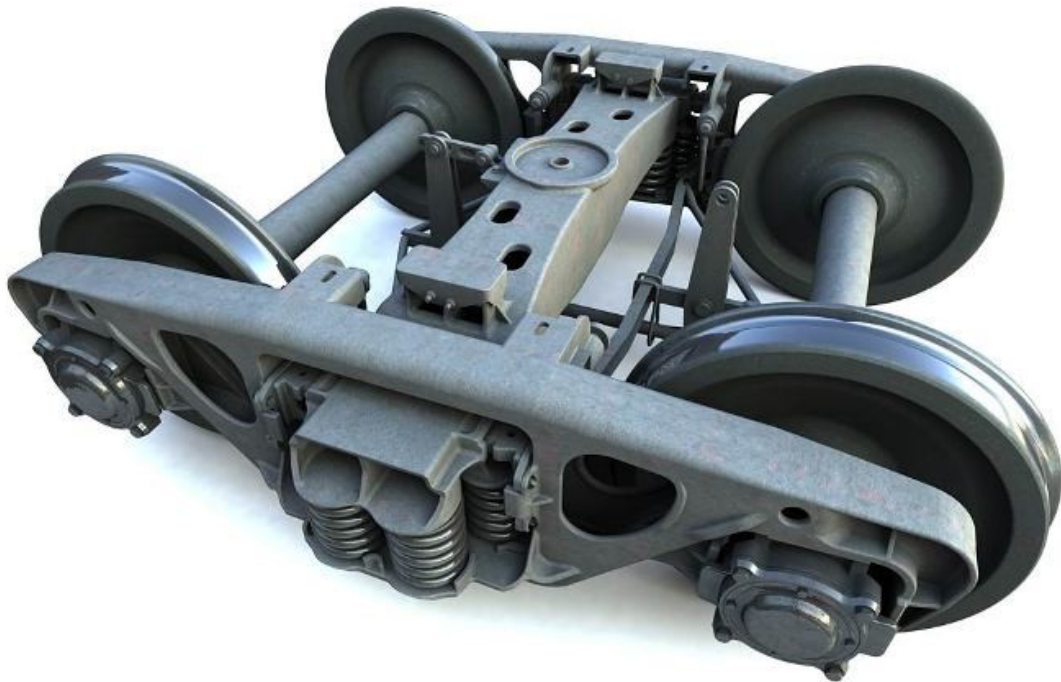


Рисунок 11 — Вантажний візок моделі 18-100

2.1 Конструкційне удосконалення опорних пристроїв та модернізація основних елементів типового вантажного візка моделі 18-100

У цілому необхідність поліпшення конструкції візка моделі 18-100 в першу чергу була викликана збільшенням осьового навантаження.

Другим напрямком модернізації візка моделі 18-100 було збільшення його експлуатаційних якостей і міжремонтних пробігів.

Щодо підвищення міжремонтних пробігів візків вантажних вагонів слід зазначити модернізацію візка моделі 18-100 за проектом М 1698. В основі даної модернізації лежить захист

основних пар тертя візка від зносів у процесі експлуатації, а саме:

– у буксовий отвір бокової рами візка встановлюється змінна прокладка товщиною 6 мм;

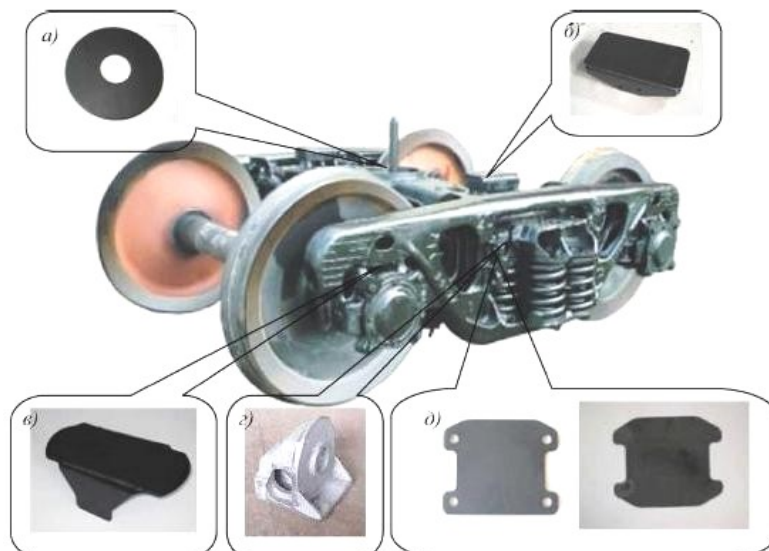
– згідно з проектом типові фрикційні планки замінюють складаними, які встановлюють під фрикційні вузли гасіння коливань. Кожна планка складається з двох елементів: нерухомої фрикційної планки (товщиною 10 мм), яка приклепується до бокової рами і контактної (пересувної) фрикційної планки (товщиною 6 мм), вільно розміщеної між нерухомою планкою і вертикальною поверхнею фрикційного клина;

– сталеві фрикційні клини візка моделі 18-100 замінюють на чавунні;

– у підп'ятник надресорної балки встановлюється зносостійкий елемент зі сталі 30ХГСА у вигляді плоскої прокладки (диска);

– ковзуни обладнують зносостійкими ковпаками.

Візок моделі 18-100, який пройшов дану модернізацію, має позначення 18-100 М. Загальний вигляд деталей візка моделі 18-100 за проектом М 1698 наведено на (рисунку 12).



а – зносостійкий диск; б – зносостійкий ковпак ковзуна;
в – змінна прокладка; г – чавунний клин; д – складова фрикційного клина

Рисунок 12 — Модернізований візок моделі 18-100 за проектом М 1698

Застосування типових п'ятникових опор разом з жорсткими ковзунами значно обмежує можливості поліпшити швидкісні характеристики візків моделі 18-100 через неконтрольованість параметрів їх опору при поворотах відносно кузовів вагонів.

Одним із найбільш конструктивно простих способів заглушення коливань виляння вантажних вагонів є часткове опирання кузовів на пружні або пружно-фрикційні бокові ковзуни.

Для стабілізації руху вантажних вагонів і обмеження коливань їх кузовів на плоских підп'ятниках на північноамериканських залізницях використовуються бокові конзуни різноманітних конструкцій:

– для обмеження коливань кузовів застосовуються роликові ковзуни;

– для зменшення коливань виляння використовуються ковзуни постійного контакту типу ТСС, а також комбіновані фрикційно-роликові ковзуни компанії А. Stucki;

– для зменшення зношування п'ятникових вузлів плоского типу застосовуються різноманітні прокладки і кільця, які встановлюються в підп'ятники візків.

Пружні бокові ковзуни (ПБК) для вітчизняного виробництва запропоновані українськими спеціалістами залізничного транспорту (рисунок 13).

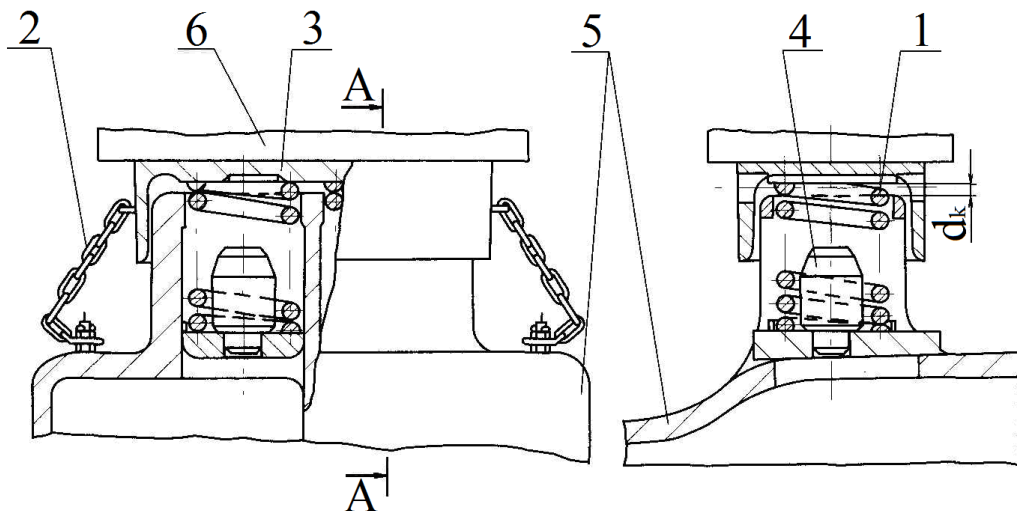


Рисунок 13 — Пружний боковий ковзун

Передбачається запровадження ПБК шляхом модернізації ковзунів стандартної конструкції. Для цього в основі надресорної балки 1 передбачаються спеціальні гнізда, в які встановлюються опори з центрувальним штирем 2. Опора приварюється до основи ковзуна. У ковзун встановлюються дві пружини 3, які мають однакову жорсткість. На пружини спирається ковпак 4, який взаємодіє з ковзуном кузова вагона 5.

Для запобігання втраті ПБК в умовах експлуатації до обох торцевих боків ковпака приварені вушка з гнучкими зв'язками у вигляді ланцюгів 6. На другому кінці кожного ланцюга встановлено монтажну планку, яка прикріплюється на приварений до надресорної балки болт і через шайбу закріплюється гайкою і фіксується шплінтом. У поздовжній стінці ковпака передбачено вікно для контролю зазора між внутрішньою поверхнею ковпака і основою ковзуна.

Ковзуни запропонованої конструкції забезпечують постійний момент непружних сил опору поворотам візка відносно кузова вагона в горизонтальній площині.

2.2 Перспективні конструкції візків вантажних вагонів

При створенні візків нового покоління важливого значення набуває принцип вибору конструктивних схем і параметрів візків, виходячи з умов стійкості руху, віброзахисту надресорної балки і

безпеки руху вагонів.

Створення візків вантажного рухомого складу нового покоління для перспективних умов експлуатації пов'язано з необхідністю внесення змін у їх конструктивні схеми.

Одним з ефективних напрямків робіт щодо удосконалення структурної побудови конструкцій ходових частин є внесення у вузли поєднання несучих елементів додаткових пружних і пружно-дисипативних зв'язків.

Результати досліджень стійкості руху вантажних вагонів з ходовими частинами різних структурних схем дали можливість зробити висновок про необхідність введення додаткових зв'язків для візків зі складеними рамами.

Зокрема рекомендовано:

- поєднати бокові рами пружними поперечними зв'язками;
- опори бокових рам на буксові вузли зробити пружними;
- забезпечити рухомість надресорної балки відносно бокових рам у всіх напрямках;
- суттєво знизити жорсткість ресорного підвішування у поперечному горизонтальному напрямку.

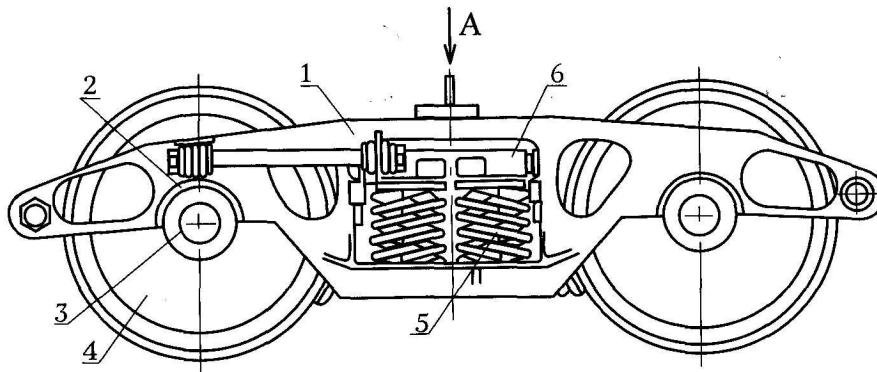
Експериментальний швидкісний візок моделі 50.100

Для визначення впливу додаткових зв'язків на динамічні характеристики ходових частин вантажних вагонів при підвищених швидкостях руху на Уральському вагонобудівному заводі було виготовлено експериментальні зразки візків за оригінальною конструкційною схемою. Цим візкам було присвоєно умовний номер 50.100 (рисунок 14).

До складу візка моделі 50.100 входять дві бокові рами 1, які встановлені через пружні (гумові) прокладки 2 на циліндричні букси 3 колісних пар 4. У центральному прорізі бокових рам встановлено ресорні комплекти 5. На ресорні комплекти опирається надресорна балка 6, на верхній частині якої розміщено під'ятник і пружно-фрикційні ковзуни 8 з регульованим зусиллям попереднього стискання пружин. У

кінцевих частинах надресорної балки встановлено фрикційні гасителі коливань постійного тертя у вигляді підпружинних башмаків, які призначено для гасіння горизонтальних коливань надресорної частини вагона.

Кінці бокових рам візка з'єднані між собою двома гнучкими стержнями 9, що встановлені паралельно осям колісних пар. Кожний стержень закріплено на одній боковині жорстко за допомогою гайки 10, а на другій — рухомо, на податливій посадці. Дані стержні створюють пружне повертальне зусилля, величина якого пропорційна поздовжньому відносному переміщенню боковин. Таким чином, за допомогою поперечних зв'язків бокових рам, виготовлених у вигляді гнучких стержнів, створюється опір, так званому, “забіганню” боковин. Необхідна згинальна жорсткість стержнів забезпечується добром їх параметрів на підставі результатів попередніх розрахунків.



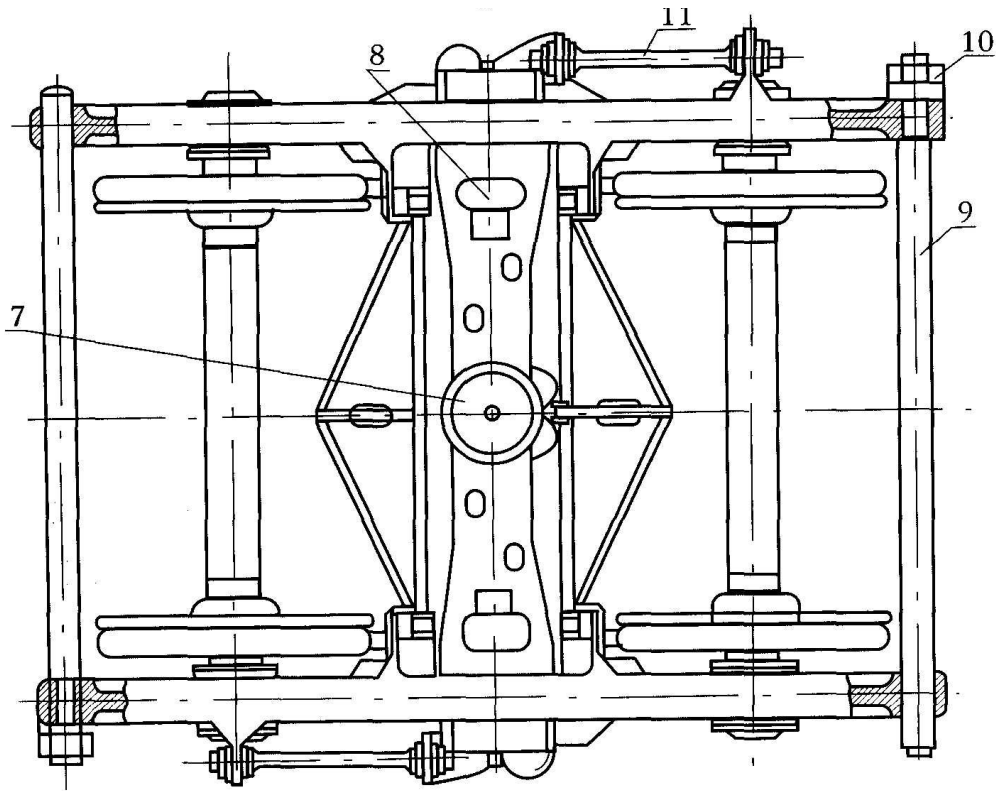


Рисунок 14 — Візок моделі 50.100

Надресорна балка по кінцях з'єднана з кожною боковиною додатковими зв'язками у вигляді тягових повідців 11 на зразок таких, що використовуються у візках пасажирських вагонів типу КВЗ-ЦНИИ. Ці зв'язки разом з пружинами ресорного підвішування утримують надресорну балку у центральному положенні.

Конструкційною особливістю візка моделі 50.100 є застосування в ресорному підвішуванні ножових опор. При цьому досягається значне зниження горизонтальної поперечної жорсткості ресорного підвішування, що важливо для поліпшення динамічних властивостей вагонів.

Ресорний комплект розміщується у центральному прорізі бокової рами і складається з дворядних пружин та фрикційного гасителя коливань, який вмонтовано в одну із зовнішніх пружин. Фрикційний гаситель коливань виготовлений за типом гасителя, що використовується у тривісних візках моделі 18-102 (УВЗ-9М). Нижня опорна поверхня гасителя коливань виготовляється сферичною.

Надресорна балка спирається на пружини ресорного комплексу через шарнірні опори-ножі. Кожна ножова опора складається зі встановленої на подвійну пружину вкладки 7, на верхній поверхні якої міститься циліндрична виїмка 8, в яку входить циліндрична вставка 9, що закріплена на нижній опорній поверхні надресорної балки. Вставка та виїмка ножової опори розміщені вздовж бокової рами. Між вкладкою і надресорною балкою є зазор.

Візок моделі 18-781

З огляду на необхідність конструкційної та технологічної спадкоємності візок моделі 18-781 створено з використанням несучих елементів неідресорених частин візка моделі 18-100 і оригінальних технічних рішень, випробуваних на експериментальному візку моделі 50.100, що став його прототипом.

Надресорну балку візка поєднано з боковими балками за допомогою системи підпружинених башмаків-ковзунів.

Основна технічна характеристика візка моделі 18-781 наведена в таблиці 3.

Таблиця 3 — Технічна характеристика візка моделі моделі 18-781

Параметр	Значення
Маса візка, т	4,8
База візка, мм	1850
Максимальне осьове навантаження, кН (тс)	230,54 (23,5)
Статичний прогин ресорного підвішування, мм	50
Коефіцієнт відносного тертя фрикційного гасителя коливань	0,08-0,12
Зусилля стиску пружин горизонтальних башмаків-ковзунів, кН	4
Відстань між пружними боковими ковзунами, мм	1524

Візок моделі 18-578

Відкрите акціонерне товариство (ВАТ) “НПК “Уралвагонзавод” на базі візка моделі 18-100 розробило візок моделі 18-578 (рисунок 15).

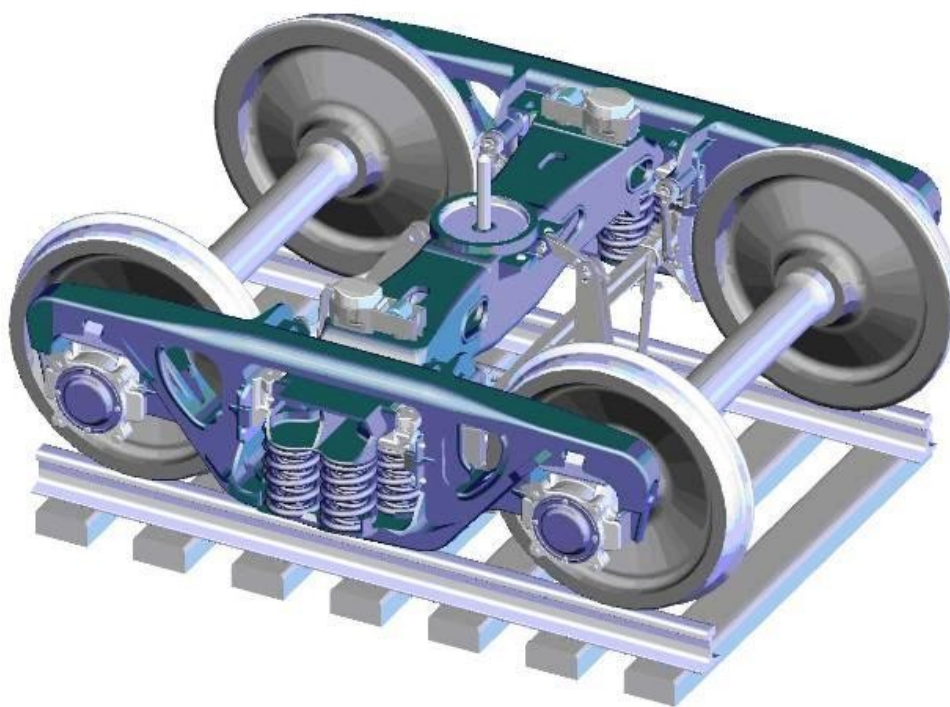


Рисунок 15 — Загальний вигляд візка моделі 18-578

Основна технічна характеристика візка моделі 18-578 наведена в таблиці 4.

Таблиця 4 — Основна технічна характеристика візка моделі 18-578

Параметр	Значення
База візка, мм	1850
Ширина рейкової колії, мм	1520/1435
Конструкційна швидкість, км/год	120
Діаметр підп'ятника, мм	300
Тип ковзуна	пружно-котковий
Відстань між осями ресорних комплектів, мм	2036
Висота від рівня головок рейок до опорної	811

поверхні підп'ятника у вільному стані, мм	
Гнучкість (вертикальна) ресорного підвішування, мм/т	1,57
Розрахунковий коефіцієнт відносного тертя ресорного підвішування: - під масою бруто вагона - під тарою	0,084 0,099
Передаточне відношення гальмової важільної передачі	7
Маса візка, т	4,738
Гарантований міжремонтний пробіг, тис. км	500

Візок 18-578 є двовісний. Рама візка нежорсткого типу. Конструкція візка забезпечує проходження вагонами кривих ділянок колії з мінімальним радіусом 60 м, сортувальних гірок і гірок вагоноперекидачів.

Конструкція даного візка забезпечує можливість встановлення на нього автоматичного регулятора режимів гальмування. При цьому на одному з візків, що підкочується під вагон, встановлюється опорна балка. Бокові рами і надресорна балка виготовлені зі сталі 20 ГЛ відповідно до ОСТ 32.183. Зносостійкі елементи бічних рам і надресорних балок – зі сталі 30ХГСА за ГОСТ 11269.

Призначений термін служби візка (за ресурсом бокової рами і надресорної балки) — 32 роки. Призначений ресурс пробігу від побудови до першого деповського ремонту — 500 тис. км, але не більше 4 років, для візків без зносостійкого захисту зовнішнього бурту підп'ятникового місця надресорної балки — 250 тис. км, але не більше 3 років.

У візку моделі 18-578 застосований ряд конструктивних і технологічних рішень для збільшення міжремонтного періоду вантажних вагонів по пробігу до 500 тис. км і гарантійного терміну експлуатації до 4 років.

Однією з особливостей конструкції даної моделі візка є наявність пружно-коткових ковзунів (рисунок 16). Ковзуни пружно-коткового типу постійного контакту призначені для гасіння бічних коливань кузова вагона, обмеження його впливу

на рейкову колію і підвищення стійкості руху вагона.

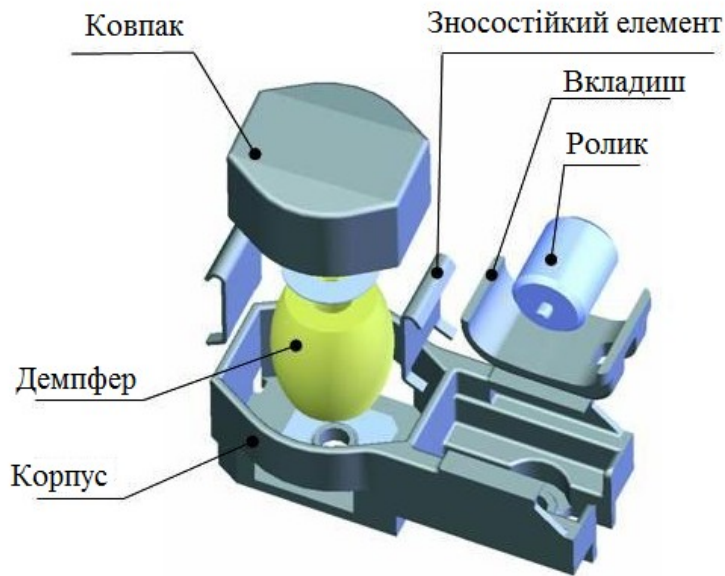


Рисунок 16 — Пружно-котковий ковзун візка моделі 18-578

Пружно-котковий ковзун візка складається з корпусу, пружного елемента (демпфера), ковпака, вкладиша і ролика.

Демпфер виконано бочкоподібної форми з полімерного матеріалу, він міститься в литому корпусі і призначений для гасіння вертикальних коливань. На демпфер встановлюється ковпак зі зносостійкого матеріалу, який перебуває в постійному контакті з відповідною частиною ковзуна, що розташований на шворневій балці рами вагона.

Для захисту від зносів на похилій поверхні фрикційного клина (рисунок 17) встановлюється змінна зносостійка поліуретанова накладка, яка фіксується за допомогою виступів, виконаних за одне ціле з тілом накладки і вхідних в аналогічні заглиблення клина.

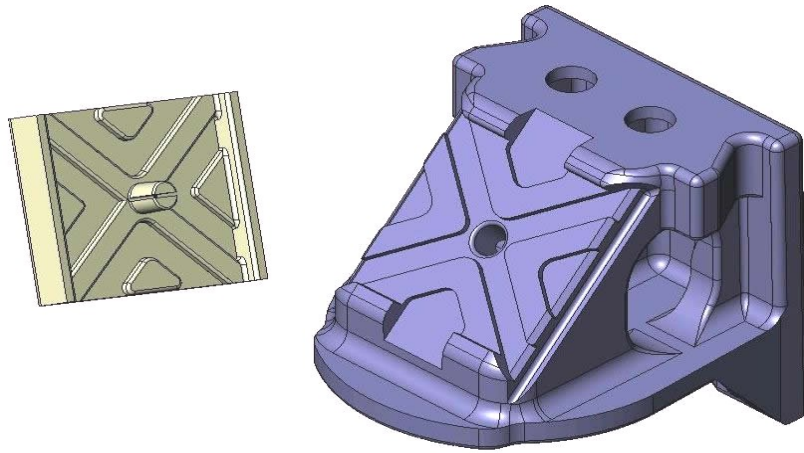


Рисунок 17 — Фрикційний клин зі змінною поліуретановою накладкою

Крім цього, в конструкції візка передбачено захист основних вузлів тертя:

- зносостійка чаша, яка встановлюється в підп'ятник надресорної балки;
- колеса підвищеної якості і твердості;
- підшипники касетного типу;
- ресорне підвішування виконано з пружин меншої жорсткості, порівняно з візком моделі 18-100.

Візок моделі 18-578 обладнаний пристроєм спрямованого відведення колодок гальмової важільної передачі (рисунок 18).



Пристрій рівномірного відведення колодок від коліс, забезпечує рівномірний знос колодок



Модернізація вертикального важеля

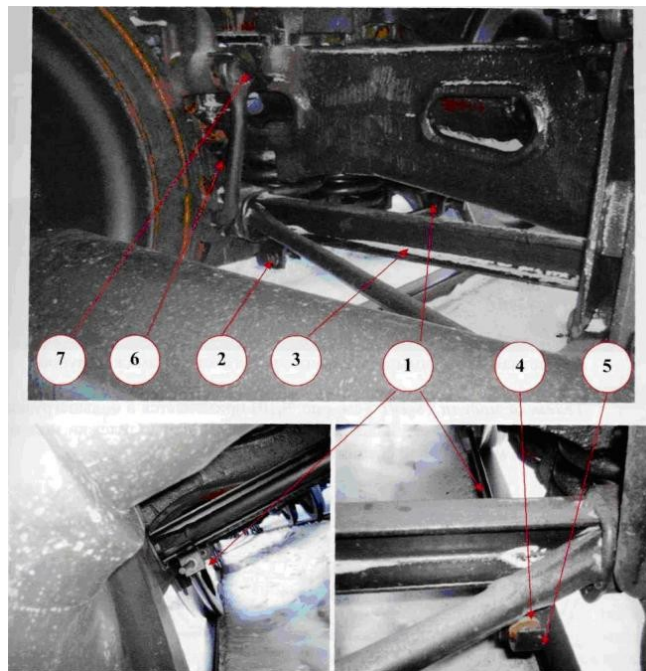


Рисунок 18 — Пристрій для відведення гальмових колодок від коліс

До складу пристрою входять два жорстко закріплені з одного краю стержні 1, що проходять в отвори кронштейнів 2, приварених на тріангелях 3. В отворах кронштейнів встановлені зносостійкі полімерні втулки 4. Скоби 5 підгинаються до головок стержнів і призначені для їх захисту від випадіння. Кріплення гальмових колодок 6 і наконечників на тріангелі 3 здійснюється за допомогою заклепок.

У шарнірних з'єднаннях важелів з тріангелями, затяжками і державкою мертвої точки встановлені зносостійкі втулки. В отворах підвісок тріангеля 7 встановлені гумові втулки.

Візок моделі 18-9771

При виготовленні візка моделі 18-9771 використані технічні рішення, аналогічні тим, що застосовувалися у візку моделі 18-578.

Головною відмінністю візка моделі 18-9771 від 18-578 стала можливість застосування різних конструкцій пружних і пружно-коткових ковзунів основних світових виробників. Виникла можливість обладнання візка жорсткими ковзунами, які мають зазори (для підкочування візка 18-9771 під вагони, що призначені для експлуатації на візках моделі 18-100).

Загальний вигляд візка моделі 18-9771 наведено на рисунку 19.



Рисунок 19 — Загальний вигляд візка моделі 18-9771

На думку російських спеціалістів залізничного транспорту, візки моделей 18-578 та 18-9771 є перспективними перехідними моделями до візків з підвищеним осьовим навантаженням.

Однак важливо зазначити, що досвід експлуатації візка моделі 18-578 виявив недостатню надійність зони внутрішнього кута буксового отвору бічної рами.

У зв'язку з чим фахівцями ВАТ “НПК “Уралвагонзавод” розроблена посилена бічна рама.

Спеціалісти ТОВ “Промтрактор-Промлит” спільно зі співробітниками Інженерного центру вагонобудування розробили проект удосконалення конструкції бокової рами в зоні буксового отвору. Згідно з розрахунками, напруження і ймовірності виникнення дефектів у зазначеній зоні нової бокової рами знижені на третину порівняно з прототипом.

Візок моделі 18-9810

В основі даної розробки покладено візок S-2-R, спроектований компанією “Standard Car Truck Co”, що входить у корпорацію “WABTEC” (США).

Візок моделі 18-9810 призначений для експлуатації під універсальними і спеціалізованими вантажними вагонами колії 1520 мм і є повністю взаємозамінним з візком моделі 18-100.

Конструкція візка розроблена для осьового навантаження 230,535 кН та конструкційної швидкості руху 120 км/год. При цьому пружини ресорного комплекту і бокові рами мають запас міцності для осьового навантаження в 245,25 кН (рисунок 20).

Конструкція візка практично повністю виключає наявність неметалевих елементів, що дає можливість його експлуатувати при температурах до -60°C , а застосування зносостійких матеріалів у вузлах тертя забезпечує міжремонтний пробіг не менше 500 тис. км.

Конструкція вразливих деталей і вузлів передбачає візуальні індикатори граничного стану. Така конструкція спрощує огляд в експлуатації. Ресорне підвішування складається з комплекту дворядних циліндричних пружин. Підвішування обладнується складовими фрикційними клинами просторової дії, що

складаються з двох дзеркальних частин. Фрикційні клини виготовляють з високоміцного чавуну. Це забезпечує стабільні характеристики тертя на поверхні, що контактує з фрикційною планкою, розміщеною на боковій рамі. У кишені надресорної балки приварюють змінну вставку просторової конфігурації, виготовлену з м'якої сталі. У такій конструкції оберт надресорної балки відносно бокової рами, що виникає при взаємному “забіганні” бокових рам, обмежений.



Рисунок 20 — Візок моделі 18-9810

Колісні пари з дворядними касетними підшипниками взаємодіють з боковими рамами через адаптери з високоміцного чавуну і захисні скоби. Їх встановлюють у буксових отворах. Конструкція бокових рам візка забезпечує підвищений опір втомі. Отвори відкривають доступ до гальмових колодок не гірше, ніж у візку моделі 18-100, а також доступ до гайок гвинтів, що кріплять фрикційні планки.

На надресорній балці візка виконані майданчики для встановлення бокових ковзунів постійного контакту, що складаються з комплекту циліндричних пружин, розташованих усередині корпусу. Кількість пружин ковзуна підбирається залежно від тари вагона.

Візки моделей 18-194-1 та 18-9800

У вирішенні задачі підвищення осьових навантажень вченими і виробничниками також досягнуто значного прогресу. У даний час пройшли повний цикл постановки на виробництво та сертифікацію два вантажні візки з осьовим навантаженням 245,25 кН. Це візки моделі 18-194-1 (рисунок 21) виробництва ВАТ “НПК “Уралвагонзавод”” і моделі 18-9800 (рисунок 22) виробництва закритого акціонерного товариства (ЗАТ) “ПромтракторВагон” .



Рисунок 21 — Візок моделі 18-194-1



Рисунок 22 — Візок моделі 18-9800

У конструкції цих візків застосовуються фрикційні клини збільшеної ширини, порівняно з візком моделі 18-100. В конструкціях буксових вузлів використовуються касетні підшипники, введені пружні елементи, що забезпечують додаткове гасіння збурюючих зусиль, а також поліпшені загальні динамічні характеристики. Ковзуни постійного контакту (пружні для моделі 18-9800 і пружно-каткові для моделі 18-194-1) забезпечують постійний момент опору коливанням виляння візків під вагоном. Візки моделей 18-194-1 та 18-9800 призначені для експлуатації під напіввагонами моделей 12-196-01 та 12-2123 відповідно.

Візок моделі 18-9836

Перспективною конструкцією візка з осьовим навантаженням 245,25 кН є візок моделі 18-9836 виробництва ЗАТ “ПромтракторВагон”. Прототипом конструкції цього візка є візок моделі “Motion Control”.

Візок моделі 18-9836 (рисунок 23) призначений для використання під універсальними і спеціалізованими вантажними вагонами колії 1520 мм з допустимим осьовим навантаженням до 245,25 кН та конструкційною швидкістю руху 120 км/год.



Рисунок 23 — Візок моделі 18-9836

Конструкція візка і використання останніх розробок у галузі захисту пар тертя візків дають змогу прогнозувати пробіг елементів візка до заміни близько 1 млн км. Деталі й вузли, що зношуються, мають візуальні індикатори граничного стану, що істотно скорочує час при технічному обслуговуванні.

Ресорне підвішування візка складається з циліндричних пружин, розрахованих на пробіг між замінами не менше 2 млн км. Демпфірування коливань у візку здійснюється за допомогою фрикційних клинів. Колісні пари візка обладнують касетними підшипниками. Вони взаємодіють з боковими рамами через адаптер і пружні елементи, що знижує вплив на рейкову колію.

Параметри міцності бічної рами візка в зоні внутрішнього кута ресорного отвору значно перевершують параметри міцності бокової рами візка моделі 18-100. При цьому конфігурація бокової рами не перешкоджає візуальному контролю товщини колодок фрикційного гальма.

Візок обладнаний ковзунами постійного контакту, в яких в як пружні елементи застосовуються циліндричні пружини, розташовані всередині корпусу. Застосування пружин у ковзунах візка забезпечує стабільність характеристик жорсткості залежно від температури.

Експлуатація візка доцільна в складі спеціалізованих контейнерних платформ. Конструкційна швидкість руху візка становить 140 км/год.

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ТА ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ХОДОВИХ ЧАСТИН ВАГОНІВ ПАСАЖИРСЬКОГО ПАРКУ

Візок моделі 68-875 (68-876)

Візки моделей 68-875 (68-876) та 68-4065 (68-4066) забезпечують нормальну експлуатацію вагонів зі швидкостями руху 160 км/год.

Ці візки використовуються під пасажирськими, поштовими, багажними, а також спеціалізованими вагонами масою бруто до 72 т і розрізняються жорсткістю ресорного підвішування.

Візок являє собою варіант подальшого розвитку конструкції візка типу КВЗ-ЦНИИ [5] (рисунок 24).

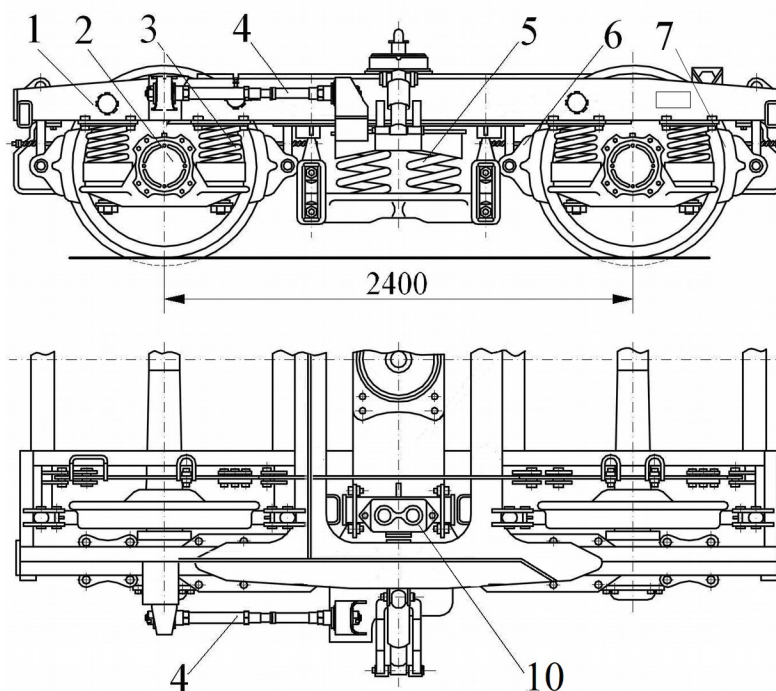


Рисунок 24 — Візок моделі 68-875

Він складається з двох колісних пар з буксовими вузлами 2, подвійного ресорного підвішування – буксового 3 і центрального коліскового 5, рами 1, надресорної балки 6 і гальмової важільної передачі 7. Кузов спирається на візок через ковзуни 10 надресорної балки; зв'язок рами з буксами — пружний

шпінтонно-безщелепний; гальмо – колодке з двобічним натисненням колодок.

Рама візка (рисунок 25) – зварна, Н-подібної форми. Вона складається з двох бічних 2, двох середніх поперечних 10, чотирьох скорочених кінцевих 8 і чотирьох допоміжних поздовжніх балок 9. Елементи рами виготовляють зі сталі СтЗсп або 09Г2Д.

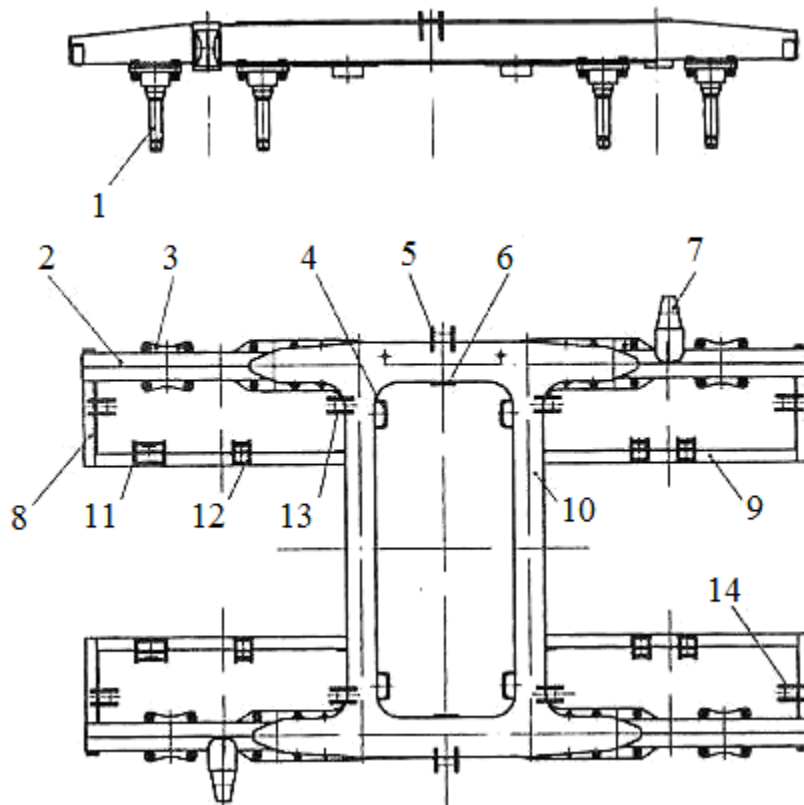


Рисунок 25 — Рама візка моделі 68-875

Бічні балки 2 рами зварені з двох швелерів № 20 В і мають замкнений коробчастий переріз. У середній частині зверху і знизу вони перекриті сталевими підсилювальними металевими листами. До бічних балок знизу приварені опорні плити 3 з центрувальними кільцями, збоку – кронштейни 5 і 7 для кріплення відповідно гасителів коливань і поздовжніх повідців, а також вертикальні ковзуни 6. До опорних плит прикріплені гвинтами шпінтони 1 буксового підвішування. У нижній частині кожної бічної балки є два овальні отвори для тяг-підвісок коліски і чотири отвори для запобіжних скоб.

Під некотловий бік вагона підкочуються візки моделі 68-875, під котловий — моделі 68-876.

Візок моделі 68-876 обладнаний текстропно-карданним приводом до генератора від торця шийки вісі. Вона має більш жорстке підвішування та кінцеву поперечну балку, на якій кріпляться генератор, ведений шків привода з натяжним пристроєм і карданний вал.

Візок моделі 68-4065 (68-4066)

Візки підкочуються під вагони із системою кондиціонування повітря та масою бруто до 72 т.

Візок моделі 68-4065 є взаємозамінюваним з візком моделі 68-875 (КВЗ-ЦНИИ), що випускався раніше. Відмінною особливістю візка є змінена конструкція підвіски гальмових башмаків та використання у центральному підвішуванні окремого гасіння коливань вертикальними та горизонтальними гасителями. Для кріплення гасителів коливань на рамі та надресорній балці візка передбачені спеціальні кронштейни.

Візок моделі 68-4066 обладнаний генератором потужністю 32 кВт з редукторно-карданним приводом від середньої частини осі колісної пари.

Тверським вагонобудівним заводом розроблені для пасажирських вагонів нового покоління візки моделей 68-4071 (68-4072) та 68-4075 (68-4076) відповідно для швидкостей руху 160 і 200 км/год.

Візки моделі 68-4071 (68-4072)

Візки моделі 68-4071 (68-4072) призначені для пасажирських вагонів, що експлуатуються зі швидкостями руху 160 км/год. Конструктивно вони виконані однаково і розрізняються жорсткістю ресорного підвішування, а також наявністю у візка моделі 68-4072 привода ручного гальма та текстропно-карданного привода від генератора.

Візок моделі 68-4072 (рисунок 26) складається з двох колісних пар 1, чотирьох буксових вузлів 6, буксового підвішування 2, рами 5, центрального підвішування 3, надресорної балки 4 і гальмового устаткування 7.

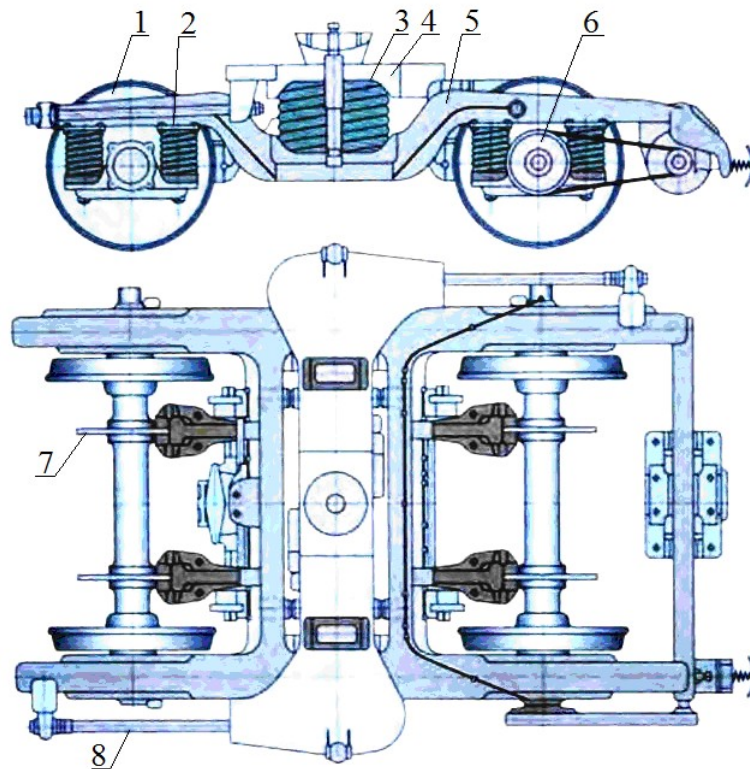


Рисунок 26 — Візок моделі 68-4072

Опора кузова на візки здійснюється через бічні ковзуни надресорної балки, зв'язок надресорної балки з рамою — за допомогою повідців 8.

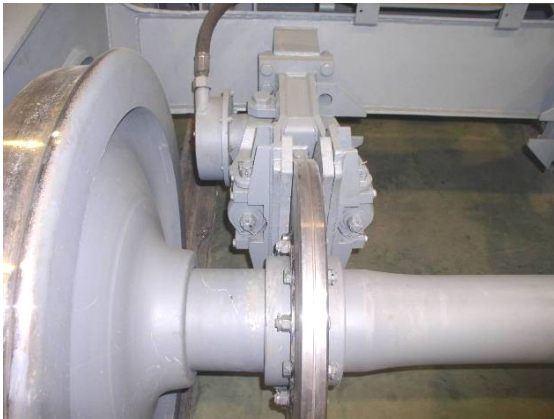
Колісні пари оснащені гальмовими дисками (рисунок 27, а) і противоюзовими осьовими датчиками (рисунок 27, б).

Рама — зварна з двома поздовжніми і двома середніми поперечними балками. Візок має також кінцеву поперечну балку, на якій кріпиться генератор. На візку моделі 68-4071 кінцевої балки немає. Поздовжні балки вигнуті посередині, утворюють горизонтальний майданчик, до якого приварені піддони для встановлення пружин центрального підвішування.

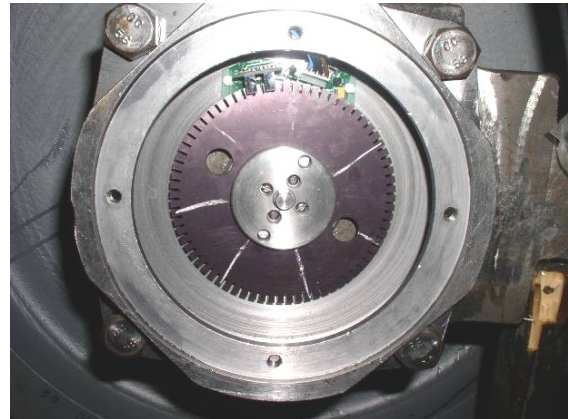
Буксове підвішування складається з циліндричних пружин і фрикційних гасителів коливань, як і у типового візка. Центральне

підвішування — безколискове, складається з чотирьох однорядних циліндричних пружин і гідравлічних гасителів коливань — двох вертикальних і двох горизонтальних, що забезпечують роздільне гасіння вертикальних і горизонтальних коливань.

а)



б)



а – дискове гальмо; б – протиюзовий осьовий датчик

Рисунок 27 — Вузли колісних пар пасажирських вагонів

Візок обладнаний електропневматичним дисковим гальмом і має ручне гальмо. Дискове гальмо виконане з чотирьох окремих кліщових механізмів. Кожний механізм складається з гальмового циліндра, важелів, башмаків з фрикційними накладками та гальмового диска. Диски являють собою кільця, сполучені внутрішніми ребрами, що під час обертання створюють потік повітря, що охолоджує елементи гальма.

Візки моделей 68-4095 (68-4096)

Візки моделей 68-4095 та 68-4096 є безколисковими, призначені для експлуатації під пасажирськими вагонами локомотивної тяги магістральних залізниць колії 1520 мм та розраховані на швидкості руху до 160 км/год (рисунок 28). Основна конструктивна відмінність візка закладена у самій

назві — без колісковий, що пов'язано зі зміною вторинного центрального підвішування [3].

а)



б)



а – у вільному стані; б – під вагоном

Рисунок 28 — Загальний вид візка моделі 68-4095

Візок моделі 68-4096 (рисунок 29) має подвійне ресорне підвішування, з буксовими вузлами на підшипниках кочення касетного типу та гідравлічними гасителями коливань у центральному підвішуванні.

У буксовому та центральному підвішуванні використані циліндричні пружини.

Візок обладнаний редуктором потужністю 32 кВт на середній частині осі та приводом ручного гальма.

Рама 3 через буксові пружини, повідці 4 пов'язана з двома колісними парами 5 та 6. На пружини центрального підвішування 7, що встановлені на піддонах рами, спирається надресорна балка 8, пов'язана з рамою у поздовжньому напрямку діагонально розміщеними повідцями 9, а у поперечному напрямку – пружинами та гідравлічними гасителями коливань (горизонтальними та вертикальними). На поперечних балках рами закріплені гальмові блоки 12 з кліщовими механізмами та гальмовими циліндрами з вбудованим регулятором виходу

штока, а на одній з них міститься додатковий кронштейн з устаткуванням важелів і тяг привода ручного гальма.

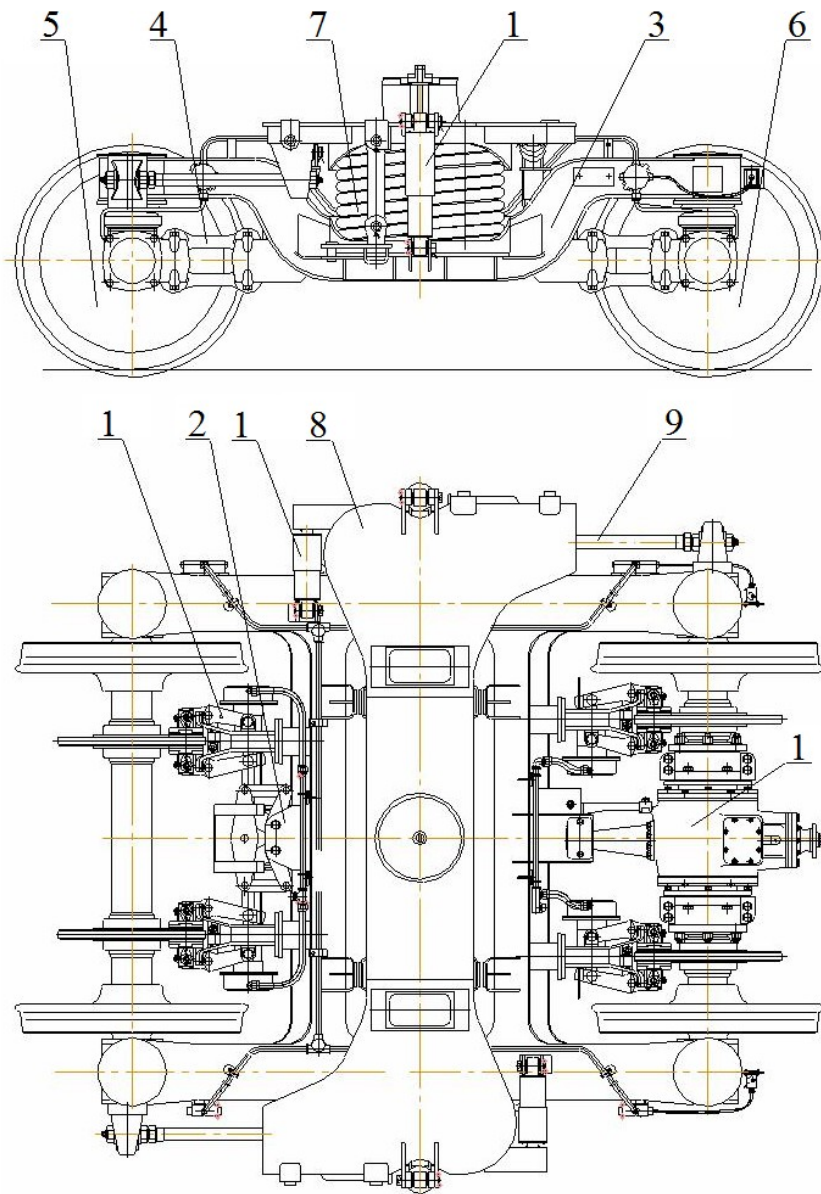


Рисунок 29 — Візок моделі 68-4096

Рама візка (рисунок 30) зварної коробчастої конструкції з листового прокату складається з двох поздовжніх 1 та двох поперечних 2 балок.

Поздовжні балки в центральній частині мають вигини у вертикальній площині з ввареними в них піддонами, на які встановлюються пружини центрального підвішування, а по кінцях мають вварені циліндричні втулки для встановлення пружин буксового підвішування.

Поздовжні балки з'єднуються між собою поперечними балками, які мають трапецієподібний переріз.

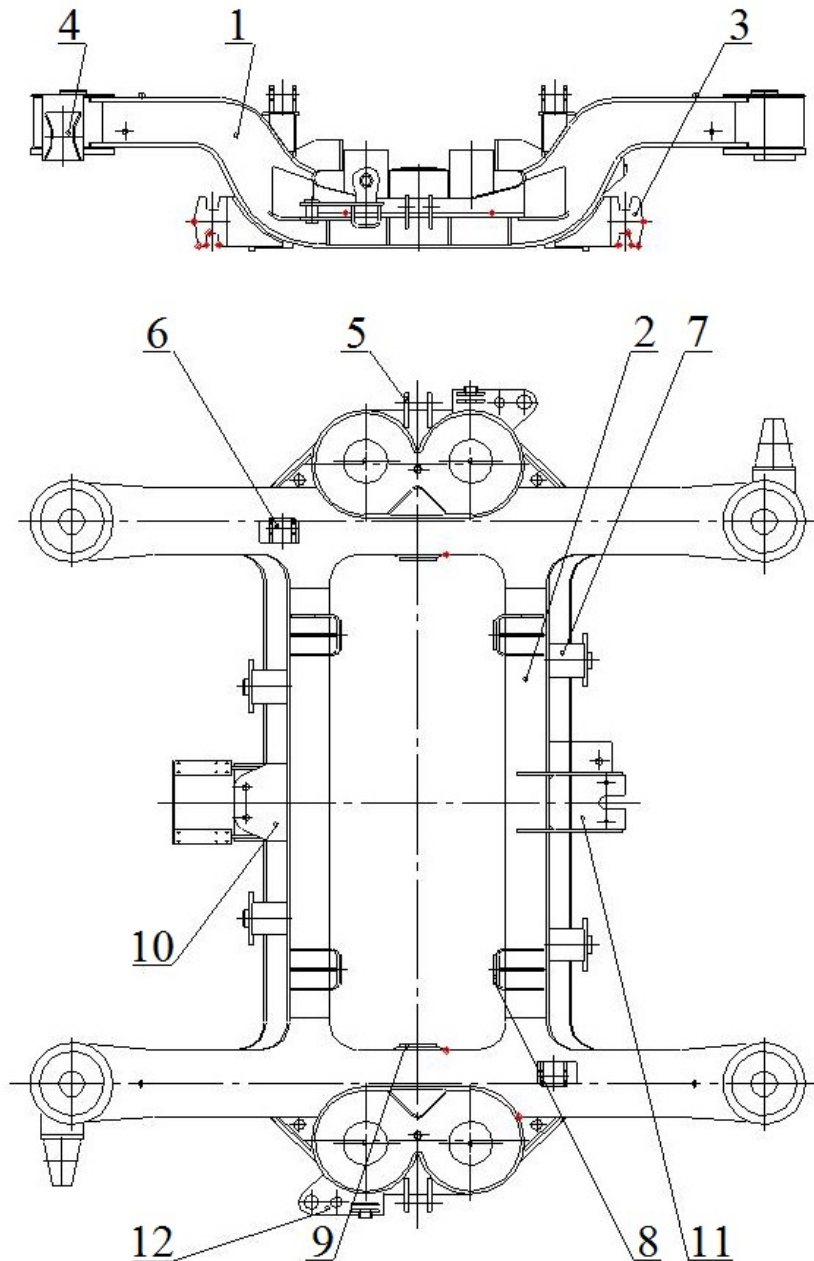


Рисунок 30 — Рама візка моделі 68-4096

Також на рамі монтуються кронштейни 3 та 4 для встановлення повідців, кронштейни 5 для встановлення вертикальних гасителів, кронштейни 6 для горизонтальних гасителів, кронштейни 7 для кріплення гальмових блоків, ковзуни 8 та 9 для обмеження переміщень надресорної балки, кронштейн 10 привода ручного гальма, кронштейн 11 для

кріплення опорного важеля корпусу редуктора, кронштейн 12 для тимчасового кріплення серги та перекочування візка та вагона.

Буксове підвішування (рисунок 31) складається з дворядного комплекту гвинтових циліндричних пружин 1 з відтягненими та підтисненими опорними витками, гнізда опорного 2, гумової прокладки 3 та двох повідців 3. Повідці встановлюються на клинові пази кронштейнів букси, а також рами візка та стопоряться шайбами 6.

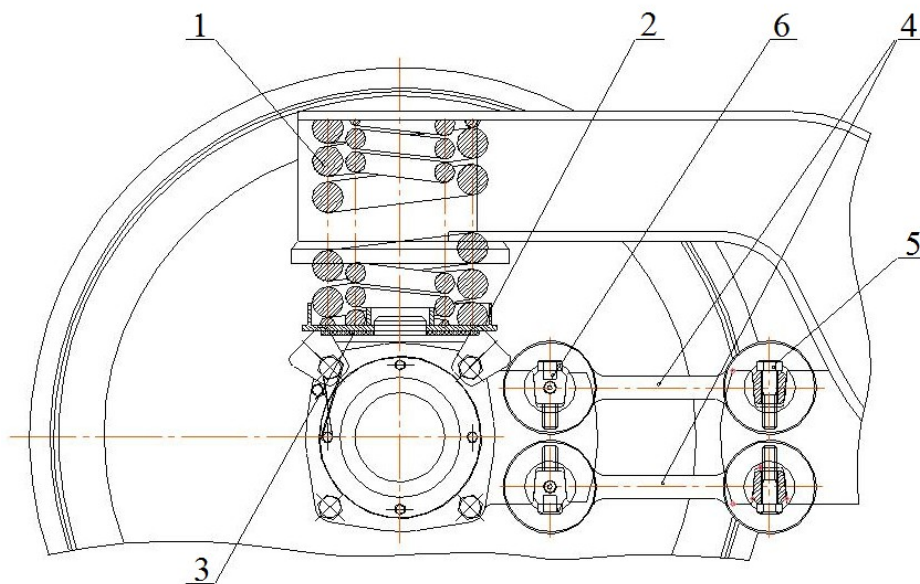


Рисунок 31 — Буксове підвішування візка моделі 68-4096

Підвішування центральне (рисунок 32) є другим ступенем ресорного підвішування візка. Воно виконане безколісковим з циліндричними гвинтовими пружинами 1, вертикальними 2 та горизонтальними 3 гідравлічними гасителями коливань.

Для реалізації моменту тертя в опорних ковзунах і для попередження повздожніх зусиль призначені поздовжні повідці 4. Для обмеження прогину використані зварені опори 5, що встановлені всередині пружин.

Для фіксації надресорної балки відносно рами візка перед підкочуванням візка під вагон є стяжний пристрій, що складається з двох серг 6, осей 7 та елементів кріплення.

Пружини 1 при цьому мають бути попередньо стиснені до збігу паза серги з отворами у провушинах на рамі візка.

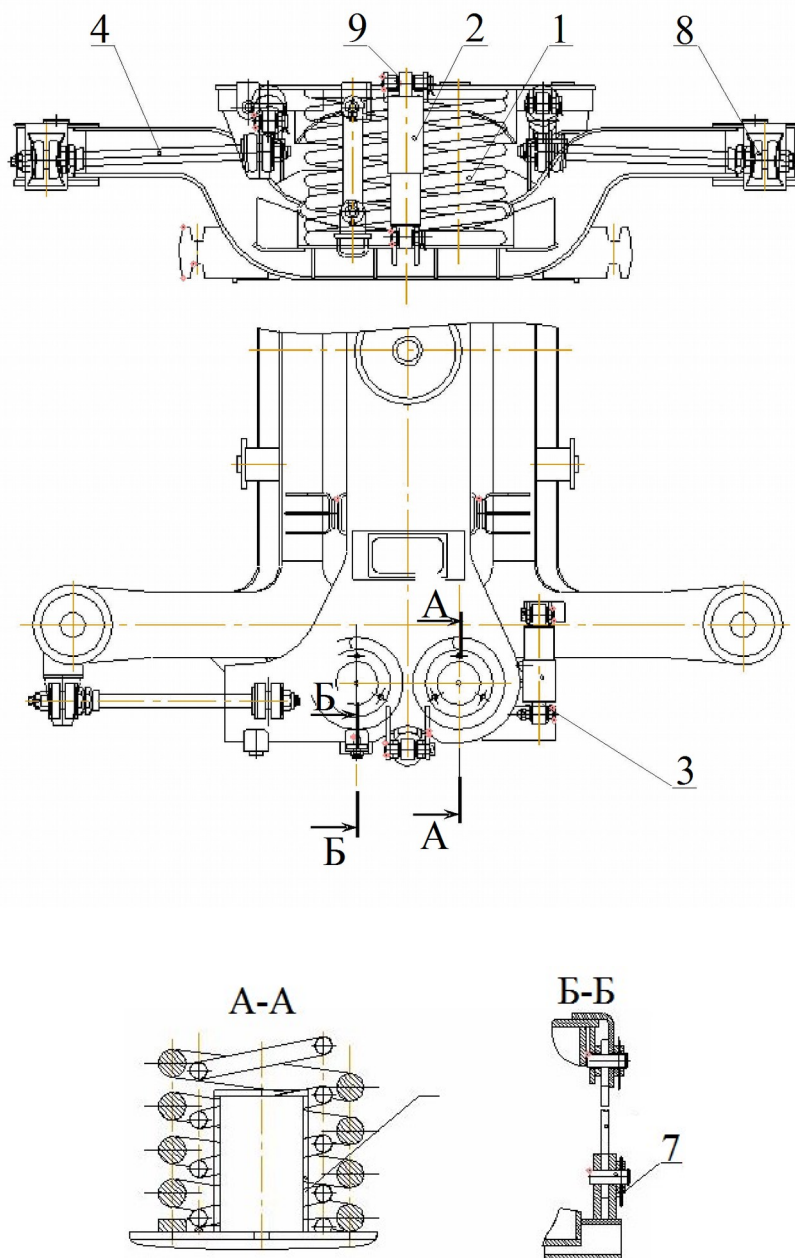


Рисунок 32 — Центральне підвішування візка моделі 68-4096

Надресорна балка (рисунок 33) являє собою зварну коробчасту конструкцію. В середній частині верхнього опорного листа 1 балки приварене кільце 2 та втулка 3, за допомогою яких візок пов'язаний через шворінь з п'ятником кузова вагона. По кінцях бруса приварені циліндричні обичайки 4 та кільця 5 для встановлення та фіксації пружин, кронштейни 6 повідців та

кронштейни 7 для горизонтальних гасителів.

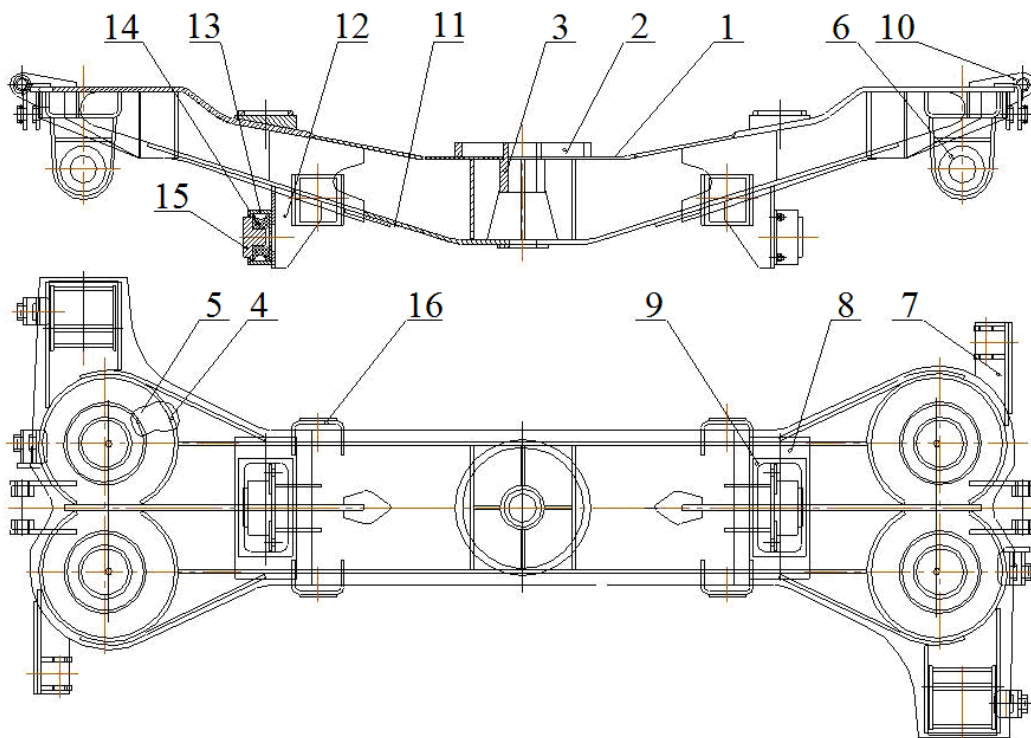


Рисунок 33 — Надресорна балка візка моделі 68-4096

До верхнього опорного листа приварені також дві основи 8 для встановлення рамок 9 під опорні ковзуни, а також кронштейни 10 для встановлення вертикальних гасителів.

До нижнього листа 11 приварені упори 12 на яких закріплюються коробки ковзунів 13 з амортизаторами 14 та вставками 15. Упори 16 обмежують поздовжні переміщення.

На візку можливе використання замість привода ручного гальма автоматичного гальмування. Тоді на гальмові диски однієї з колісних пар кожного візка діють кліщові механізми, що з'єднані зі стоп-циліндром з вбудованим регулятором виходу штока, які при відсутності потоку повітря в циліндрі за рахунок зусилля спеціальної пружини гальмують цю колісну пару.

Візки моделі 68-4075 (68-4076)

Візки моделей 68-4075 (68-4076) призначені для експлуатації під пасажирськими вагонами зі швидкостями руху до 200 км/год (рисунок 34).

а)



б)



а – модель 68-4075; б – модель 68-4076

Рисунок 34 — Візки пасажирських вагонів

Основна відмінність візка моделі 68-4076 від 68-4096 полягає у конструкції буксового підвішування (рисунок 35), яке обладнане гідравлічним гасителем вертикальних коливань рами відносно колісної пари.

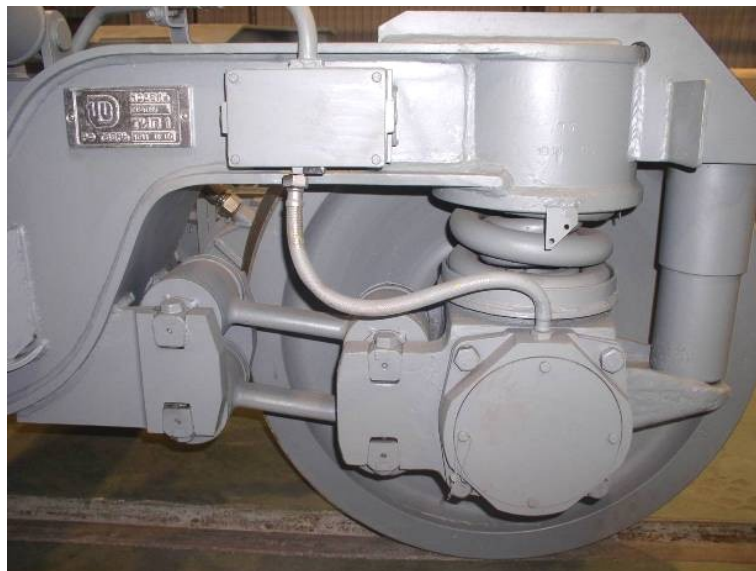


Рисунок 35 — Буксове підвішування візка моделі 68-4076

Буксовий гідравлічний гаситель зі штировим кріпленням встановлюється в кронштейнах рами та корпусу букси у гумових амортизаторах і закріплюється за допомогою шайб, гайок та

шплінтів.

Основна технічна характеристика зазначених моделей пасажирських візків наведена в таблиці 5.

4 ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ-ТРАНСПОРТЕРІВ

Вагон-транспортер – це довгобазова платформа з низьким центром ваги, яка застосовується для перевезення великогабаритних вантажів (великотоннажних трансформаторів, великогабаритних вузлів гідравлічних турбін, статорів та роторів генераторів великої потужності, станини великих верстатів, різного роду маховиків, котлів великої довжини і т. п., які за своїми розмірами та (або) масою не можуть бути перевезені в інших вагонах) [4].

На залізницях України та країн СНД експлуатуються транспортери вантажопідйомністю від 55 т (4-вісні) до 500 т (32-вісні) з кількістю вісей: 4; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 28; 32 таких типів:

- платформного;
- колодязного;
- площадкового;
- зчпного.
- зчленованого;

4.1 Платформні транспортери

Платформні транспортери мають відмінність від площкових прямою формою головної балки (рами).

Платформні транспортери призначені для перевезення великогабаритних вантажів, які через обмеження габаритного обрису не можна перевозити на транспортерах з прямою завантажувальною площадкою. Тому такі транспортери мають знижену завантажувальну площадку завдяки вигнутій формі головної балки. Для цих транспортерів застосовують 2-, 3-, та 4- вісні візки, які об'єднуються спеціальними кінцевими балками.

Транспортери даного типу збудовані в основному вантажопідйомністю 55, 62, 100 (110), 150 та 200 т у 4-, 8-, 12- та 16-вісному виконанні.

Рама 8-вісного транспортера **платформного** типу (рисунок 36) зварної конструкції складається з чотирьох двотаврових балок, до яких приварюється металева підлога з рядом отворів для кріплення вантажу, що перевозиться. З цією ж метою передбачені кронштейни двотаврових балок рами транспортера.

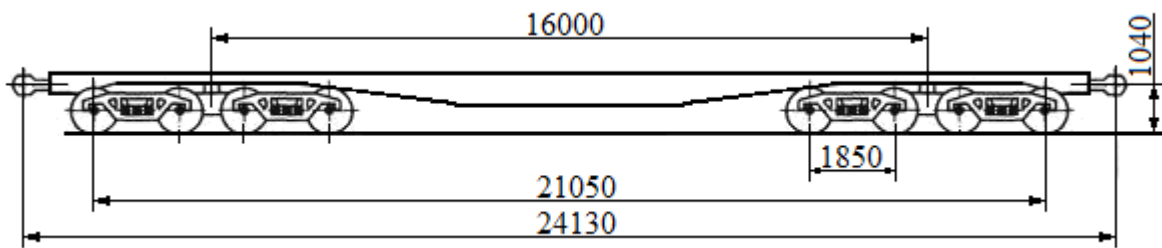


Рисунок 36 — Восьмивісний транспортер платформного типу

4.2 Колодязні транспортери

Колодязні транспортери призначені для перевезення вантажів (робочих коліс гідротурбін, бандажів, обичайок цементних печей та ін.), які через велику висоту не можна перевозити на транспортері платформеного типу.

До складу транспортера колодязного типу (рисунок 37) входить рама з головною несучою балкою 3, яка через сферичні п'ятники 5 та поздовжні кінцеві балки 1 спирається на візки 7. На балках 1 розташовується автозчеп 6 та автогальмове обладнання 2.

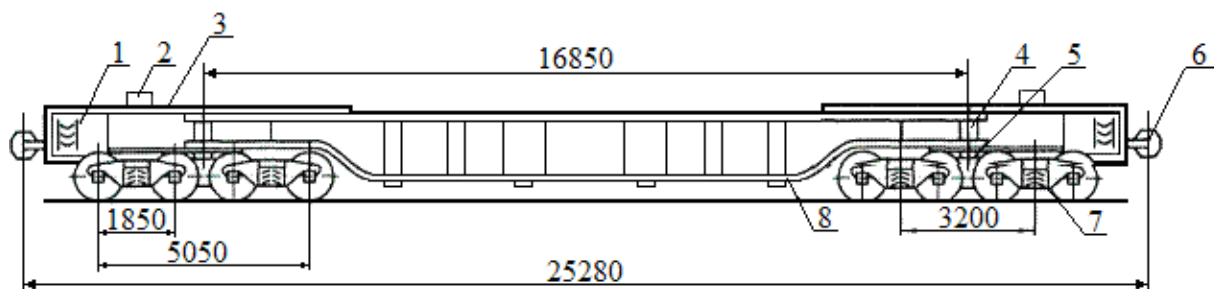


Рисунок 37 — Восьмивісний транспортер колодязного типу

У середній частині головної несучої балки 3 утворений колодязь (порожнеча), що має довжину 10,8 м зверху і 10,0 м знизу та ширину 2,42 м. Транспортер має чотири знімні поперечні балки 8, які залежно від вантажу, що перевозиться, можна переставляти, спираючи їх на різні пари подушок.

Колодязні транспортери мають вантажопідйомність 60-120 т.

4.3 Площадкові транспортери

Транспортер площадкового типу (рисунок 38) призначений для перевезення вантажів великої висоти. Несуча конструкція транспортера складається з балки 3, п'яти двотаврів, поперечних балок 4 та сталевго листа 11 товщиною 20 мм (настил підлоги), що спирається на 4-вісні візки 5 через плоскі п'ятники 6. На кінцевих балках 1 розміщені гальмові будки і типові автозчепи 7.

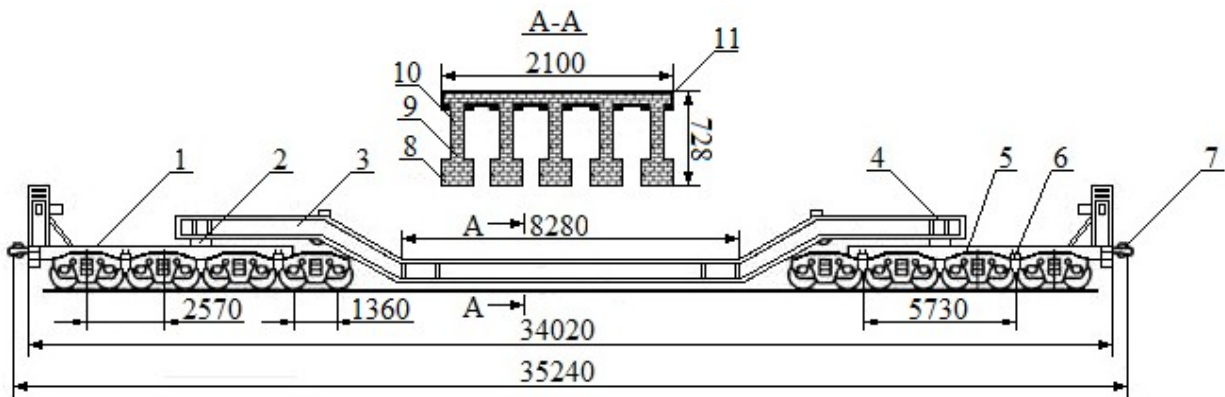


Рисунок 38 — Шістнадцятивісний транспортер площадкового типу

Транспортер площадкового типу має головну несучу балку у формі зігнутого бруса, в нижній частині якого розташована навантажувальна площадка. Вантажопідйомність транспортера площадкового типу складає 55-220 т (залежно від кількості осей,

довжини навантажувальної площадки та її висоти відносно головок рейок).

4.4 Зчіпні транспортери

Зчіпні транспортери призначені для перевезення довгомірних великовагових вантажів.

Транспортер зчіпного типу складається з двох несучих платформ-зчепів (секцій) з турникетами для спирання та закріплення довгомірних та великотоннажних вантажів.

Основні типи зчіпних транспортерів є 12-вісними, вантажопідйомністю 120 т.

Один 16-ти вісний зчеп може експлуатуватися як самостійний транспортер вантажопідйомністю 240 т.

При цьому вантаж спирається на стаціонарні опори 4 зчепів (рисунок 39), які можуть обертатися навколо вертикальної осі, одна з яких переміщується повздовж транспортера з метою полегшення проходу кривих з радіусом до 150 м.

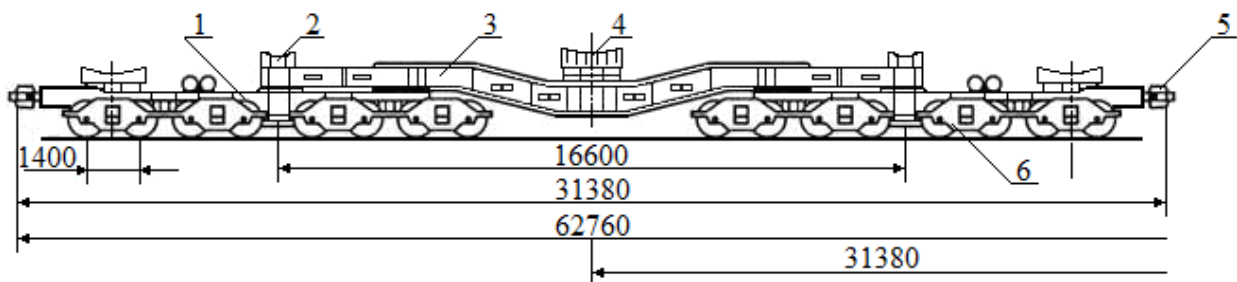


Рисунок 39 — Шістнадцятивісний зчеп тридцятидвохвісного транспортера зчіпного типу

Зчеп складається з зварної несучої балки 3 з катковими опорами 2, якими балка опирається на дві надвізкові балки 1 з типовими автозчепами 5.

За умови застосування повного 32-вісного зчепу можна перевозити вантаж загальною масою до 480 т, тара якого складає 211 т, довжина за осями зчеплення автозчепів – 62760 м.

4.5 Зчленовані транспортери

Зчленовані транспортери призначені для перевезення потужних силових трансформаторів і статорів великих електрогенераторів, а також інших великогабаритних та великовагових вантажів, але з використанням спеціальних додаткових пристроїв.

Транспортер має дві консолі, що спираються через систему балок на ходові частини. Вантаж, що перевозиться, підвішується між консолями транспортера та з'єднується з ними валиками діаметром 250 мм. Під дією власної ваги затискається між верхніми частинами консолей та бере участь у роботі конструкції транспортера як несучий елемент.

Вантажопідйомність 16-, 20-, 28-, 32-вісного транспортера дорівнює відповідно 220, 300, 400 та 500 т.

28-вісний зчленований транспортер (рисунок 40) складається з двох консолей з опорними котками, через які консолі спираються на дві з'єднувальні балки 2, які в свою чергу спираються на кінцеві 3 і проміжні 4 балки.

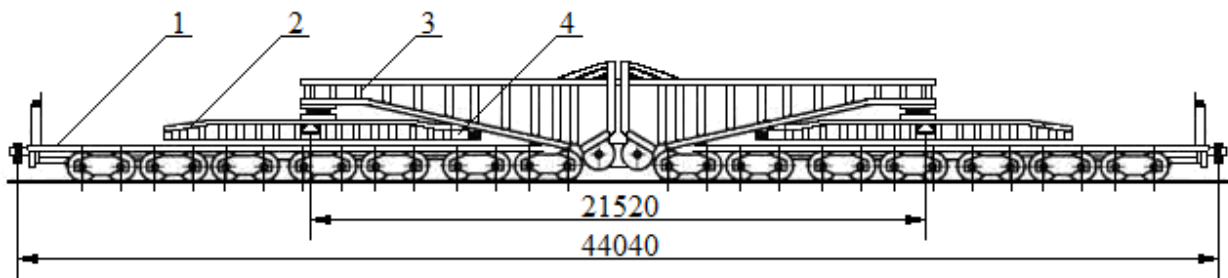


Рисунок 40 — Двадцятивосьмивісний транспортер зчленованого типу

Транспортер має 14 двовісних візків з базою 1360 мм конструкції Луганського тепловозобудівного заводу, 12 з яких з'єднані попарно за допомогою з'єднувальних балок та утворюють 6 чотиривісних візків з базою 3970 мм.

Кожна половина транспортера обладнана водилом 5 для вільного повороту консолі з вантажем при проходженні кривих ділянок колії. При необхідності транспортер може мати знімну несучу балку, яка з'єднується з провушинами 6 консолей при перевезенні вантажів, що не мають власних провушин для зчленування їх з консолями. В порожньому стані консолі з'єднуються між собою спеціальними сергами, а верхні пояси консолей скріплюються спеціальною закидкою з замком.

Транспортер має чотири 20-тонні гідропідйомники для підйому консолей з вантажем і підтримання їх при розведенні половин порожнього транспортера. Підйом головного несучого елемента транспортера з вантажем за допомогою головної системи гідравлічних підйомників проводиться для встановлення під вантаж спеціальних тумб та візків при розвантаженні або для видалення їх з-під вантажу при навантаженні транспортера.

Конструктивні особливості зчленованих транспортерів дають можливість проходити круті криві в плані і профілі колії, не порушуючи габариту.

Необхідність у таких транспортерах з року в рік зростає, оскільки в перспективі перевезення надмірно важких, що мають великі розміри, вантажів будуть розширюватися у зв'язку з тенденцією монтажу обладнання підприємств з великоблокових агрегатів.

На залізницях країн СНД та Балтії експлуатується один зчленований транспортер вантажопідйомністю 500 т побудови Стахановського вагонобудівного заводу (Україна) та 5 зчленованих транспортерів вантажопідйомністю 500 т побудови фірми "Крупп" (Германія), які поставлені в минулому СРСР за контрактом у 1979-1980 рр.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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

2 Удосконалення конструкції розсувних колісних пар [Текст] / Б.Я. Остапюк, О.М. Пшінько, С.В. Мямлін, О.М. Савчук // Залізничний транспорт України. – 2014. – № 5. – С. 31-35.

3 Бачурин, Н. С. Ходовые части грузовых и пассажирских вагонов [Текст] / Н. С. Бачурин, К. М. Колясов, О. В. Черепов. – Екатеринбург: УрГУПС, 2007. – 61 с.

4 Вагоны [Текст]: учебн. для вузов ж.д. трансп. / под ред. Л.А. Шадура. – М.: Транспорт, 1980. – 440 с.

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

6 Конспект лекцій з дисципліни “Експлуатаційні властивості транспортних засобів” (частина І) [Текст] / Р.І. Візняк, А.О. Ловська, В.А. Гребенюк, В.Г. Равлюк. – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – 50 с.

