

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Транспортна інженерія»
Кафедра «Вагони та вагонне господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Вагони
 /Олексій РЕЙДЕМЕЙСТЕР/
(підпис)

Дата 22.6.2023

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

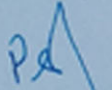
на тему: «Проект вагона-хопера для перевезення щебеню»
за освітньою програмою: «Вагони та вагонне господарство»
зі спеціальності: «273 Залізничний транспорт»

Виконав: студент
групи «ВГ
20120»


(підпис студента)

/Олексій ІРОДОВСЬКИЙ/
(Ім'я ПІРІЗВИЩЕ)

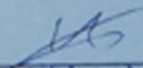
Керівник:


(підпис)

/Зав. каф., доц. Олексій
РЕЙДЕМЕЙСТЕР/
(посада, Ім'я ПІРІЗВИЩЕ)

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

Студент


(підпис)

Дніпро – 2023 рік

ЗМІСТ

ВСТУП4

1 Аналіз та опис конструкції вагона-хопера.....	8
1.1 Конструкція вагона.....	8
1.2 Техніко економічні параметри.....	9
1.3 Впис в габарит вагону. Розрахунок вертикальної габаритної рамки...	13
2 Опис конструкції кузова вагону.....	24
2.1 Розрахунок сил, що діють на вагон.....	26
2.2 Сила, діюча на вагон.....	28
3. Опис ходових частин вагону.....	31
3.1 Конструкція візка 18-7055.....	32
3.2 Розрахунок буксових підшипників на міцність та надійність.....	38
4. Конструкція ударно-тягових приладів вагону.....	40
4.1 Ударно-тягові прилади.....	40
4.2 Розрахунок зчеплюваності.....	43
4.3 Розрахунок корпусу автосцеплення на міцність.....	45
ВИСНОВОК.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАННОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	47

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ							
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата								
Розроб.		Іродовський О. С.			Проект вагона-хопера для перевезення щебеню			Лім.	Лист	Листів		
Пров.		Рейдемейстер О. Г.								3	49	
								ВГ20120				
Н. контр.												
Затв.		Рейдемейстер О. Г.										

ВСТУП

Важливим засобом удосконалення роботи залізничного транспорту є підвищення технічного поршня рухомого складу, створення та впровадження нових високоефективних конструкцій вагонів, забезпечення виробництва рухомого складу у кількості, яка відповідає зростаючим потребам народного господарства. З цією метою здійснюються різні заходи, спрямовані на технічну реконструкцію вагонобудівної промисловості, розвиток виробничих потужностей, організацію виробництва та експлуатації нових прогресивних видів рухомого складу. Планово йдуть науково дослідні роботи зі створення нових прогресивних конструкцій вагонів магістрального, промислового та міського транспорту, який має підвищені техніко-економічні характеристики.

Вагони-хопери в залізничному рухомому складі являють собою саморозвантажувальні вагони у вигляді бункера. Торцеві стінки таких вагонів робляться під ухилом 41-60 градусів для вивантаження самопливом різних сипучих матеріалів. У нижній своїй частині вагон-хопер має розвантажувальні люки, через що і отримав свою назву тому, що англійці називають всі невеликі люки «хопери» (від англійського *hop* - стрибай).

Типи вагонів-хоперів і їх застосування

Вантажні хопери бувають відкритого і закритого типу. Перші використовуються для товарів, які не бояться атмосферної вологи, другі - для вантажів, що вимагають захисту від атмосферних опадів. Моделі бункерів розрізняються за способом заповнення вантажу - між рейками або на зовнішніх сторонах від них. А за способом управління розвантаження люків - механічні або ручні. Кузови вагонів встановлені на 4-вісних стандартних візках і мають автоматичні гальма і автозчеплення.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		4

Бункери відкритого типу

У спеціалізованих 4-вісних бункерах перевозяться пелетні вантажівки. У тих же вагонах, але різних моделей перевозять торф, розпечений агломерат, кокс, руду, вугілля. Внутрішня обшивка вагонів під гарячу сипучу суміш виконана з невеликим зазором з основними стінками її кузова.

Бункери закритого типу

Критий 4-вісний бункер для цементу використовується для транспортування цементу. З таких бункерів вивантаження цементу здійснюється за допомогою спеціальних пневматичних вакуумних систем. Вагон-бункер також є 4-вісною моделлю критого бункера для зерна.

В аналогічних автомобілях різних моделей перевозиться сажа (сажа), гранульована сажа і мінеральні добрива. Вагони вивантажуються в простір між рейками. Розвантажувальні люки відкриваються і закриваються вручну. Мінеральні добрива вивантажуються на зовнішній стороні залізничного полотна. Сипуча суміш надходить з бункера під тиском стисненого повітря.

Бункер-дозатор

Перші вагони-хопери-дозатори з'явилися в Росії в 50-х роках минулого століття. На колійному господарстві РЖД в основному використовуються бункерні дозатори ЦНИИ-ДВЗ, ЦНИИ-ДВЗМ і розпилювачі напіввагонів-хоперів ВПМ-770. Ці вагони використовуються для доставки і розвантаження баласту на фронт колії. Під час будівельних, ремонтних або профілактичних робіт на залізниці бункер-дозатор розвантажуються, прокладає шлях, вирівнює і дозує різні види баласту.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						5
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Бункер-дозатор пристрій

1. Металевий корпус бункера, розділений на чотири відсіки з кришками.
2. Люки для розвантаження з секторними шиберами (ВІМ-770) або поворотними кришками (ЦНІІ-ДВЗ, ЦНІІ-ДВЗМ).
3. Каркас дозатора.
4. Ходова рамка.
5. Типовий візок.
6. Автоматична муфта.
7. Автоматичні гальма.
8. Робочі і гальмівні пневматичні системи.

Технічні дані

1. Вантажопідйомність - 60 тонн.
2. Обсяг кузова (в кубічних метрах) становить 33, 4 м.
3. Робоча швидкість - 2-5 км / год.
4. Загальна вага - 23 тонни.

Принцип роботи

Хопери не є самохідним рейковим транспортом - їх тягне локомотив, від компресора якого живиться пневматична система вагона-дозатора. Різні колійні роботи визначають свій спосіб розвантаження баласту - це може бути середина колії, між коліями, узбіччя або по всій ширині залізничного полотна.

При русі вагона-хопера баластний матеріал стікає з люків нижніх бункерів в дозуючий пристрій, з якого перетягується по залізничному полотну шаром заданої товщини. Шар засипаного матеріалу підтримує каркас дозатора, запобігаючи неконтрольоване висипання.

Дозування баластного матеріалу регулюється висотою рами дозатора і управляється пневматичною системою, яка отримує стиснене повітря від компресора головного локомотива. Для перевезення і скидання баласту в один

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

033.200208.ДРБ.000.ПЗ

Лист

6

поїзд об'єднують від 20 до 25 вагонів. Такі склади називаються бункерними роздавальними вертушками. Вагони завантажують баластним матеріалом на заводах, що виробляють щебінь або кар'єрах.

По маршруту поворотної платформи вагони послідовно відправляють баласт - наступна машина не почне сипати щебінь, поки не буде вивантажена перша. Бункери ЦНИИ-ДВЗ і ЦНДП-ДВЗМ, бункери яких оснащені поворотними кришками, не можуть перервати процес відвантаження щебеню. Тому на ділянках залізничних колій, де скидання баласту неможливо (наприклад, мости), поїзд повинен здійснювати зворотні рухи до повного відправлення наступного вагона. В даному випадку ВПМ-770 набагато ефективніше - його бункери мають секторні шибери, тому вивантаження щебеню може перерватися в будь-який момент.

Бункер-диспенсер для вузькоколійки

Дуже маленькі хопери працюють на вузькоколійних залізницях. Вантажопідйомність такого «малюка» становить всього 12,5 тонн. Наповнення і дозування баласту контролюється спеціальними кермами, які розташовані збоку автомобіля і на його кінці. Всі інші функції причепа-дозатора схожі з його великими аналогами.

Хопери відносяться до групи вагонів спеціального призначення. Залізничні вагони цього типу відрізняються специфічною формою та унікальними можливостями, які дозволяють значно підвищити ефективність транспортування сипких вантажів. У нижній частині кузова вагона-хопера розташовані вивантажувальні люки. Завдяки унікальній геометрії кузова вагона-хопера, вираженій у нахилі торцевих стінок у бік крайніх розвантажувальних люків, вантаж висипається під дією власної ваги. Розвантажувальні люки вагона-хопера можуть відкриватися вручну. Деякі моделі хоперів оснащені дистанційною автоматизованою системою вивантаження, яка відбувається на обидві сторони шляху або міждорожжі за допомогою локомотива стисненого повітря, що надходить від силової установки.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						7
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

1. Аналіз та опис конструкції вагону-хопера

Спеціалізований вагона-хопера моделі 19-7154 (рис.1.1) призначений для перевезення щебню та других будівельних, нетоксичних та неотрутних вантажів, що не потребують захисту від атмосферних опадів.

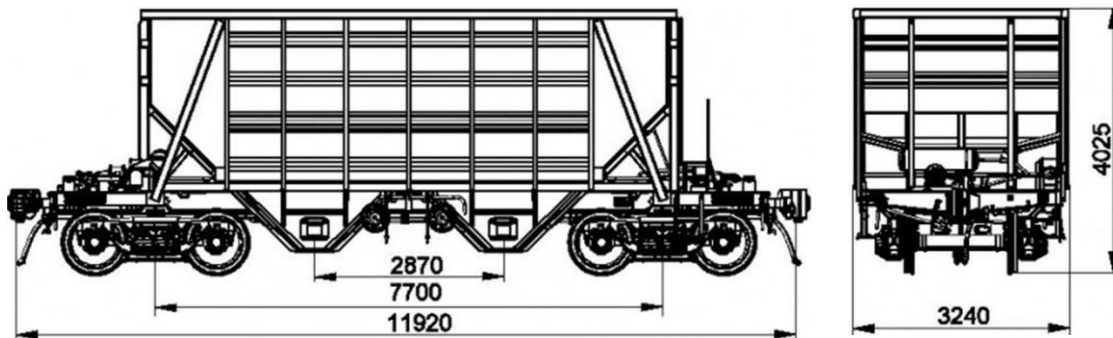


Рисунок 1.1 – Вагон- хопер моделі 19- 7154

1.1 Конструкція вагона

Кузов має форму воронки, в нижній частині розташовані люки, через які вантаж висипається при розвантаженні під дією сили тяжіння, що сприяє швидкому розвантаженню. Відкриті хопери, як правило, мають дистанційну автоматизовану систему розвантаження вантажу на обидві сторони залізничної колії, що керується за допомогою стисненого повітря, що надходить від силової установки локомотива.

Пересувається по залізничним коліям 1520 мм. Гальмо – автоматичне пневматичне, ручне стоянкове. Ходова частина - два двовісні візки моделі 18-7055 тип 2. або інші взаємозамінні моделі візків тип 2. Автозчеп моделі СА-3. Поглинаючий апарат підвищеної енергоємності класу ТІ.

Для порівняння вагонів між собою користуються параметрами, що представляють відносини зазначених величин: питомим обсягом кузова, питомою площею підлоги, коефіцієнтами тари, навантаженням від колісної пари на рейки, навантаженням на метр колії (погонне навантаження). Правильний вибір параметрів забезпечує найменші витрати праці на перевезення вантажу.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		8

1.2 Техніко-економічні параметри

Основними технічними параметрами вантажного вагона є:

Вантажопідйомність,	$P = 73,5$
Тара - маса вагона без вантажу,	$T = 20$
Довжина по осях зчеплення автозчеплень, м	$2L_{OB} = 11,92$
Довжина кузова вагона, м	$2L = 8,1$
База вагона- відстань між шкворнями візків, м	$2l = 7,70$
Зовнішня ширина кузова вагона, м	$2B = 3,240$
Висота вагона від рівня головок рейок, м	$H_{ygr} = 4,025$
Об'єм кузова/котла, м ³	$V = 65$
Діаметр колеса, м	$D_{кол} = 0,95$

Розрахунок економічної ефективності проектного вантажного вагона

У техніко-економічних розрахунках і обґрунтуванні ефективності використання вагонів при перевезенні одних і тих же вантажів порівнюються наступні основні показники[7]:

- питомий обсяг (питома площа);
- використання вантажопідйомності;
- технічний коефіцієнт контейнерів;
- навантаження на вісь на рейки і на метр шляху;
- вартість транспортування вантажів;
- операційні та капітальні витрати;
- натуральні показники: витрати металу при будівництві і паливі, електрика - під час роботи автомобіля.

В результаті розрахунку показників за останніми трьома пунктами можна визначити термін окупності і прийняти рішення про доцільність реалізації

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		9

розробленого дизайну автомобіля.

Розглянемо орієнтовний метод визначення економічної ефективності розробленої конструкції автомобіля [4].

Головним критерієм при вирішенні питання про реалізацію запропонованої конструкції автомобіля є виконання умови

$$E_r \geq E_n \quad (6.1)$$

де E_r , E_n - розрахункові і нормативні коефіцієнти ефективності.

Розрахунковий коефіцієнт корисної дії визначається тільки для суми додаткових капітальних вкладень у виробництво автомобіля іншої конструкції (в порівнянні з існуючим) за формулою

$$E_r = E / C_{\text{додаткові}} \quad (6.2)$$

де E - економія експлуатаційних витрат, коли вагони нової конструкції виконують розрахунковий вантажообіг,

$$E = S_n - S_s, \quad (6.3)$$

де S - річні експлуатаційні витрати на нові та існуючі конструкції автомобілів, с.ц.;

КДОП - додаткові капітальні вкладення в реалізацію нових конструкцій вагонів, у.о.,

$$K_{\text{add}} = K_n - k_s, \quad (6.4)$$

де K - капітальні інвестиції на придбання нових і існуючих вагонів, необхідних для виконання розрахункового вантажообігу, у.о.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						10
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Річні експлуатаційні витрати для нових або існуючих конструкцій вагонів при виконанні ними передбачуваного вантажообігу

$$C_n(s) = C_g N \quad (6, 5)$$

де C - річні експлуатаційні витрати на вагон, у.о.;

N - кількість вагонів, необхідне для здійснення розрахункового вантажообігу.

Річні експлуатаційні витрати на один вагон,

$$C_{\Gamma} = C_{\Gamma P} M K_{\Gamma} \quad (6,6)$$

де $C_{\Gamma P}$ - витрати на перевезення вантажів в даному вагоні;

$M K_{\Gamma}$ - річна вантажопідйомність автомобіля в т * км нетто.

$$m k_T = \frac{P S \lambda (365 - n_{\text{ед}})}{1 + \alpha_{\text{вд}}} \quad (6,7)$$

Проектна (планова) річна потужність автомобіля

де P - вантажопідйомність вагона, т;

λ - коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля;

S - середньодобовий пробіг автомобіля, величина якого приймається рівною 250 км для розрахунку;

365 - кількість днів у році;

$r_{\Gamma P}$ - кількість неробочих днів автомобіля (час, витрачений на всі види ремонту і обслуговування), прийняте рівним 55;

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						11
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

α_{por} - коефіцієнт порожнього пробігу, рівний відношенню порожнього пробігу вагона цього типу до навантаженого.

Кількість вагонів, необхідне для здійснення передбачуваного вантажообігу,

$$N = \frac{\sum Pl}{mk_T} \quad (6,8)$$

де - розрахунковий річний вантажообіг, здійснюваний вагонами

$$\sum Pl$$

розглянутого типу, т * км нетто.

Для розрахунку річних експлуатаційних витрат при виконанні розрахункового вантажообігу існуючої конструкції вагона і проектованої необхідно визначити величину вартості перевезення вантажі для порівнюваних варіантів вагонів. Так як в кінцевому підсумку необхідно знайти різницю операційних витрат, то розраховуються тільки змінні витрати, в залежності від величини руху, а самостійні (постійні) витрати не враховуються.

Якщо відома вартість перевезення вантажів в існуючій конструкції автомобіля, то вартість в проектованому автомобілі може бути розрахована методом коригування. Суть цього методу полягає у коригуванні вартості перевезення з урахуванням специфіки перевезення вантажів у вагонах інших конструкцій. Коригування здійснюється згідно з умовами вартості транспортування вантажів. Складовими є витрати процесу перевезення, розділені на три операції - первісно-кінцеву, транзитну і переміщену, т. Е. Витрати на транспортування товару можна представити у вигляді наступної суми;

$$S_{gr} = S_{NK} + S_t + S_p, \quad (6,9)$$

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						12
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Де SNK, St, Sp ~ вартість перевезення з точки зору витрат на початково-кінцеві, транзитні операції та операції з переміщення, у.о.

Капітальні вкладення на покупку вагонів, льохів для здійснення передбачуваного вантажообігу,

$$K_n(s) = C_n(s) + N_n(s) \quad (6,10)$$

де T_{сн} (и) - ціна нової або існуючої конструкції автомобіля, у.о.;

N_н(с) - кількість вагонів нової або існуючої конструкції, необхідне для виконання розрахункового вантажообігу.

1.3 Впис в габарит вагону. Розрахунок вертикальної габаритної рамки

Питомий об'єм - відношення об'єму кузова до вантажопідйомності вагона. Він показує, яка частина геометричного об'єму кузова припадати на одиницю вантажу, що перевозиться.

Якщо вагон призначений різних вантажів, то вибір значень ускладнюється. В цьому випадку встановлюється оптимальне значення питомого обсягу або визначається оптимальна величина площі підлоги.

Значення питомого обсягу обчислюють за такою формулою:

$$V_y = \frac{V}{P}$$

де V - повний або геометричний кузов, м³

P - маса вантажу, т

$$V_y = \frac{65}{73,5} = 0,884 \frac{\text{м}^3}{\text{т}}$$

Крім повного об'єму, розрізняють вантажний об'єм кузова - об'єм вантажу,

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		13

який може бути у кузові. При цьому вантажний об'єм може, як перевищувати повний (напів-вагони), так і бути менше за нього (цистерни).

$$V_{\pi} = V_{\varphi}$$

де - коефіцієнт використання геометричного обсягу кузова.

Тоді формула визначення питомого обсягу з урахуванням коефіцієнт використання геометричного об'єму кузова набуде вигляду:

$$V_y = \frac{V_{\pi}}{P} = \frac{V_{\varphi}}{P}$$

Коефіцієнт використання геометричного об'єму кузова введено для врахування факторів, що впливають на використання геометричного обсягу вагонів. Величина φ залежить від конфігурації кузова, розташування та розмірів дверей, люків, внутрішнього обладнання, висоти та форми бортів, а також властивостей вантажу. Встановлено, що використання геометричного обсягу вагонів різних типів залежно від роду перевезених до них вантажів по-різному.

Для критих вагонів φ коливається від 0.6 до 0.93, для напіввагонів і хоперів 1.12-1.15 (при завантаженні вище рівня стін), для платформ 0.8 (навантаження по габариту) та для цистерн близько 10. Приймаємо $\varphi = 1,13$.

$$V_y = \frac{65 \cdot 1,13}{73,5} = 0,999 \frac{\text{м}^3}{\text{т}}$$

Зниження тари вагонів є одним із найважливіших завдань вагобудівної промисловості. Це зумовлено не лише великою витратою матеріалу на будівництво вагонів, а й постійними витратами на пересування вагонів, що зростають із збільшенням тари.

Якщо зниження тари вагона здійснюється без зміни інших параметрів (вантажопідйомність, об'єм кузова, довжина тощо), таке зниження тари

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						14
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

називають абсолютним. Якщо ж здійснюється зменшення тари вагона, що припадає на одиницю фактично перевезеного вантажу з обліком порожнього пробігу для вантажних вагонів або на одне пасажирське місце для пасажирських вагонів, то таке зниження тари називається відносним. Абсолютне зниження тари супроводжується відносним її зменшенням.

Ефективність зниження тари вантажного вагона оцінюється коефіцієнтами тари: технічним, вантажним та експлуатаційним. Коефіцієнт тари показує, яка частина тари вагона посідає одиницю маси вантажу, що перевозиться.

Технічний чи конструкційний коефіцієнт тари – відношення тари вагона для його вантажопідйомності:

$$k_T = \frac{T}{P}$$

$$k_T = \frac{20}{73,5} = 0,272$$

Навантажувальний коефіцієнт тари є відношенням тари до фактично використовуваної вантажопідйомності вагона:

$$k_n = \frac{T}{P\lambda}$$

де λ - коефіцієнт використання вантажопідйомності вагона показує, яку частину вантажопідйомності вагона використовує завантажений у його вантаж (при повному використанні вантажопідйомності $\lambda = 1$)

$$k_n = \frac{20}{73,5 \cdot 1} = 0,272$$

Експлуатаційний коефіцієнт тари додатково враховує пробіг вагона в навантаженому та порожньому стані:

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						15
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$k_e = \frac{T(1 + a_{\text{пор}})}{P_{\text{дин}}}$$

де $a_{\text{пор}}$ - коефіцієнт пробігу рівний відношенню порожнього пробігу вагонів даного типу до їх навантаженого пробігу (мається на увазі порожній пробіг, зумовлений недостатньою універсальністю вагона)

$P_{\text{дин}}$ - середнє динамічне навантаження завантаженого вагона.

Це навантаження враховує окремі види вантажу та відстань на які їх треба перевезти.

Найбільшою мірою ефективності вагона характеризується експлуатаційним коефіцієнтом тари та у найменшій - технічним.

Навантаження від колісної пари на рейку P_o - показує, яке навантаження передається через вісь на рейку. Чим більше P_o , тим більше вантажу може перевезти вагон.

До недавнього часу розробка нових та модернізація вже експлуатованих кузовів вантажних вагонів проводилася виходячи з обмеження щодо осьового навантаження $P_o = 20$ т на вісь. Це дозволяло використовувати новими та модернізованими вагонами стандартних візків.

В даний час прагнуть реалізувати навантаження від колеса на рейку для вантажних вагонів 25 т на вісь, що дозволить перевозити більше вантажу, але потребує нової конструкції ходових частин.

$$P_o = \frac{T + P}{n_{\text{кп}}}$$

де $n_{\text{кп}}$ - кількість колісних пар у вагоні, $n_{\text{кп}} = 4$.

$$P_o = \frac{T + P}{n_{\text{кп}}}$$

Погонне навантаження показує, яке статичне навантаження припадає на 1

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						16
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

м шляху. І визначається як відношення маси бруто вагона (Т+Р) до його загальної довжини, що вимірюється по осях зчеплення автозчепа $2L_{об}$:

$$q_{пог} = \frac{(T + P)}{2L_{об}}$$

$$q_{пог} = \frac{(20 + 73,5)}{11,92}$$

Вписувати вагон будимо в розмір 1-ВМ. Для вписування вагона в розмір необхідно визначити горизонтальні поперечні розміри верхнього будівельного контуру вагона. Для цього визначають максимальну ширину верхнього будівельного обрису, що допускається для кузова вагона на деякій висоті Н над рівнем головок рейок за формулами:

- для кінцевого перерізу кузова :

$$2B_1 = 2(B_0 - E_k)$$

- для середнього перерізу кузова:

$$2B_2 = 2(B_0 - E_c)$$

- для основного (шкворневого) перерізу кузова

$$2B_3 = 2(B_0 - E_o)$$

де B_1, B_2, B_3 - значення максимальної півширини будівельного обрису кузова вагона на розглянутій висоті h , мм;

B_0 - напівширина габариту вагона, що розглядається, за ГОСТ 9238-83 на тій самій висоті h , мм;

E_k, E_b, E_o - кінцеве, середнє та основне обмеження півширини вагона для відповідних перерізів кузова, мм.

Визначають обмеження півширини вагона (за умови вписування в криву

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						17
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

R= 1 50 м) для перерізів кузова за наступними формулам:

- для основного (шкворневого, прямого) перерізу кузова:

$$E_o = 0,5 \cdot (S \cdot d_r) + q + w + [k_1 - k_2] - k_1$$

- для внутрішнього (середина бази вагона) перерізу кузова:

$$E_b = 0,5 \cdot (S \cdot d_r) + q + w + [k_2 \cdot (2l \cdot n)n + k_1 - k_3] - k + a$$

- для зовнішнього (кінцевого) перерізу кузова:

$$E_b = (0,5 \cdot (S \cdot d_r) + q + w) \cdot \frac{2l + 2n}{2l} + [k_2 \cdot (2l + n) \cdot n - k_1 - k_3] - k + \beta$$

де S - максимальна ширина колії в кривій розрахункового радіусу, мм;

d_r - мінімальна відстань між зовнішніми гранями гранично зношених гребенів колісної пари, мм;

q - найбільше можливе поперечне переміщення рами візка відносно колісної пари в прямому перерізі, мм;

w - найбільше можливе поперечне переміщення кузова відносно рами візка відносно колісної пари у прямому перерізі, мм;

2l - база вагона, 2l = 77 м;

n - відстань від аналізованого поперечного перерізу вагона до його найближчого прямого перерізу, м (при обчисленні E_b - n = 5 м; при обчисленні E_k - n = 1.935 м);

k - величина допуску виходу рухомого складу, який проектується (для розміру 1-ВМ k= 0);

k_1 - величина додаткового поперечного зміщення в кривій розрахункового радіусу (для габариту 1-ВМ $k_l = 0.625p^2$);

p - база візка, м (p = 1.85 м);

k_2 - коефіцієнт залежить від величини розрахункового радіусу кривої (Для габариту 1-ВМ $k_2 = 2.5$);

k_3 - поширення габариту наближення будівель у розрахунковій кривій

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		18

(Для

габариту 1-ВМ кз = 180);

α, β - додаткове обмеження внутрішнього та зовнішнього перерізів рухомого складу.

Для верхньої частини габариту 1-ВМ рухомого складу числові значення α та β приймають:

$$\alpha = 0, \text{ якщо } 2l \cdot n - n^2 + 0.25p^2 \leq 72 \text{ мм};$$

$$\alpha = 0,833 \cdot (2l \cdot n - n^2 + 0.25p^2 - 72), \text{ якщо } 2l \cdot n - n^2 + 0.25p^2 > 72 \text{ мм};$$

$$\beta = 0, \text{ якщо } 2l \cdot n - n^2 + 0.25p^2 \leq 72 \text{ мм};$$

$$\beta = 0,833 \cdot (2l \cdot n - n^2 + 0.25p^2 - 72), \text{ якщо } 2l \cdot n - n^2 + 0.25p^2 > 72$$

Якщо в формулах у квадратних дужках отриманий результат має знак мінус, то розрахунок виконується за умов вписування в габарит на прямий.

$$E_o^{\Pi} = E_B^{\Pi} = 0,5 \cdot (S^{\Pi} - d_r) + q + w;$$

$$E_K^{\Pi} = [0.5 \cdot (S^{\Pi} - d_r) + q + w] \cdot \frac{2l + 2n}{2l}$$

де $E_o^{\Pi}, E_B^{\Pi}, E_K^{\Pi}$ – обмеження півширини відповідних перерізів кузова вагона на прямій ділянці, мм

S^{Π} – максимальна ширина колії на прямій ділянці колії, мм.

Величину максимального бічного зміщення $0.5 \cdot (S - d_r)$ при проектуванні вагона за габаритом 01-ВМ приймають рівною 27.5 мм кривою та 20.5 мм на прямій ділянці.

Величини горизонтальних поперечних переміщень ($q+w$) у табл. 1.1

Величини можливих переміщень елементів вагона Таблиця 1.1

Види можливих переміщень	Частини вагона	Переміщення, мм
	Букси	53

Пониження	Рама візка	55
	Надресорна балка	104
	Кузов	110
Горизонтальні поперечні переміщення	Букси	1
	Рама візка	3
	Надресорна балка	27
	Кузов	31

За результатами розрахунків будуватиметься горизонтальна габаритна рамка будівельного обрису вагона (рис.3.1).

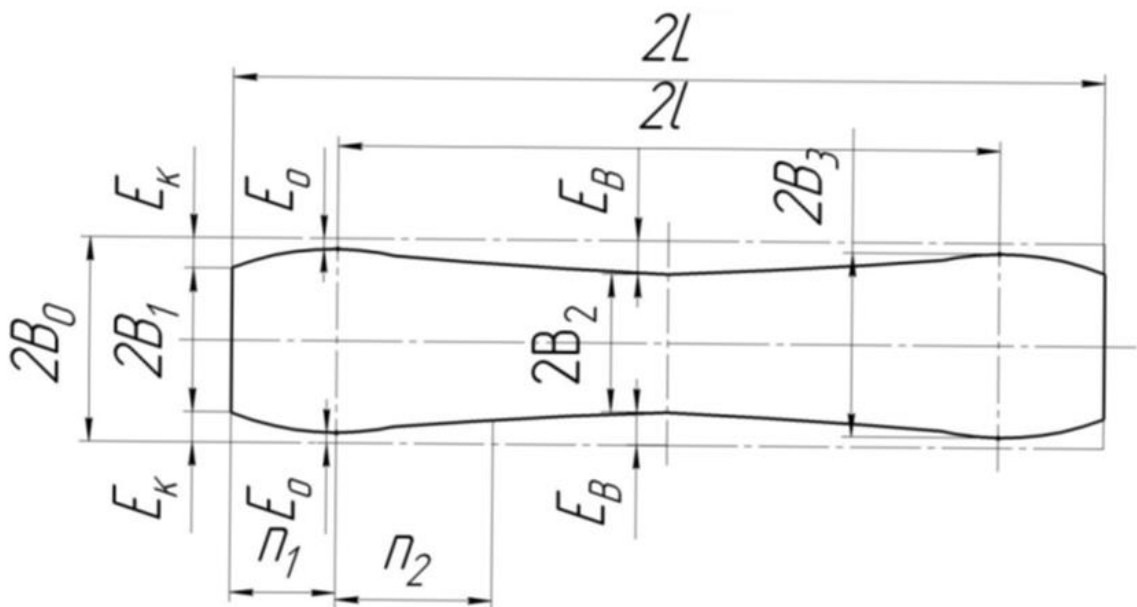


Рисунок 1.2 – Горизонтальна габаритна рамка (схема)

Визначаємо знак у квадратних дужках:

$$[k_1 \cdot k_3] = 0.625 \cdot 1.85^2 \cdot 180 = -178 < 0;$$

$$[k_2 \cdot (2l \cdot n)n + k_1 \cdot k_3] = 2.5 \cdot (7,7 - 5) \cdot 5 + 0,625 \cdot 1,85^2 - 180 = -145 < 0;$$

$$[k_2 \cdot (2l + n)n + k_1 \cdot k_3] = 2.5 \cdot (7,7 + 5) \cdot 2,5 + 0,625 \cdot 1,85^2 - 180 = -101,78 < 0$$

Оскільки вирази у дужках мають знак мінус, то розрахунок обмеження

півширини вагона в цих перерізах будемо вести:

$$E_o^{\Pi} = E_B^{\Pi} = 20.5 + 31 = 51.5 \text{ мм}$$

$$E_K^{\Pi} = [20.5 + 31] \cdot \frac{7.7 + 2 \cdot 2.5}{7.7} = 1.64 \text{ мм}$$

Зменшуючи відстань до кінцевого перерізу, з кроком 1 м, обчислюємо обмеження півширини на ділянці від основного до кінцевого перерізу за формулою. Результати заносимо до табл. 1.2.

Обмеження напівширини вагону

Таблиця 1.2

Найменування	N - відстань від шкворневого перерізу, м	E – обмеження, мм	Позначення обмеження відповідної зони вагону
Консольна частина	2,5	1,64	E_K
	1,5	0,64	
Шкворень	0	51,5	E_o
Середина вагону	7,3	51,5	E_B

Визначаємо максимальну ширину верхнього будівельного контуру вагона, при $B_o = 1700$ мм:

- для кінцевого перерізу кузова:

$$2B_1 = 2(1700 - 1.64) = 3396 \text{ мм};$$

$$2B_1^1 = 2(1700 - 0.64) = 3398 \text{ мм};$$

- для середнього та шворневого перерізу кузова:

$$2B_2 = 2(1700 - 51.5) = 3297 \text{ мм};$$

За результатами будуюмо горизонтальну габаритну рамку (Рис. 1.3).

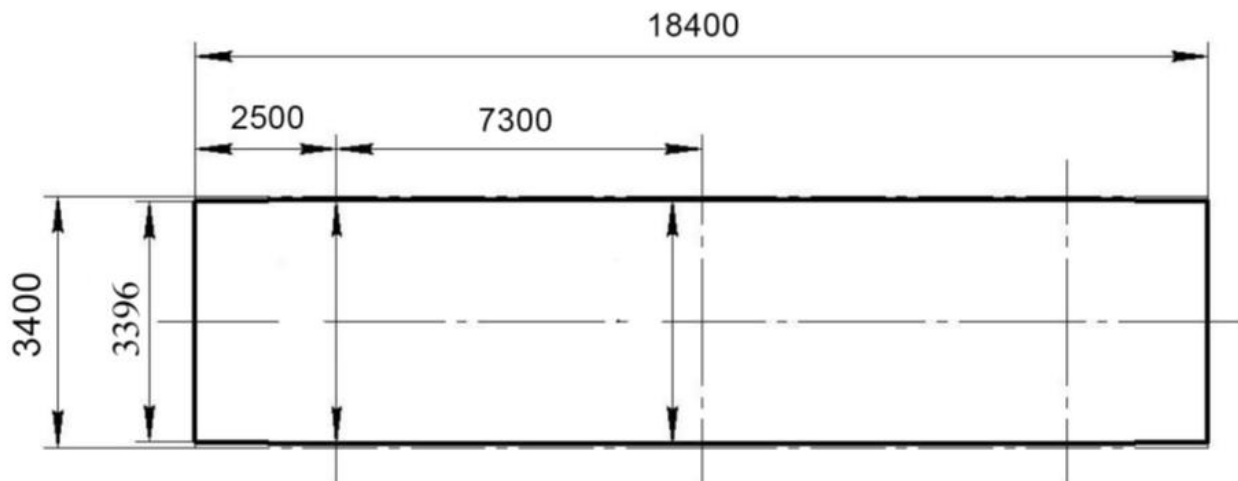


Рисунок 1.3 – Горизонтальна габаритна рамка

Максимальна ширина кузова вагона моделі 19-7154 2В = 3240 мм, що менше розрахованих вище розмірів верхнього будівельного контуру вагона відтак вагон вписується в габарит 1-ВМ.

Визначення вертикальних розмірів контуру конструкції кузова вагону

Вертикальні розміри будівельного контуру тіла зверху (для точок з координатами і вище) 1700,3850 мм

$$H_{3850,1700}=3850-40=3810 \text{ мм}$$

$$H_{4250,1600}=4250-40=4210 \text{ мм}$$

$$H_{4500,1400}=4500-40=4460 \text{ мм}$$

$$H_{4700,1160}=4700-40=4660 \text{ мм}$$

Найменші допустимі вертикальні розміри будівельного контуру тіла внизу (для точок з координатами і нижче) 1160,1700 мм

$$H_{1160,1700}=H_{1160,1675}=1082+20=1102 \text{ мм}$$

$$h_{450,1675} = 528 + 20 = 548 \text{ мм}$$

$$H_{430,1575}=H_{430,1520}=508+20=528 \text{ мм}$$

$$h_{115,1230}=h_{115,1220}=193+20=213 \text{ мм}$$

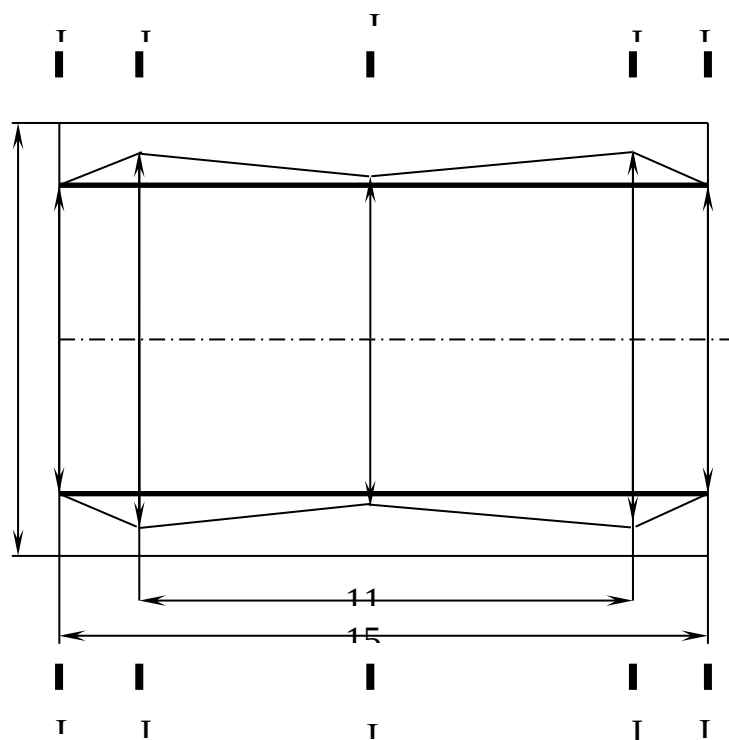
$$h_{130,871,5} = 208 + 20 = 238 \text{ мм}$$

$$h_{140,718,5} = 218 + 20 = 238 \text{ мм}$$

$$h_{115,115}=193+20=213 \text{ мм}$$

$$h_{100,115}=178+20=198 \text{ мм}$$

Рисунок 2.2 – Горизонтальний габаритний каркас конструкції контуру кузова вагону на рівні рами



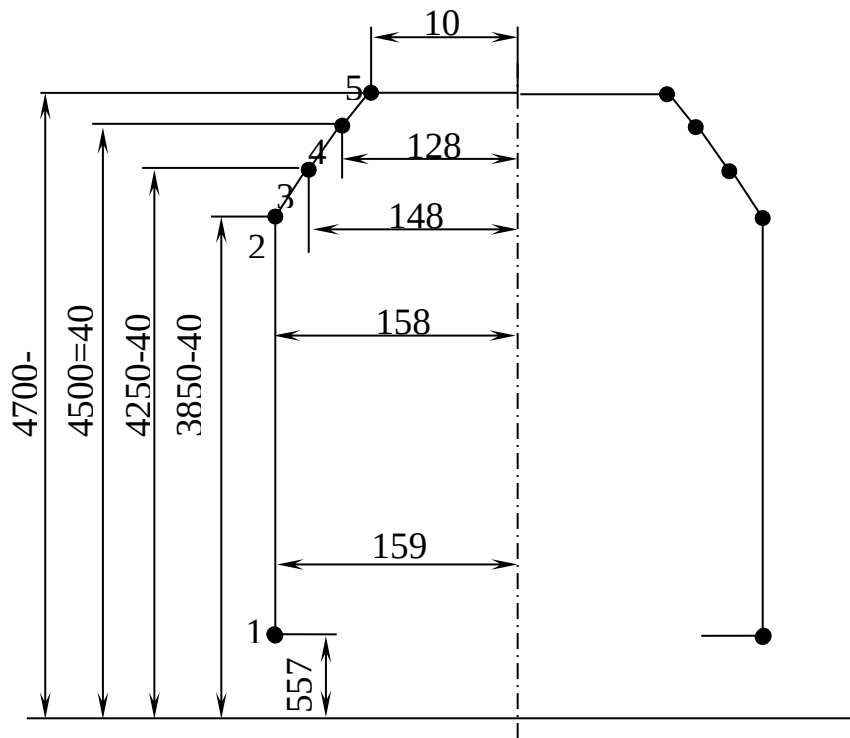


Рисунок 2.3 – Вертикальний габаритний каркас конструкції контуру кузова вагону.

2 Опис конструкції кузова вагону



Кузов вагона-хоппера зазвичай виготовляється з високоякісної сталі. Він має прямокутну форму і складається з бокових стін, кінцевих стін і підлоги. Кузов може мати велику вантажопідйомність і об'єм, щоб забезпечити ефективну перевезення сипучих вантажів.

Вони можуть бути зручно керованими механізмами, які дозволяють відкривати ворота частково або повністю для регулювання швидкості скидання вантажу, також два хоппера - великі заглиблення на дні кузова, призначені для зберігання і скидання вантажу. Хоппери зазвичай мають нахилений дно, щоб сприяти висуванню вантажу під час розвантаження. Кожен хоппер може мати віддільну систему керування, яка дозволяє регулювати швидкість скидання вантажу.

Вагон-хоппер може мати розгрузочний механізм, який допомагає розвантажити вантаж. Це може бути механічна система з використанням розвантажувального пристрою.

Вагон відкритого типу для навантаження та вивантаження щебню.

Оснащений рейками для розміщення вантажів у правильному положенні і запобігання їх розвалюванню під час транспортування.

Залежно від цього вагони можуть мати різну конструкцію та особливості і дозволяє перевозити вантажі прямозаводської лінії до місця призначення.

І можуть бути оснащені системою контролю ваги, яка дозволяє точно вимірювати вагу перевозимого вантажу.

- Вагони-хоппери відповідають усім стандартам і вимогам безпеки і якості і тому можуть використовуватися в будь-яких умовах і галузях промисловості.

Завдяки своїй конструкції, бункер легко з'єднується з іншими вагонами і транспортними засобами. Також має спеціальні кріпильні пристрої, що забезпечують збереження вантажів під час транспортування та зберігання, та має велику місткість і може перевозити до 70 тонн вантажу.

Вагон-хопер - є надійними ефективним засобом транспортування великої кількості товарів на далекі відстані.

.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						25
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

2.1 Розрахунок сил, що діють на вагон

Для розрахунку елементів конструкції рухомого складу на міцність, а також на стійкість та безпеку руху необхідно оцінити та розглянути всі сили, що діють на вагон:

- статичні (сили тяжіння вагона та його вантажу);
- динамічні (відцентрова сила, сили, що виникають при гальмуванні).

У розрахунках на міцність корисне навантаження зазвичай приймають постійної, що дорівнює вантажошдйомносп вагона, а в деяких випадках враховують неповне використання вантажошдйомносп вагона.

Постійне навантаження часто називають статичними. Статичне навантаження визначається:

$$P_{\text{ст}} = (T + P) \cdot g$$

де T - тара вагона, $T = 20$ т;

P - вантажопідйомність вагона, $P = 73,5$ т;

g - прискорення вільного падіння, $g = 9.81$ м/с.

$$P_{\text{ст}} = (20 + 73,5) \cdot 9.81 = 917,23 \text{ кН}$$

Вертикальне динамічне навантаження:

$$P_{\text{д}} = k_{\text{дв}} \cdot P_{\text{ст}}$$

де $k_{\text{дв}}$ - коефіцієнт вертикальної динаміки розраховується за формулою:

$$k_{\text{дв}} = \frac{k_{\text{дв}}}{\beta} \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \ln \frac{1}{1 - P(k_{\text{дв}})}}$$

де β - параметр розподілу (для вантажних вагонів $\beta = 1.13$);

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						26
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$P(k_{\text{дв}})$ - при оцінці міцності вагонів на допустимі навантаження,

прийнятих згідно з розрахунковими режимами ($P(k_{\text{дв}}) = 0.97$);

$k_{\text{дв}}$ - среднее вероятное значение коэффициента вертикальной динамики

при скоростях движения вагона $V_2 = 15$ м/с (55км/год) визначається

за формулою:

$$k_{\text{дв}} = a + 3.6 \cdot 10^{-4} \cdot b \frac{v - 15}{f_{\text{ст}}}$$

де a - коефіцієнт, який приймається на основі обробки результатів

теоретичних та експериментальних дослідів (для елементів кузова

$a = 0.05$; для обресорених частин візка $a = 0.10$; для необресорених

частин візка $a = 0.15$);

b - коефіцієнт, який враховує вплив кількості осей у візку під одним

кінцем вагона на значення коефіцієнта динаміки:

$$b = \frac{n + 2}{2 \cdot n}$$

де n - кількість осей у візку під одним кінцем вагона, $n = 2$,

$$b = \frac{2 + 2}{2 \cdot 2} = 1$$

де v - розрахункова швидкість руху вагона, $v = 33.3$ м/с;

$f_{\text{ст}}$ - статичний прогин ресорного підвішування, для візка моделі 18-7055

$f_{\text{ст}} = 0.045 \dots 0.055$ м. Оскільки максимальне значення коефіцієнта

вертикальної динаміки досягається при мінімальному значенню

статичного прогину ресора підвішування приймаємо $f_{\text{ст}} = 0.045$ м.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						27
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Тоді:

а) для кузова вагона:

$$k_{\text{дв}} = 0,05 + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \frac{33,3 - 15}{0,045} = 0,196$$

$$k_{\text{дв}} = \frac{0,196}{1,13} \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot \ln \frac{1}{1 - 0,97}} = 0,367$$

$$P_{\text{д}} = 0,367 \cdot 922,14 = 338 \text{ кН}$$

б) для обресорених частин візка:

$$k_{\text{дв}} = 0,10 + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \frac{33,3 - 15}{0,045} = 0,246$$

$$k_{\text{дв}} = \frac{0,246}{1,13} \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot \ln \frac{1}{1 - 0,97}} = 0,460$$

в) для необресорених частин візка:

$$k_{\text{дв}} = 0,15 + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \frac{33,3 - 15}{0,045} = 0,246$$

$$k_{\text{дв}} = \frac{0,296}{1,13} \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot \ln \frac{1}{1 - 0,97}} = 0,554$$

2.2 Сила, діюча на вагон

Відцентрова сила, що виникає під час руху в кривих ділянках, прикладена до центру ваги вагона та спрямована горизонтально, перпендикулярно до поздовжньої осі вагона і визначається за формулою:

$$H_{\text{ц}} = \eta \cdot P_{\text{бр}}$$

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						28
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

де η - коефіцієнт, для вантажних вагонів, $\eta = 0.075$;

$P_{бр}$ - маса брутто вагона.

$$H_{ц} = 0,075 \cdot 917 = 68,7 \text{ кН}$$

Рівночинна сила тиску вітру:

$$H_{в} = \omega \cdot F$$

де ω - тиск вітру, $\omega = 0.500$ кПа;

F - площа бічної проекції кузова:

$$F = (h_{к} - h) \cdot 2L$$

де $h_{к}$ - висота кузова, $h_{к} = 2,35$ м;

h - висота від рівня головок рейок до ковзунів, $h = 0.934$ м;

$2L$ - Довжина кузова вагона, $2L = 8,1$ м.

$$F = (2.35 - 0.934) \cdot 8.1 = 11.46 \text{ м}^2$$

$$H_{в} = 0,500 \cdot 11,46 = 5,73 \text{ кН}$$

Вертикальна складова бічної сили, що припадає на букс вагона визначається за формулою:

$$P_{б} = \frac{H_{ц} \cdot h_{ц} + H_{в} \cdot h_{в}}{m_0 \cdot 2b_2}$$

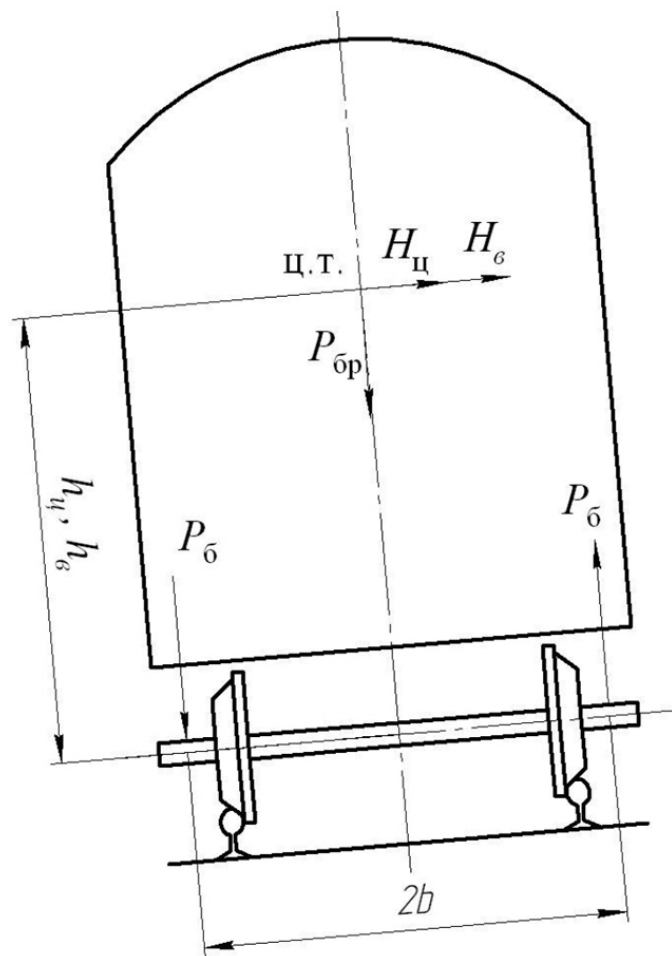
де $2b_2$ - відстань між центрами буксових вузлів, $2b_2 = 1.85$ м;

$h_{ц}$, $h_{в}$ - відстань від осі колісної пари до центру ваги вагона та точки

докладання рівнодіючої бічної сили, що приймається для вантажних вагонів $h_{ц} = h_{в} = 1.7$ м.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						29
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$P_6 = \frac{68,7 \cdot 1,7 + 5,73 \cdot 1,7}{4 \cdot 1,85} = 17,09 \text{ кН}$$



Додаток навантажень, що діють на вагон, показано на рис. 2.1.1

Рисунок 2.1.1 - Схема сил, що діють на вагон

Також при розрахунку вагонів необхідно враховувати поздовжні сили, виникаючі між вагонами N.

За I розрахунковим режимом:

$$N_I = \begin{matrix} +2.5 \\ -3.0 \end{matrix} \text{ кН}$$

За II розрахунковим режимом:

$$N_{II} = \pm 1,0 \text{ кН}$$

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		30

Позитивне значення сили відповідає зусиллям розтягування, негативне стиснення. Сили, що виникають при гальмуванні, визначають як:

$$P_T = \eta_T \cdot P_{\text{бр}}$$

$$\eta_T = \frac{j}{g}$$

де j – уповільнення при гальмуванні;

При плавному гальмуванні у разі відсутності зіткнення вагонів у поїзді приймають $\eta_T = 0.2$, а при зіткненнях $\eta_T = 3.0$.

Тоді при плавному гальмуванні:

$$P_T = 0,2 \cdot 917 = 183,4 \text{ кН}$$

при зіткненнях:

$$P_T = 3 \cdot 917 = 2751 \text{ кН}$$

3 Опис ходових частин вагону

Вагон-хопер 19-7154 зазвичай оснащений залізничними буксирувальними пристроями, що дозволяють його причеплювати та відчіплювати від поїздів. Конструкція ходової частини може змінюватись в залежності від виробника та модифікації вагона, але деякі загальні елементи включають:

Ходова частина вагона включає залізничну раму, яка є основою для кріплення інших компонентів. Рама зазвичай виготовляється з міцної сталі та має форму, що забезпечує необхідну міцність та жорсткість.

Осі та підшипники: Вагон-хопер 19-7154 зазвичай оснащений двома осьовими системами, кожна з яких включає вісь та підшипники. Осі з'єднані з колісними парочками та забезпечують рухливість та підтримку вагона на залізничній колії.

Колісні пари: Вагон-хопер оснащений чотирма колісними парами, кожна з

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						31
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

яких складається з двох коліс. Колісні пари виготовляються із високоміцної сталі та мають спеціальний профіль, призначений для забезпечення надійного контакту з рейками.

Пружинні та амортизаційні пристрої: Ходова частина вагона може включати пружинні та амортизаційні пристрої для пом'якшення ударів та вібрації під час руху залізничними коліями. Це допомагає зменшити навантаження на вагон та забезпечити більш комфортне та безпечне переміщення вантажу.

Важливо відзначити, що конкретні характеристики та деталі ходової частини вагона-хопера 19-7154 можуть відрізнятися залежно від виробника та специфікацій замовника.

3.1 Конструкція візка 18-7055

Бічна рама візка (рис. 3.1.2) відлита з низьколегованої сталі 20ГЛ, 20ПФЛ або 20ФТЛ. Рама складається з горизонтальних та похилих поясів, а також колонок. У середині рами є отвір для центрального ресорного підвішування, а по кінцях буксові отвори. Переріз похилих поясів і вертикальних колонок коритоподібної форми.

Горизонтальна ділянка нижнього пояса має замкнутий коробчастий перетин. З боків середнього отвору розташовані напрямні 6, що обмежують поперечні переміщення фрикційних клинів, а внизу є опорна поверхня з бонками і буртами 7 для розміщення і фіксування пружин ресорного комплекту. З внутрішньої сторони цієї поверхні є полиці 9, що є опорами для наконечників і утримання тріангеля у разі обриву підвісок. У місцях розташування фрикційних клинів у кожній колонці 5 рами приклепано по одній планці 8. На верхньому поясі бічної рами розташовані кронштейни 4 для кріплення підвісок гальмівних черевиків. Буксові отвори мають у верхній частині кільцеві припливи 2, якими рама спирається на букси, а з боків - щелепи 1

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						32
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

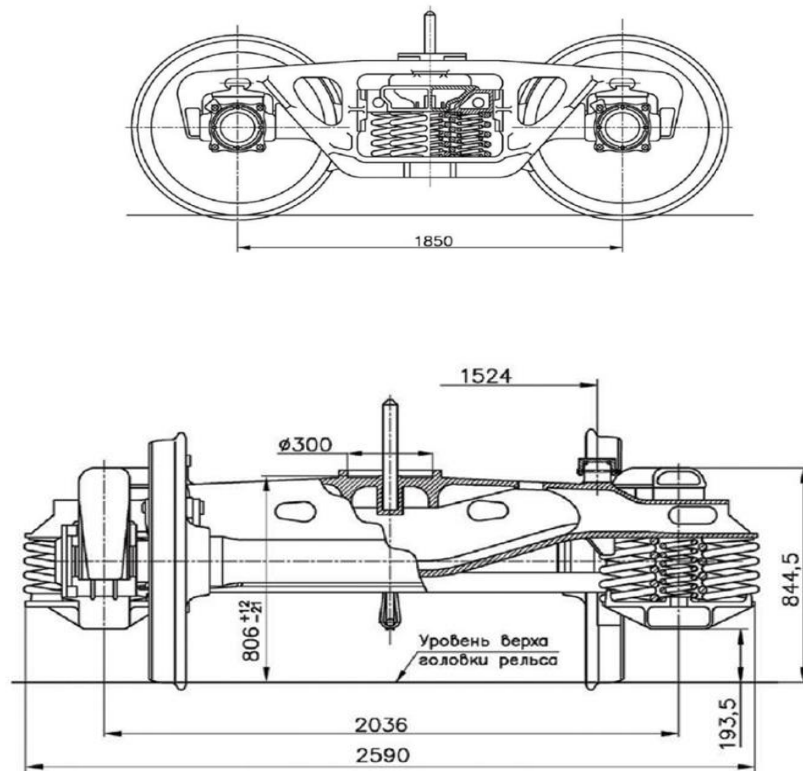


Рисунок 3.1.1 - Візок моделі 18-7055

Технічні характеристики візка:

Маса, не більше, кг;	4 900
Висота від рівня головок рейок до опорної поверхні підп'ятника у вільному стані, мм;	806
База, мм;	1 850
Гнучкість ресора підвішування, мм/Н (мм/тс);	1,13 x10 ⁻⁴ (1,13)
Максимальне статичне навантаження від колісної пари на рейку, кН(тс);	230(23,5)
Міжремонтний пробіг до першого деповського ремонту, років (тис. км);	3 (210)
Конструкційна швидкість, км/год;	120

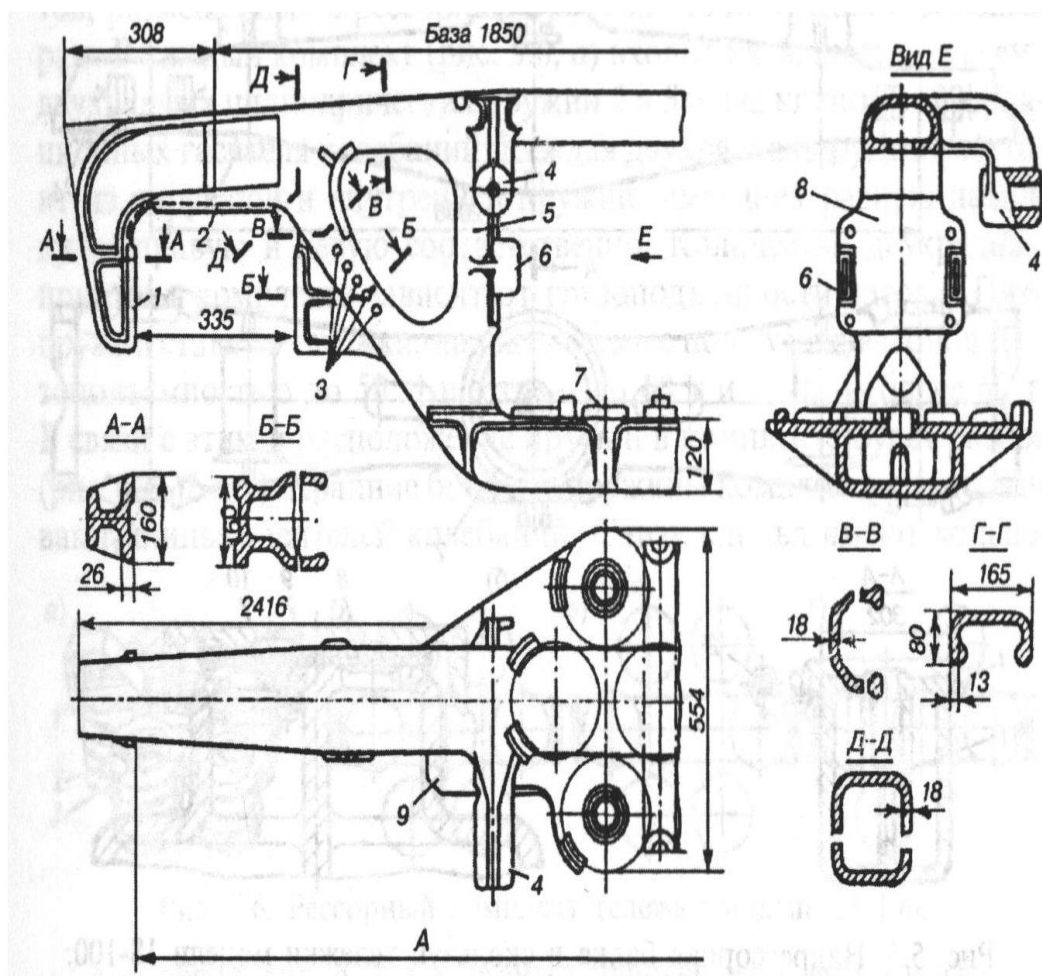


Рисунок 3.1.2 - Бічна рама візка моделі 18-7055

(несрублених) шишок, що відповідає певному розміру А між зовнішніми щелепами буксових прорізів. Це забезпечує дотримання паралельності осей колісних пар. Розмір А має шість градацій: № Про - № 5. Якщо всі шишки зрубані, то рама має градацію № Про з розміром між зовнішніми щелепами 2181 ± 1 мм, при одній незрубаній шишці - градацію № 1 з розміром 2183 ± 1 мм і т.д., збільшуючись на 2 мм. фрикційних клинів, бурти 5, що обмежують зміщення внутрішніх пружин ресорного комплекту, і виступи 4, що утримують зовнішні

(несрублених) шишок, що відповідає певному розміру А між зовнішніми щелепами буксових прорізів. Це забезпечує дотримання паралельності осей колісних пар. Розмір А має шість градацій: № Про - № 5. Якщо всі шишки пружини від зміщення при русі візка.

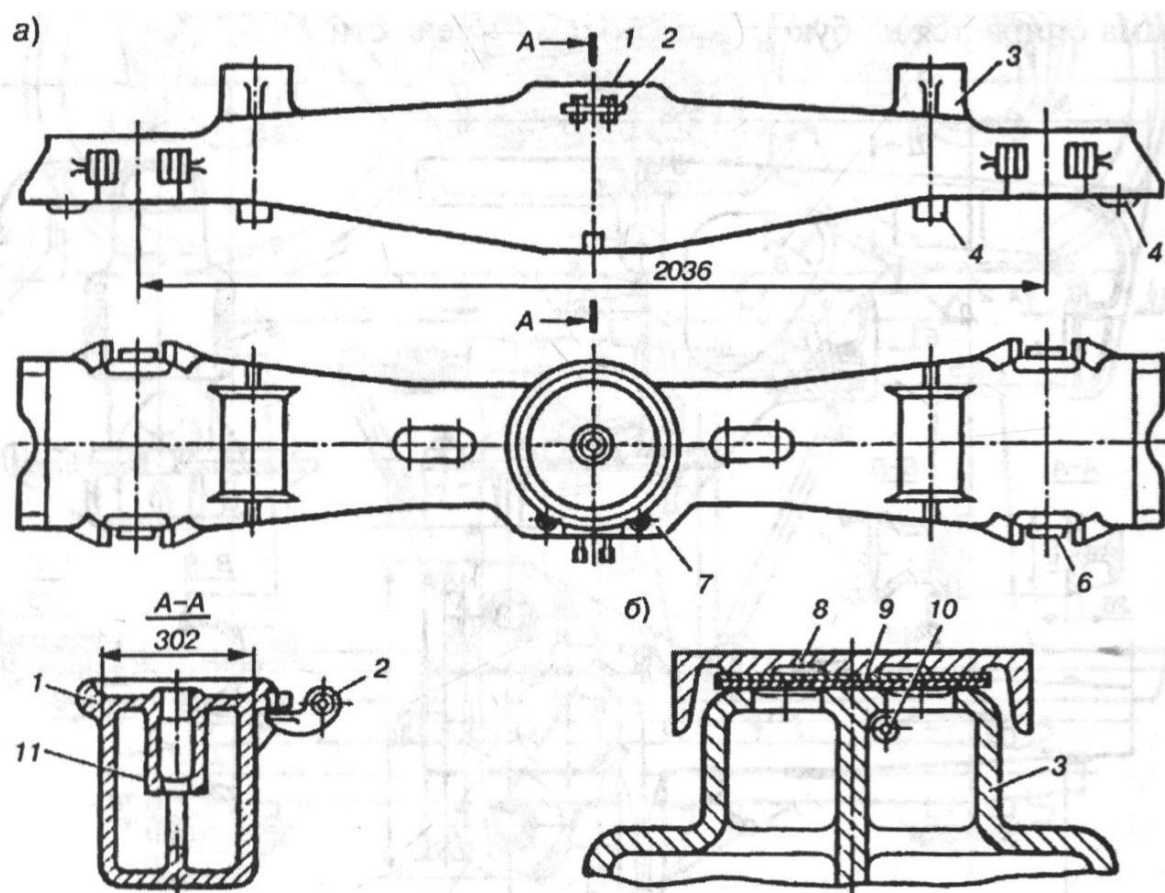


Рисунок 3.1.3 - Надресорна балка та ковзун візка моделі 18-7055

а - надресорна балка; б - закритий ковзун

На під'ятник 1 спирається п'ятник кузова, через центри яких проходить шкворень. Опорою для шворня є піддон 11, який розташовується під під'ятником посередині надрес-сміттьової балки. Шквореї служить віссю обертання візка щодо кузова, а також передає. тягові та гальмівні сили від візка кузову та назад. Бічні переміщення надресорної балки амортизуються поперечною пружністю пружин, на які вона орюється.

Скользун візки (рис. 3.1.3, б)- бічна опора кузова - складається з опори 3, відлитої заодно з надресорною балкою, ковпака 8, одягненого на опору, прокладок 9 для регулювання зазорів між ковзунами рами вагона і візка, болта 10, ковпак від падіння. Зазор між ковзунами для основних типів чотиривісних вагонів має бути в межах 6-16 мм.

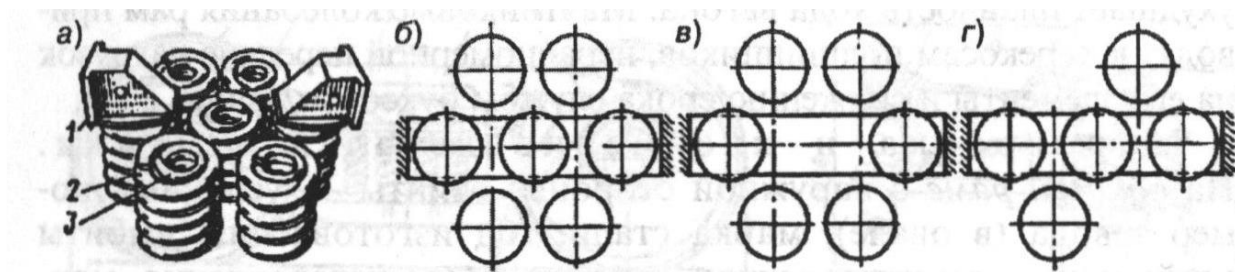


Рисунок 3.1.4 - Ресорний комплект візка моделі 18-7055

а - загальний вигляд; б, в, г - схеми встановлення семи, шести та п'яти дворядних пружин відповідно

Ресорное підвішування складається з двох комплектів, розміщених у ресорних отворах лівої та правої бічних рам. У кожен комплект (рис. 3.1.4, а) входить п'ять, шість або сім дворядних циліндричних пружин 2 і 3 і два клинових 1 фрикційних гасителя коливань. Кожна дворядна пружина складається з даружної і внутрішньої пружин, що мають різну навівку - праву і ліву відповідно.

Кількість дворядних пружин у комплекті залежить від вантажопідйомності вагона. П'ять пружин ставлять у візки, що підкочуються під кузови вагонів вантажопідйомності до 50 т, шість - до 60 т і сім - більше 60 т. У зв'язку з цим і розташування пружин в комплекті буде різне (рис. 3.1.4, б, в, г). Крайні бічні пружини комплекту підтримують клини гасників коливань. Знизу клини мають кільце ві виступи, що не допускають зміщення їх щодо пружин у горизонтальній площині, а верхньою своєю частиною входять у напрямні надресорної балки.

Клини відливають із сталі 20Л. Пружини виготовляють із сталі 55С2, а фрикційні планки - зі сталі марок 45, 30ХГСА або 40Х.

Статичний прогин ресора підвішування від тари - 8 мм, від масьг бруто -

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						36
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

46-50 мм. Коефіцієнт відносного тертя гасника коливань – 0,08-0,10.

Недоліки візка. До недоліків ресора підвішування відносяться велика жорсткість пружин для порожнього або мало завантаженого режиму роботи вагона, а також великі сили тертя спокою, низька стабільність і недостатня горизонтальна демпфуюча здатність гасників коливань. Великі сили тертя спокою клинових фрикційних гасителів коливань призводять до того, що ресорні комплекти практично не працюють при швидкості руху до 60-70 км/год. Тому майже у всьому діапазоні експлуатаційних швидкостей вантажних вагонів ресорне підвішування вимкнено і вагон є однією необресореною масою. Низька стабільність роботи гасника призводить або до підвищення, або до зниження сил тертя промв розрахункової.

Недоліком візка є також те, що бічні рами ніжно пов'язані між собою надресорною балкою і ресорними комплектами. Тому в ній виникають поздовжні забігання рам відносно один одного, що досягають 15-20 мм. Величина їх обумовлена зазорами в буксах і величиною горизонтальної деформації пружин. Така конструкція рам викликає також маятникові коливання їх власних поздовжніх осей. У результаті забігання рам зростає інтенсивність виляння візка, що погіршує плавність ходу вагона. Маятникові коливання рам призводять до перекосів підшипників, нерівномірної передачі навантажень на його елементи та зниження терміну служби буксових вузлів.

Маркування та таврування деталей візка. На бічній рамі із зовнішнього боку: відлиті - умовний но-мір заводу (в овалі), марка сталі, рік виготовлення; вибиті клеймами - номер візка, приймання після виготовлення, маркування держави-власника. Клейма приймання після ремонту вибивають на одному з торців бічної рами. На верхній поверхні верхнього пояса бічної рами наносять також білилами першу і три останні цифри номера вагона (обведені рамкою).

На 11адресор11ой балці маркування наносять на верхній поверхні балки на ділянці між підп'ятником і ковзунами. Відливають номер заводу, рік виготовлення та марку сталі. Вибивають клеймами приймання після виготовлення, приймання після ремонту, код держави-власника. При ремонті

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						37
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

також вибивають код держави-власника на кінці балки з правого боку від кронштейна мертвої точки.

Марка сталі відливається на деталях наступними літерами: НЛ-низколегована марки 20Л, ГЛ- марганцевиста (з підвищеним вмістом марганцю), ГФЛ - марганцево-ванадієва, ПЛ- марганцево-титанова, ФЛ- ванадієва, С- сталь з вмістом вуглецю більше 0,25%. Код держави-власника вибивають у смугі ДЛНОЇ 300 мм і шириною 15 мм у місці, що відповідає порядковому номеру госуда!)СіЗа в таблиці кодів. Довжина місця для коду-20 мм, тобто. на смугі відведено місце для коду кожної із 15 держав СНД. Смуга на деталях виготовляється шліфуванням абразивним колом. На всіх деталях візка наноситься маркування заводу-виготовлювача: на фрикційних клинах - на верхній поверхні; на гальмівних черевиках - на бічній поверхні; на триангелях - на вузькому боці розпірки бл ж до струни; на підвісках черевика - на бічній поверхні вуха бічної гілки; на пружинах – на поверхні відтягнутого кінця пружини.

3.2 Розрахунок буксових підшипників на міцність та надійність

Під розрахунком підшипників розуміють - перевірку довговічності підшипника при заданому режимі експлуатації

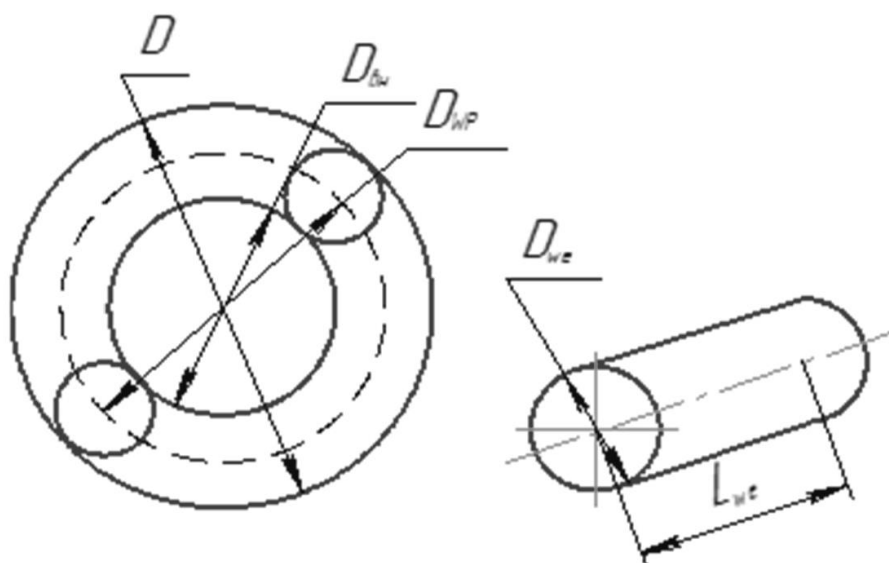


Рисунок 3.2.1 - Розрахункова схема підшипника

У буксових вузлах використовується роликові підшипники з такими основними параметрами:

L_{we} - довжина ролика; $L_{we} = 52$ мм;

D_{we} - діаметр ролика; $D_{we} = 32$ мм;

D_{wp} - діаметр центру кочення роликів; $D_{wp} = 190$ мм;

D - діаметр зовнішнього кільця;

P - еквівалентне навантаження на один підшипник;

$D_{вн}$ - внутрішній діаметр підшипника.

Знаходимо базову динамічну вантажопід'ємність підшипника:

$$C_r = f_c \cdot (i \cdot L_{we} \cdot \cos a)^{\frac{7}{9}} \cdot z^{\frac{3}{4}} \cdot D_{we}^{\frac{29}{27}}$$

де i - рядність підшипника, $i = 1$;

a - кут нахилу роликів до поверхні кочення, $a = 0$;

f_c - коефіцієнт, що залежить від геометрії підшипника і точності виготовлення.

$$f_c = f \cdot \left(\frac{D_{we} \cdot \cos a}{D_{wp}} \right)$$

де f - функція розподілу.

$$f_c = f \left(\frac{32 \cdot \cos 0^\circ}{190} \right) = 0.168 = 9.032 \text{ (кг/мм)} = 88,62 \text{ (Н/мм)}$$

$$C_r = 9.032 \cdot (1 \cdot 52 \cdot \cos 0)^\frac{7}{9} \cdot 14^\frac{3}{4} \cdot 32^\frac{29}{27} = 61563.5 \text{ кг} = 61,56 \text{ т}$$

Знаходимо максимальне еквівалентне навантаження на підшипник:

$$P_r = F_r \cdot k_d$$

де F_r - радіальне статичне навантаження на один підшипник;

k_d - коефіцієнт динаміки; $k_d = 1.3 \dots 1.4$.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						39
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$F_r = \frac{P_{\text{бр}} - n_{\text{к.п.}} \cdot m_{\text{к.л.}} - m_{\text{б.в.}} \cdot n_{\text{б.в.}}}{n_{\text{підш}}}$$

$$F_r = \frac{62 - 1,2 \cdot 4}{16} = 3,575 \text{ т}$$

$$P_r = 3.575 \cdot 1.4 = 5.005 \text{ т}$$

Знаходимо залежність між довговічністю та навантаженням на радіальний підшипник за формулою:

$$L_{10} = \left(\frac{61.56}{5.005} \right)^{\frac{10}{3}} = 4295.147 \text{ млн/об}$$

Виконаємо розрахунок підшипника на довговічність по пробігу:

$$S = L_{10} \cdot \pi \cdot d \cdot 10^{-3}$$

$$S = 4295.147 \cdot 3.14 \cdot 0.95 \cdot 10^{-3} = 12.8 \text{ млн/км}$$

$$S = 12,8 > [S] = 2.5$$

З останньої нерівності чітко видно, що підшипник задовольняє вимогам, яю поставлення перед підшипниками вантажних вагонів по довговічності. Через це ми його поставимо під проєктований вагон. Допустиме значення пробігу підшипника $[S] = 2,5 \text{ млн км}$ для вантажного вагону.

4 Конструкція ударно-тягових приладів вагону

Ударно-тягові прилади відносяться до основних та відповідальних частин вагона. Вони призначені для з'єднання (зчеплення) вагонів та локо-мобілів, утримання їх на певній відстані один від одного, передачі та пом'якшення дії поздовжніх (розтягуючих та стискаючих) зусиль, що розвиваються під час руху в поїзді та при маневрах.

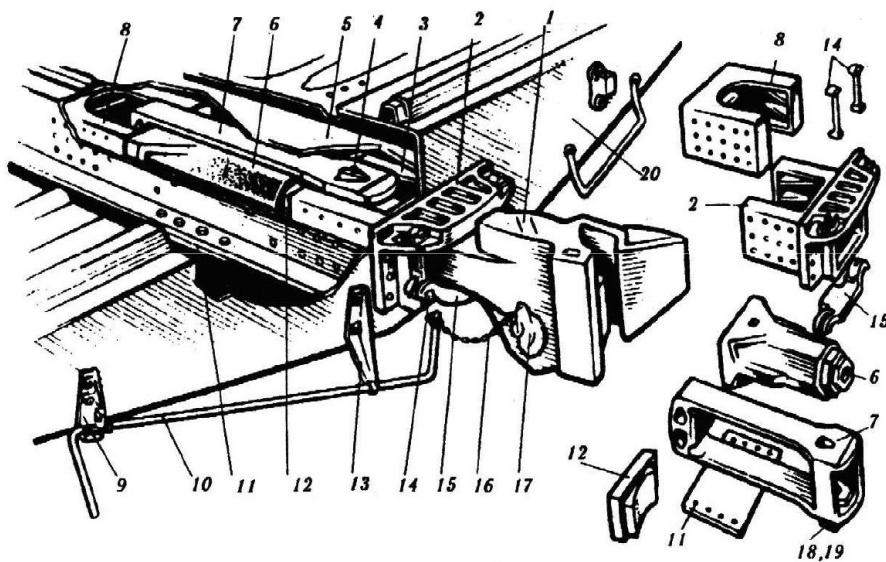
4.1 Ударно-тягові прилади

Прилади призначені для безпосереднього з'єднання вагонів і локомотива, називають зчіпкою, а сукупність частин, що передають і пом'якшують дію

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						40
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

тягових зусиль - упряжку Основні частини автозчіпного пристрою розміщуються в консольній частини хребтової балки 5 рами кузова вагона (рис. 4.1) та складаються з:

- корпуси автозчеплення з деталями механізму;
- розчіпного приводу;
- ударно-центруючого приладу;
- упряжного пристрою з поглинаючим апаратом;



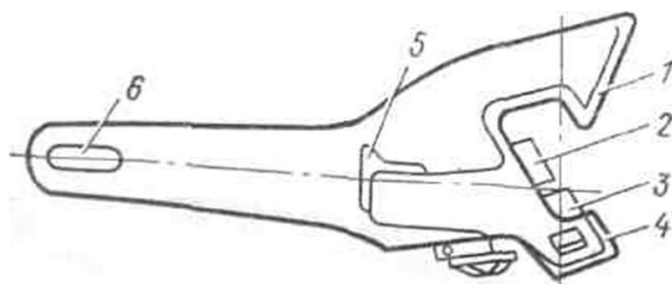
-опорних частин.Рисунок 4.1 - Розміщення деталей автозчіпного обладнання вагона.

Корпус 1 автозчеплення з механізмом призначений для зчеплення та розчеплення вагонів, сприйняття та передачі ударно-тягових зусиль упряжному пристрої. Корпус автозчеплення з деталями механізму встановлено у вікно ударної розетки 2 та своїм хвостовиком з'єднаний з тяговим хомутом 7 за допомогою клина 4, який вставляється знизу і спирається на два болти 18, закріплених запірними шайбами та гайками. Усередині корпусу автозчеплення розміщуються деталі механізму, що служать для виконання процесу зчеплення та розчеплення рухомого складу.

Розчіпний привід служить для розчеплення автозчеплень і закріплений на кінцевій балці 20 рами. Він складається з двоплечового важеля 10, кронштейна з поличкою 9, державки 13 і ланцюга 16 для з'єднання важеля 10 з приводом механізму автозчеплення 17. Ударно-центруючий прилад приймає від корпусу

автозчеплення надмірну енергію удару після повного стиснення поглинаючого апарату та центрує корпус автозчеплення. Він складається з ударної розетки 2, прикріпленої в середній частині до кінцевої балки 20 рами, двох маятникових підвісок 14 та centruючої балочки 15, на яку спирається корпус автозчеплення 1. Упряжний пристрій передає упорам поздовжні сили від корпусу автозчеплення та пом'якшує їх дію. Він включає тяговий хомут 7, клин 4, упорну плиту 12 і два болти 18 з планкою 19, запірними шайбами і шплінтом. Всередині тягового хомута 7 знаходиться поглинаючий апарат 6 який розміщується між задніми упорами 8 і упорною плитою 12, взаємодіє з передніми упорами 3. Упряжний пристрій оберігається від падіння підтримуючою планкою 11, прикріпленою знизу до горизонтальних полиць хребтової балки 5 вісьмома болтами.

Задні і передні упори служать для передачі розтягуючих і стискаючих зусиль на раму та кузов вагона. Задні упори 8 об'єднані між собою перемичкою і укріплені до вертикальних стінок хребтової балки 5 рами. Передні упори 3 об'єднані між собою за допомогою ударної розетки 2 і також жорстко



прикріплені до вертикальних стінок хребтової балки 5.

Пристрій корпусу та механізму автозчеплення визначає її тип та конструкцію, тому корпус з мехаюзмом часто називають автозчепленням. Для проєктованого вагона як автозчеплення вибираємо автоматичне зчеплення СА-3.

Рисунок 4.2 - Автоматическая сцепка СА-3

Корпус автозчеплення СА-3 (рис. 4.2) призначений передачі ударно-тягових зусиль упряжному пристрою і розміщення механізму. Корпус являє собою сталевий порожнистий виливок, який складається з головної частини та хвостовика. Головна частина має великий 1 і малий 4 зуби, які з'єднуючись,

утворюють зів. З зіва виступають частини деталей механізму - замку 3 і замкоутримувача 2. Горизонтальну проекцію зубів, зіва та виступаючої частини замку називають контуром зачеплення автозчеплення.

Головна частина корпусу має упор 5 для передачі стискаючого зусилля на раму кузова через розетку, укріплену на кінцевій балці, після повного стиснення поглинаючого апарату та деформацій деталей апарату та упряжного пристрою. У хвостовику корпусу є отвір для клину б.

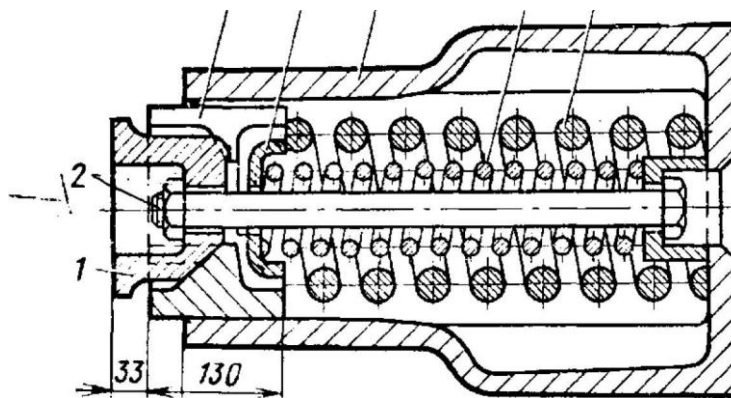


Рисунок 4.3 - Поглинаючий апарат

Поглинаючий апарат (рис. 4.3) також застосовується в ударно-тягових приладах. Він має шестигранний корпус 5, корпус натискний 1, три фрикційні клина 3, зовнішню 7 і внутрішню пружину б. Апарати утримуються у зібраному стані стяжним болтом 2 з гайкою. Натискний конус з одного боку та пружини через натискну шайбу 4, з іншої забезпечують розпір клинів. Такий розпір називають клиновим.

Гасіння енергії в цих апаратах відбувається, в основному, за рахунок тертя фрикційних клинів об корпус апарату.

4.2 Розрахунок зчеплюваності

Розглянемо несприятливе розташування вагонів, коли один з них з них знаходиться в кривій малого радіуса, а інший - на прямій ділянці колії. У цьому випадку задача зводиться до визначення поперечного зміщення корпусу автозчепу відносно подовжньої осі вагона та порівнянню його з величиною

ефективного захоплювання, тобто до перевірки умови:

$$B \geq y_{\text{зовн}} + \lambda$$

де $y_{\text{зовн}}$ - зміщення корпусу автозчепу, обумовлене виносом частин вагона в кривій;

λ - зміщення корпусу автозчепу, обумовлене зазорами та зносами.

Перевірку забезпечення автоматичного зчеплення вагона, що проектується та "еталонного" вагона ("еталонний" вагон-це типовий чотиривісний піввагон з базою $2l = 8,65$ м, довжиною консолі до осі зчеплення автозчепу $n = 2,635$ м, з візками базою $2l_{\text{віз}} = 1,85$ м.) на ділянці спряження кривої та прямої виконується за формулою:

$$B \geq \frac{n(2l + n) - l_{\text{віз}}^2}{2R} + \lambda$$

де B - ефективна ширина захвату автозчепу (розраховується за формулою, наведеною нижче), в метрах;

$2l$ - база вагона, в метрах;

n - довжина консолі від центру п'ятника до осі зчеплення автозчепу вагона, в метрах;

$$n = \frac{L_a - 2l}{2}$$

де L_a - довжина вагона, по осях зчеплення автозчепів, в метрах;

$l_{\text{віз}}$ - півбаза візка вагона, в метрах, для чотири вісних вантажних вагонів

$l_{\text{віз}} = 1,85$ м ;

l - додаткове поперечне відхилення центрів зчеплення автозчепів (табл.4.1), в метрах;

R - розрахункові радіуси кривих ділянок колії (табл. 4.2), в метрах.

Значення додаткових відхилень

Таблиця 4.1

Тип вагона					Значення λ , мм	
------------	--	--	--	--	-------------------------	--

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ		Лист
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата			44

Вантажний на дво- та чотиривісних візках з нежорсткою рамою	26
Вантажний на тривісних візках з нежорсткою рамою	13
Пасажи́рський та вантажний на візках з жорсткою рамою та колісковим підвішуванням	10

**Розрахункові радіуси кривих для перевірки
зчеплення та прохідності вагонів**

Транспортна операція	Розрахункова дільниця колії	Розрахунковий радіус кривої для вагонів, м		
		вантажних		пасажи́рських
		Групи I	Групи II	
Автоматичне забезпечення	Спряження прямої та кривої без урахування радіуса	135	250	250
Прохід у зчепі	Спряження прямої та кривої без перехідного радіусу	80	110	120
	S – подібна крива без прямої вставки	120	160	170
Прохід одного вагона	Колова крива	60	80	80

До I групи відносяться вантажні вагони масових типів, що експлуатуються на всіх коліях магістрального та промислового транспорту. До II групи відносяться вантажні, ізотермічні та спеціальні вагони з довжиною по осях зчеплення автозчепів більше 21 м.

4.3 Розрахунок корпусу автозчеплення на міцність

Ефективна ширина захвату автозчепу визначається за формулою:

$$B = B[1.655 \cdot \sin(65^\circ - \beta_o) - 0.5]$$

де В- повна ширина захвату при паралельних осях корпусів автозчепів, що зчіпляються: для автозчепу СА-3 В=0,175м., для автозчепу СА-3 М В=0,2 м.

$$\beta_o = \frac{l + n}{R} \cdot 57.3^\circ$$

Якщо не забезпечується автоматична зчіплюваність масових типів вагонів, автозчепи обладнують пристроєм для їх примусового відхилення до центру кривої.

Спочатку знаходимо ліву частину:

$$n = \frac{11.92 - 7.7}{2} = 2.11 \text{ м}$$

$$\beta_o = \frac{3.85 + 2.11}{135} \cdot 57.3^\circ = 2.5^\circ$$

$$B = 0.175[1.655 \cdot \sin(65^\circ - 2.5^\circ) - 0.5] = 0.169 \text{ м}$$

Рахуємо праву частину:

$$\frac{2.11 \cdot (7.7 + 2.11) - 0.925^2}{2 \cdot 135} + 0.026 = 0.102 \text{ м}$$

$$0.102 \geq 0.184$$

Як бачите розрахунок у нас не вийшов, тому давайте використати замість автозчепу СА-3, СА-3М.

$$B = 0.200[1.655 \cdot \sin(65^\circ - 2.5^\circ) - 0.5] = 0.193 \text{ м}$$

$$0.193 \geq 0.184$$

Розрахунок вийшов, можемо зробити висновок, що автозчеп СА-3М більше підходить за рахунок того, що у нього ширина захвата більше.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						46
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВОК

При розрахунку курсової роботи з дисципліни "Вагони магістрального і промислового транспорту", я розробив опис вагону-хоперу Г8-7154 визначив параметри вагона, такі як вантажопідємність 73,5 т, коефіцієнт тари 20 т, осьове навантаження 23,3 тс/м, погонне навантаження 88,4 те, середній коефіцієнт теплопередачі кузова вагона і ін.

Система розвантаження ковзання значно спрощена в порівнянні з системою важелів за рахунок відсутності поворотних з'єднань, гвинтового приводу або черв'ячного приводу. Їх легко обслуговувати завдяки можливості контролювати процес переміщення золотникового клапана з будь-якого боку автомобіля. Вантаж легко виливається через горизонтально розташовані розвантажувальні отвори гіркових пристроїв.

Для повної технічної характеристики вагона, я описав конструкцію рами і надресорної балки візка.

Виконав розрахунки та побудував горизонтальну габаритну рамку - вагон вписується в габарит.

Розрахував буксовий підшипник на міцність і довговічність - він задовільняє вимоги $S = 2.5$ млн/км. Також розрахував поглинаючий апарат.

На основі всіх описів і розрахунків, я зробив висновок, що всі елементи вагона витримують напруги, які до них прикладені, а сам полувагон відрацьовує призначений йому термін експлуатації.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
						47
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вагон / Ред. Шадур Л.А., М.: Транспорт, 1980, 433 с.
2. Методичні пункти No 945 «Підгонка автомобіля в розміри» і «Міцність, яка буває машина на автомобіль». Мурадян Л.А., Рейдемейстер О.Г., Кушнір В.О., Дн-ск, 2006, 15с.
3. Методичне повідомлення No 708 «Автожепи рукомого складу залізниці».
4. Пастернак М.О., Безовська Л.П., Дн-ск, 2002, 34с.
5. Методичний посібник No 664 "Поглиняючі апарати втраченого складу світу". Пастернак М.О., Пулярія А.Л., Безовська Л.П., Дн-ск, 2002, 32с.
підручник/В.В. Лукін,
6. П.С. Анісімов, В.М. Котуранов та інші; під редакцією П.С. Анісімо
Ва. - 2-й вид., Перероб. Та дод. – М.: ФДЕІ «Науково-методичний центр освіти на залізничному транспорті»,
2011. - 688 с.
7. Пастухов І.Ф., Пірун В.В., Кошкалда Р.О. Будівництво вагонів: Podruchnik dlya koledzhiv i tekhnikoumov zh.-d. Везти. - М.: Желдоріздат, 2000. 504 з
8. А.В. Пігунов Підбір основних параметрів проектного вагону Гомель, 2009-61 с.
9. В.В. Пігунов Інкорпорація спроектованого вагону в розмірність Гомель, 2009-86 с.
10. Невзорова Н.М., Пастухов І.Ф., Пігунов В.В. Перевірка посадки проектного вагону в розмірність Н .1. Гомель, 1983, 32 с.
11. Пастухов І.Ф., Пігунов В.В. перевірка посадки проектової машини в розмірність Ч2. Гомель, 1984. 34 с. (російською мовою).
12. Пастухова І.Ф., Пігунов В.В., Кошкалда Р.О. Дизайн вагона, Москва, 2004, 503 с.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		48

13. Пігунов В.В. Ходові частини вагонів. Розрахунок деталей. Підручник. – Гомель 2005.-С.25

14. А.В. Пигунов Конструкция, теория и расчёт вагонов. Гомель 2009-34 с.

					033.200208.ДРБ.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		49