

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій

Кафедра Вагони та вагонне господарство

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

Рч /Олексій РЕЙДЕМЕЙСТЕР/
« 20 » 12 20 21 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

Спеціальність **273 Залізничний транспорт**

Освітньо-професійна програма **Вагони та вагонне господарство**

Тема **Аналіз зусиль, що діють на кузов напіввагона при перевезенні катаного дроту в бунтах**

Theme **Analysis of the forces acting on the body of the gondola car during the transportation of rolled wire coils**

Керівник дипломної роботи, к.т.н., доцент Матвій Владислав ШАПОШНИК

Студент групи ВГ 2021

Яремко Денис ЯРЕМЕНКО

Student

Denys YAREMENKO

Дніпро – 2021

Реферат

Яременко Д. Аналіз зусиль, що діють на кузов напіввагона при перевезенні катаного дроту в бунтах: Дипломна магістерська робота - Український державний університет науки і технологій :Дніпро, 2021. 82 с.

Магістерська робота виконана на 82 сторінках, містить 28 ілюстрацій, 6 таблиць, список літератури з 37 джерел та одного додатку.

Робота складається з вступу, п'яти основних розділів, загальних висновків, списку літератури, резюме на англійській мові та додатку.

У вступі наведено актуальність, сучасний стан проблеми та ступінь її розв'язання. Об'єктом дослідження в роботі є міцність кузова універсального напіввагона при перевезенні бунтів катаного дроту. Предметом дослідження є інерційні та розпирні сили при перевезенні бунтів катаного дроту. Новизною даної дипломної роботи є запропоновані зміни до схеми перевезення бунтів катаного дроту та які пройшли експериментальну перевірку. В першому розділі – проведено аналіз літератури за напрямком досліджень. У другому розділі – проведено огляд рухомого складу для перевезення бунтів катаного дроту. Детально розглянуто конструкцію універсальних вагонів з точки зору розміщення та закріплення в них вантажів, наведено допустимі навантаження на ув'язувальні пристрої. В третьому розділі – проаналізовані способи кріплення сталеної катаної проволочки у бунтах. Визначені основні вимоги до розміщення вантажу на рухомому складі залізниць. В четвертому розділі – проводився розрахунок зусиль, що діють на кузов напіввагона при перевезенні бунтів катаного дроту. В п'ятому розділі представлені результати експериментальної перевірки описаного в роботі способу розміщення бунтів канатного дроту в напіввагоні за першим варіантом МТУ та за вдосконаленим варіантом МТУ.

Ключові слова: катаний дріт в бунтах, напіввагон, розміщення та кріплення вантажів, інерційні сили, експериментальна перевірка

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ЗА НАПРЯМКОМ ДОСЛІДЖЕНЬ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Аналіз літератури за напрямком досліджень.....	10
1.2 Постановка проблеми дослідження.....	12
1.3 Вимоги до розроблення, оформлення, погодження технічної документації на перевезення вантажів у вагонах залізничним транспортом...	16
2. ВИБІР РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУНТІВ КАТАНОГО ДРОТУ. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ПІДГОТОВКА ВАНТАЖУ ТА ВАГОНІВ ДО ПЕРЕВЕЗЕННЯ.....	22
3. СПОСОБИ РОЗМІЩЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ СТАЛЬНОЇ КАТАНКИ В БУНТАХ.....	34
3.1 Стандартизовані схеми розміщення бунтів.....	35
3.2 Схеми розміщення бунтів згідно МТУ.....	40
3.3 Схеми розміщення бунтів згідно вимог європейських залізниць...	43
4. РОЗРАХУНОК ЗАСИЛЬ, ЩО ДІЮТЬ НА КУЗОВ НАПІВВАГОНА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ БУНТІВ КАТАНОГО ДРОТУ.....	46
4.1 Координати точок вантажу, що знаходиться поза кузовом вагона.....	46
4.2 Розрахунок інерційних сил.....	47
4.3 Розрахунок стійкості навантаженого вагона.....	50
4.4. Розрахунок розпірних навантажень на бічну стіну вагона.....	51
4.5 Визначення допустимої ваги вантажу при зміщенні центру ваги під час перевезення бунтів катаного дроту.....	55
5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА СПОСОБІВ РОЗМІЩЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	61

					031.160216.ДМР.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Яременко Д. М.			Аналіз зусиль, що діють на кузов напіввагона при перевезенні катаного дроту в бунтах			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Шапошник В.Ю.								4	83
Реценз.								УДУНТ, гр. ВГ2021			
Н. Контр.											
Затверд.		Рейдемейстер О									

5.1 Випробування на співудар.....	61
5.2 Дослідні перевезення.....	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76
РЕЗЮМЕ.....	81
ДОДАТОК А. Список креслень.....	83

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Залізниці – це ключова ланка в транспортній системі України, яка забезпечує вантажні та пасажирські перевезення на всій території нашої держави та її інтеграцію в міжнародну транспорту систему. Вони сприяють зростанню економіки країни, активно сприяють розвитку її промисловості, прискоренню науково-технічного прогресу та інтеграції України до Європейського простору.

Актуальними проблемами українських залізниць залишаються проблеми забезпечення необхідного рівня безпеки руху поїздів, підвищення економічної ефективності перевізного процесу, за рахунок зниження експлуатаційних витрат, підвищення конкурентоспроможності та її інтеграції до європейського простору колії 1435 мм.

Безпека руху на залізницях залежить не тільки від утримання у справному стані рухомого складу та інфраструктури, а в значній мірі, і від надійності кріплення вантажів та їх розміщення на рухомому складі у відповідності до існуючих норм. Різноманітна номенклатура вантажів, що перевозяться залізничним транспортом, потребує як різноманіття типів вантажних вагонів так і значної кількості технічної документації яка 109 встановлює способи розміщення і кріплення вантажу (місцевих технічних умов (МТУ), непередбачених технічних умов (НТУ), ескізів) та супроводжується відповідними розрахунками. Необхідність розроблення технічних умов викликана специфікою конкретного вантажу та умовами його кріплення які не передбачені технічними умовами розміщення та кріплення вантажів у вагонах та контейнерах [1, 2]. Розробка технічних умов пов'язана не тільки із забезпеченням надійності кріплення, збереженням вантажу та рухомого складу але і з необхідністю раціонального використання об'єму кузова, вантажопідємності вагона та забезпечення мінімальної вартості

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кріплення (трудомісткість навантажувально-розвантажувальних операцій, вартість матеріалів та реквізитів кріплення та інше). Дотримання цих вимог, які можуть суперечити одна одній, є головною задачею при розробці схем розміщення та кріпленні вантажів. Недотримання зазначених вимог призводить до збільшення собівартості перевезень або відчепленню вагонів на шляху прямування по причині зміщення/розвалу вантажу, послаблення/обриву засобів кріплення, виходу вантажу за габарит та інше, в результаті чого значні фінансові витрати несуть як відправники так і залізниці. Важливим питанням при перевезенні вантажів залізничним транспортом є оцінка зміщення центру ваги вантажу в процесі перевезень. Недопустиме зміщення центра ваги призведе до перевищення допустимої різниці по завантаженню візків, погіршенню динамічних показників вагона, підвищенню імовірності заклинювання колісних пар розвантаженого візка при гальмуванні [3, 4].

На перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ» регіональної філії «Придніпровська залізниця» АТ «Укрзалізниця» у липні 2020 р. під час руху поїзда відбулося падіння на бокову колію стіни кузова напіввагону з послідовним випадінням 14 бунтів катаного дроту. Що, внаслідок потрапляння вантажу під рухомий склад, призвело до сходження з рейок трьох вагонів та локомотиву у поїзді, що рухався по суміжній колії. Причиною падіння бокової стіни кузова вагона, який мав продовжений термін служби, визнано її обрив від кутових стояків, з наступним вигином проміжних поперечних балок та обривом від усіх поперечних балок через неякісні зварні з'єднання між ними та в наслідок зусиль від дії вантажу. Іншою причиною могло бути перевищення поперечних навантажень на бічну стінку від вантажу, що перевозився, через не вірно виконані розрахунки при розробці способу його розміщення.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Актуальною проблемою, яка зумовила вибір теми дослідження, є оцінка можливих причин падіння на бокову колію стіни напіввагона, що трапилося перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ» регіональної філії «Придніпровська залізниця» АТ «Укрзалізниця».

Об'єктом дослідження є міцність кузова універсального напіввагона при перевезенні бунтів катаного дроту.

Предметом дослідження є інерційні та розпирні сили при перевезенні бунтів катаного дроту.

Метою роботи є удосконалення схеми розміщення бунтів та підвищення безпеки руху.

Для досягнення поставлено мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- провести аналіз технічних умов розміщення та кріплення катаного дроту в бунтах;
- виконати розрахунок зусиль, що діють на кузов напіввагону при перевезенні катаного дроту в бунтах;
- оцінити міцність кузова напіввагона;
- за результатами дослідження запропонувати внести зміни до схеми розміщення катаного дроту в бунтах.

Методи дослідження які використано в даній роботі:

- емпіричні методи дослідження на етапах порівняння схем, проведення експериментальних досліджень (випробування на співудар), та вимірювань зміщення вантажу після співударів.
- теоретичні методи дослідження на етапах розрахунку інерційних сил, сил від розпору вантажу та міцності кузова.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Новизною даної дипломної роботи є запропоновані зміни до схеми перевезення бунтів катаного дроту та які пройшли експериментальну перевірку.

Практичне значення отриманих результатів полягає в підвищенні безпеки руху при перевезення металопродукції залізничним транспортом.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ЗА НАПРЯМКОМ ДОСЛІДЖЕНЬ.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз літератури за напрямком досліджень

При розробці технічних умов розміщення та кріплення вантажів, як зазначається у роботах [1, 5] повинен бути врахований людський фактор, який пов'язаний із порушеннями технологічного процесу розміщення та кріплення вантажів, що найчастіше проявляються у подачі під завантаження несправних вагонів, завантаження вагону понад норму, нерівномірність розміщення вантажу у вагоні, що може призводити до серйозних пошкоджень вантажу, рухомого складу та інфраструктури залізниць. Також людський фактор може бути пов'язаний із недосконалістю розроблених схем кріплень та помилками у них.

З метою підвищення надійності кріплення вантажів при перевезенні їх у напіввагонах у роботі [5] пропонується варіант модернізації який передбачає виконання висувних стояків, що дозволить підвищити надійність кріплення вантажів при їх завантаженні із «шапкою» та з виходом за верхню обв'язку кузова.

Питанню розрахунку міцності кузова та рами вантажних вагонів присвячено роботи [6-8]. Результати робіт представлені у [7, 8] підтверджують достатню міцність кузова, однак вони не враховують нюанси перевезення бунтів, які пов'язані із дією зосередженого навантаження яке прикладається на стояки кузова в двох місцях по висоті кузова в залежності від діаметра бунтів. В роботі [9] оцінюється міцність конструкції універсально-вагона платформи при розміщенні на ній спеціалізованої рами з контейнерами. У статті [10] виконано аналіз залишкового ресурсу напіввагонів в залежності від терміну експлуатації та матеріалу кузова вагона

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в умовах діючих експлуатаційних навантажень та корозійного зносу. За результатами представлених досліджень визначено, що ресурс несучих елементів кузова складає 29-37 років в залежності від рівня корозійного пошкодження.

Однак, в роботі не врахований людський фактор, а причиною транспортної події на перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ» стало саме не виконання при плановому ремонті у повному обсязі вимог ЦВ-0142 «Вагони вантажні залізниць України колії 1520 (1524) мм. Настанова з деповського ремонту» [11] та вимог СТП 04-020:2018 «Вагони вантажні та контейнери. Правила ремонту при зварюванні та наплавленні» [12].

Роботи [13-16] присвячені порівняльному аналізу діючих та запропонованих авторами цих работ методик розрахунку кріплення вантажу у вагонах. Визначені зусилля в м'яких елементах кріплення (дротяних розтяжках) в залежності від топології кріплень вантажу в просторі.

Стаття [13] описує можливості та переваги автоматизованої системи розробки технічних умов розміщення та кріплення вантажів у вагонах та контейнерах. Алгоритм прийняття рішень дозволяє автоматизувати процес розробки технічних умов з урахуванням можливості двокоординатного зсуву вантажу у вагоні. У статті [14, 15] представлений метод автоматизованого розрахунку величини зусиль в засобах кріплення вантажу. Автоматизовані методи розрахунку дозволяють визначати значення зміщення вантажу як вздовж, так і поперек вагона від дії поздовжніх, поперечних та вертикальних зусиль, що сприймаються вантажем під час перевезення. Представлений метод дозволяє оптимізувати вибір місця встановлення упорних рам в залежності від геометричних параметрів вантажу та обраного способу його кріплення.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розробці схем розміщення та кріплення вантажів обов'язковою вимогою є дотримання допустимого зміщення центру ваги вантажу. При цьому слід обов'язково враховувати можливе зміщення вантажу при перевезенні залізничним транспортом. Роботи [16, 17] присвячені саме питанню визначення впливу поздовжнього й поперечного зміщення центру тяжіння великовагового вантажу, з урахуванням швидкості руху, на основні динамічних показників – максимальні коефіцієнти динамічної добавки обресорених і необресорених частин, максимальне відношення рамної сили до статичного осьового навантаження, коефіцієнт стійкості колеса від сходження з рейок.

Вимоги до розміщення та кріплення катаного дроту в бунтах на залізницях країн членів організація співробітництва залізниць (ОСЗ) встановлюються Додатком 3 до СМГС [1] згідно з яким обирається одна з шести схем в залежності від вантажопідйомності вагона, маси та розмірів бунтів. Бунти діаметром 1150-1400 мм, довжиною 450-750 мм та вагою 500-850 кг розміщують в напіввагоні в два ряди по ширині і два яруси по висоті вагона. У нижньому ярусі бунти встановлюють впритул від торців до середини вагона зі зміщенням однієї половини ярусу до однієї бічної стіни вагона, а другої - до протилежної стіни. Верхній ярус бунтів розміщують на бунти нижнього ярусу аналогічно нижньому зі зміщенням до бічних стін в протилежному напрямку.

1.2 Постановка проблеми дослідження

На перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ» регіональної філії «Придніпровська залізниця» АТ «Укрзалізниця» 20.07.2020 допущено падіння на колію бокової стіни кузова напіввагону № 56199763 з послідуочим випадінням вантажу (проволока – катанка в бунтах) у кількості 14 бунтів на парну та непарну колії та сходженням з рейок вагонів

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№56199763 (50-й з голови) - двома колісними парами другого візка, №95701090 (51-й з голови) - всіма колісними парами, №95702098 (52-й з голови) - двома колісними парами першого візка, та локомотиву ВЛ8 у поїзді, що рухався по суміжній колії, першою колісною парою внаслідок потрапляння вантажу під рухомий склад. Падіння бокової стіни кузова сталося через її обрив від вузлів кріплення, а саме шворневих і проміжних балок, а також від кінцевих стійок та кінцевої балки внаслідок відсутності зварних з'єднань між ними і дії вантажу, рис.1.1 Розмір збитків склав 115784 грн. 96 коп.



Рисунок 1.1 – Наслідки транспортної події на перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ»

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Офіційною причиною транспортної події на перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ» стало не виконання при плановому ремонті у повному обсязі вимог ЦВ-0142 «Вагони вантажні залізниць України колії 1520 (1524) мм. Настанова з деповського ремонту» та вимог СТП 04-020:2018 «Вагони вантажні та контейнери. Правила ремонту при зварюванні та наплавленні».

Крім того слід враховувати, що вагон через який сталася ця транспортна подія мав продовжений термін служби, що також негативно впливає на його надійність.

Діаграми терміну служби та показники зносу вантажних вагонів приведені на рис. 1.2 та 1.3 відповідно, середній знос парку за даними [15] складає 89,78%, та має тенденцію до збільшення.

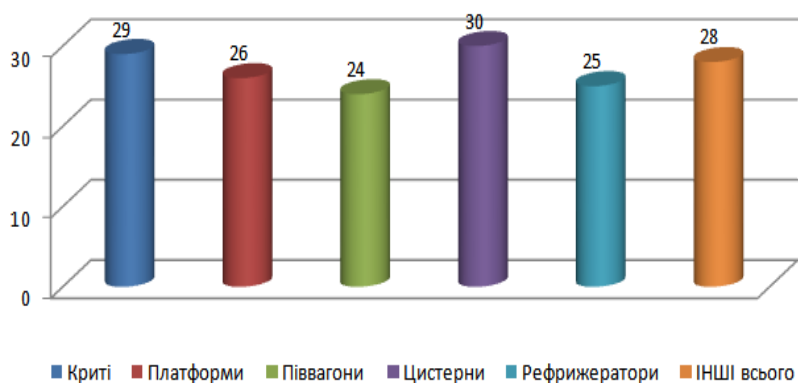


Рисунок 1.2 – Термін служби вагонів

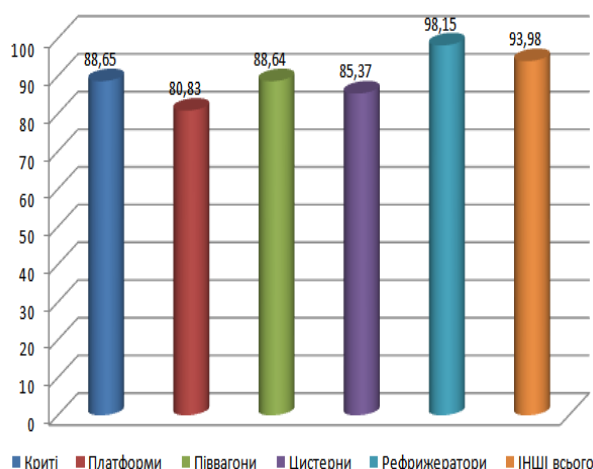


Рисунок 1.3 – Показники зносу вантажних вагонів, %

Аналіз джерел [18-20] вказує що в останні роки гостро відчувається нестача таких типів вагонів як універсальні піввагони. Тому, детальніше розглянемо тенденції зміни робочого парку саме цих типів вагонів, рис.1.4.

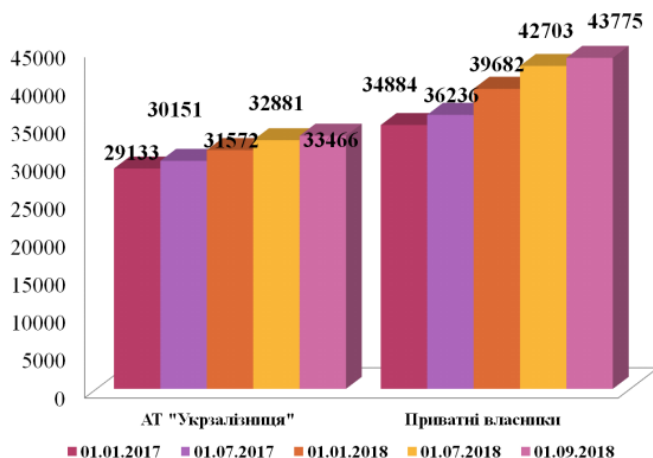


Рисунок 1.4 – Зміна робочого парку піввагонів АТ «Укрзалізниця»

Закінчення терміну служби вагонів, знос яких досягає майже 90 %, призведе в найближчі роки до значної нестачі рухомого складу, що матиме значні негативні наслідки для економіки України. Програма оновлення парку вантажних вагонів Укрзалізниці та приватних компаній, яка приведена на рис. 1.5, свідчить що кількість придбаних вагонів перевищить кількість вагонів що виключаються лише у 2021 році. Однак, данні наведені в джерелах [19, 20] свідчать що передбачені об'єми закупівель не виконуються.

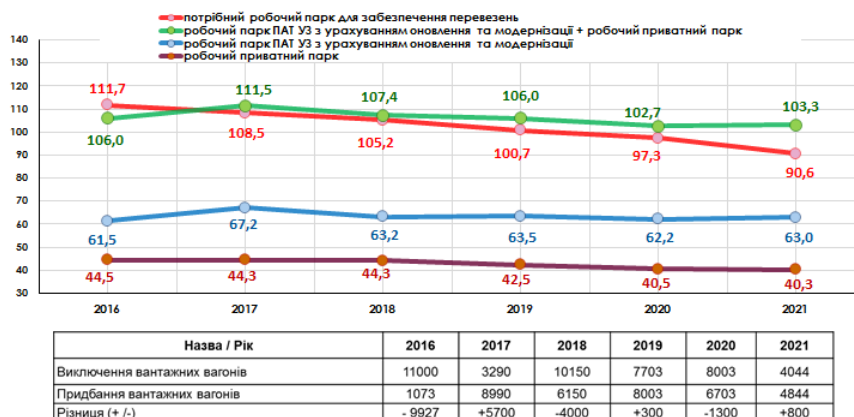


Рисунок 1.5 – Парк вантажних вагонів у 2016-2021 рр з урахуванням оновлення, модернізації та удосконалення експлуатаційної роботи (тис.од.)

Виходом з ситуації нестачі рухомого складу, по причині закінчення встановленого терміну служби, стало продовження терміну служби за результатами технічного діагностування вагону та проведення КРП (капітальний ремонт з продовженням терміну служби).

1.3 Вимоги до розроблення, оформлення, погодження технічної документації на перевезення вантажів у вагонах залізничним транспортом

Вимоги до розроблення, оформлення, погодження та перегляду технічної документації на перевезення вантажів у вагонах і контейнерах залізничним транспортом, здійснення контролю за правильним розміщенням вантажів установлює «Порядок розроблення технічної документації щодо розміщення і кріплення вантажів у вагонах і контейнерах, які перевозяться залізничним транспортом [21]. Розміщення і кріплення вантажів у вагонах і контейнерах повинно відповідати вимогам «Додатку 3 до "Соглашения о международном железнодорожном грузовом сообщении" (далі - СМГС)» [1] та «Інструкції з перевезення негабаритних і великовагових вантажів залізницями України [22].

Відправники, одержувачі та організації, які здійснюють навантаження, перевантаження, розвантаження вантажів (далі - вантажні роботи), повинні забезпечувати збереження вагонного парку і контейнерів під час вантажних робі та дотримуватися вимог, наведених у стандарті ДСТУ ГОСТ 22235:2015 «Вагони вантажні магістральних залізничних доріг колії 1520 мм. Загальні вимоги щодо забезпечення збереження під час завантажувально-розвантажувальних та маневрових робіт» [23].

У магістерській роботі застосована термінологія буде вживаються у такому значенні:

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Габарит навантаження - граничний поперечний (перпендикулярний до осі колії) контур, у якому, не виступаючи назовні, має розміщуватися вантаж (із урахуванням упаковки та кріплення) на відкритому рухомому складі за умови його перебування на прямій горизонтальній ділянці колії;

Габаритний вантаж - вантаж, який у разі розміщення у вагоні або зчепі з двох і більше вагонів за своїми параметрами (включаючи упаковку й кріплення) не виступає за межі основного габариту навантаження і довжина якого не перевищує значень, зазначених у таблиці 5 розділу 1 додатка 3 до СМГС;

Ескіз - спрощене зображення порядку розміщення і кріплення вантажу у вагоні, виконане відправником з метою підтвердження правильності вибраного ним способу розміщення і кріплення вантажу, передбаченого нормативними актами;

Місцеві технічні умови (МТУ) - не передбачений нормативними актами спосіб розміщення і кріплення вантажу у вагоні (контейнері), розроблений відправником згідно з вимогами розділу 1 додатка 3 до СМГС, який пройшов експериментальну перевірку згідно з п. 14 розділу 1 додатка 3 до СМГС [1];

Непередбачені технічні умови (НТУ) - не передбачений нормативними актами спосіб розміщення й кріплення вантажу у вагоні або контейнері, розроблений відправником згідно з вимогами розділу 1 додатка 3 до СМГС [1].

В магістерській роботі детально буде розглядатися схема МТУ перевезення бунтів тому детально розглянемо порядок її розробки та затвердження.

МТУ розробляють на перевезення вантажів, способи розміщення й кріплення яких не передбачені нормативними актами. МТУ розробляються,

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

як правило, у разі масового відвантаження вантажу з однієї станції, а також при відправленні одного вантажу з декількох пунктів завантаження однієї залізниці.

Розроблення МТУ здійснюється відправником. До розроблення МТУ можуть залучатися науково-дослідні або проектні організації.

Під час розроблення МТУ проводиться експериментальна перевірка надійності способу розміщення й кріплення вантажу, яка включає три етапи:

1. Випробовування на співудар (обов'язковий етап).
2. Поїзні випробовування (необхідність проведення поїзних випробовувань способів розміщення і кріплення вантажу визначається комісією).
3. Дослідні перевезення (обов'язковий етап).

Методику проведення експериментальної перевірки способів розміщення й кріплення вантажів наведено в пункті 14 розділу 1 додатка 3 до СМГС та буде розглянута далі.

Перед проведенням експериментальної перевірки відправник надає залізниці відправлення для розгляду затверджений ним проект МТУ, який включає описову частину, до якої додається схема або декілька схем розміщення й кріплення вантажу, та розрахунково-пояснювальну записку. Вимоги до оформлення схем аналогічні НТУ.

Описова частина проекту МТУ повинна містити: характеристики вантажу (найменування, маса, основні розміри тощо); порядок підготовки вантажу до перевезення; відомості про вагон (вид, тип, модель) та вимоги до нього; порядок розміщення вантажу у вагоні; опис способу кріплення вантажу із зазначенням усіх елементів кріплення й розташування їх відносно вантажу і вагона.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити розрахункове обґрунтування запропонованого способу розміщення й кріплення вантажу у вагоні (контейнері), типу, кількості й розміру засобів кріплення. Розрахунки виконуються згідно з вимогами розділу 1 додатка 3 до СМГС.

Якщо є потреба виконати поїзні випробовування, то наказом залізниці встановлюються також полігон (маршрут) перевезення та порядок супроводження вагонів під час поїзних випробовувань.

За позитивними результатами експериментальних перевірок та на підставі рішення комісії відправник розробляє та затверджує доопрацьований з урахуванням пропозицій членів комісії проект МТУ. МТУ затверджують керівники відправника й залізниці відправлення.

На титульному аркуші залізниця проставляє номер МТУ, який включає:

- порядковий номер у журналі реєстрації МТУ;
- літеру Н;
- скорочену назву залізниці (Дон, Льв, Од, ПЗах, Півд, Прид);
- рік погодження МТУ.

Наприклад, МТУ №10 Н-ПЗах/2020.

Технічна документація переглядається не рідше одного разу на п'ять років після дати затвердження або останнього перевіряння, якщо не виникла потреба перевірити її раніше.

Технічна документація на перевезення вантажів переглядається в разі:

- виявлення в МТУ (НТУ, кресленні, ескізі) порушень, які не дають змоги забезпечити безпеку руху поїздів, збереження вантажів під час перевезення, вагонного парку та контейнерів;
- виявлення під час перевезення вантажу порушень, які загрожують безпеці руху поїздів або схоронності вантажів, незважаючи на те, що під час навантаження відправник дотримувався вимог технічної

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

документації (НТУ, МТУ, ескізу), а працівник залізниці - вимог до експлуатації рухомого складу (наприклад, дотримання встановлених швидкостей співударів вагонів під час виконання маневрової роботи);

- внесення до нормативних актів, відповідно до яких розроблялася технічна документація, змін чи доповнень, що впливають на розрахунки.

Якщо передбачений технічною документацією спосіб вимагає посилення кріплення або іншого способу розміщення вантажу, то чинна технічна документація підлягає скасуванню й розробляється нова документація або залізницею встановлюється термін її перегляду.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок з першого розділу

В першому розділі магістерської роботи проведено аналіз літератури за напрямком досліджень. Аналіз наукових статей, монографій та підручників з досліджуваної тематики показав, що тема є актуальною та потребує її вирішення. Наведено опис транспортної події на перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ» регіональної філії «Придніпровська залізниця» яка стала причиною вибору теми дослідження.

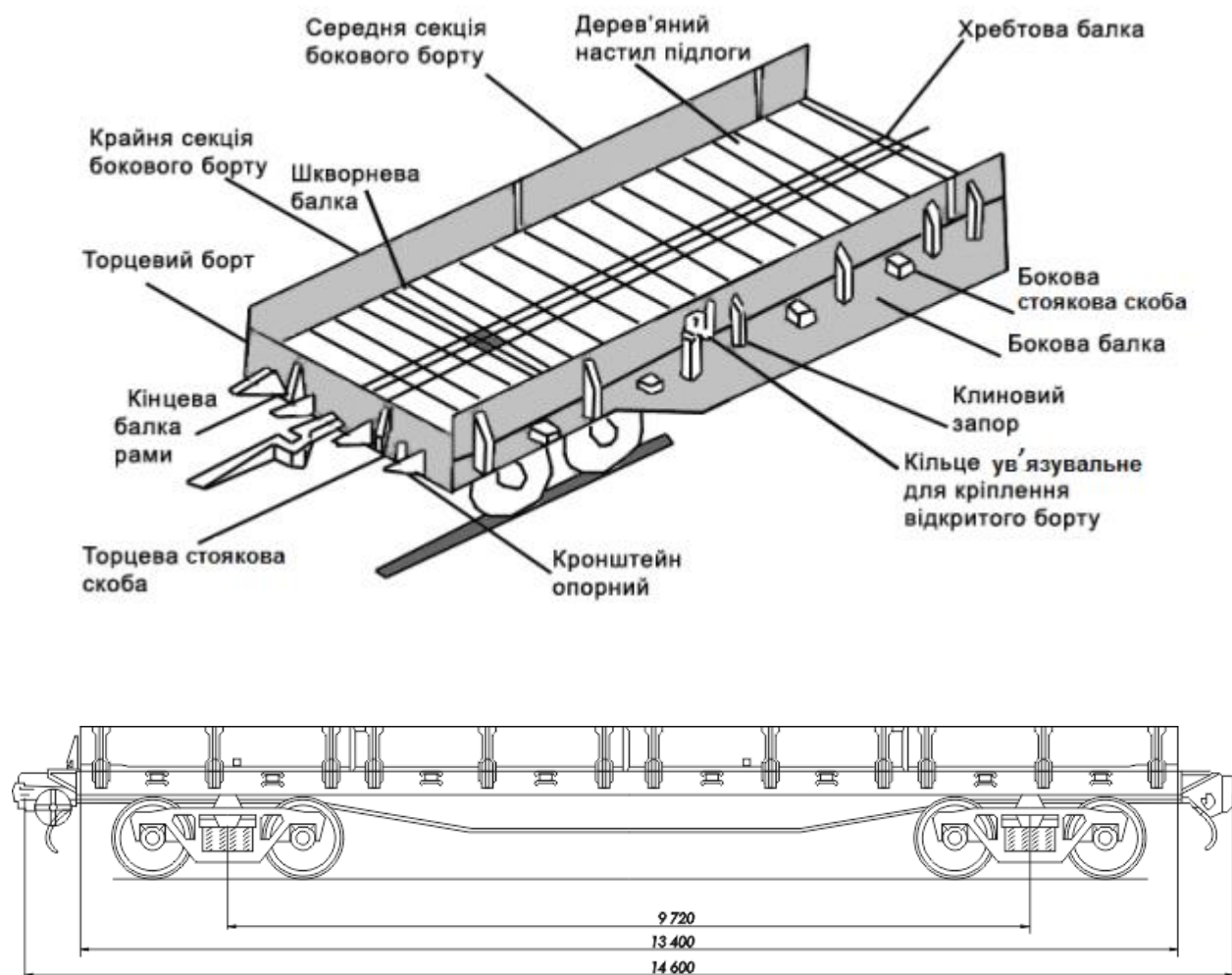
Також в першому розділі проводиться аналіз стану парку вантажних вагонів за роками їх побудови. Середній знос парку складає майже 90 % та має тенденцію до збільшення. Аналіз джерел вказує, що в останні роки гостро відчувається нестача таких типів вагонів як універсальні піввагони.

В розділі проаналізовані вимоги до розроблення, оформлення, погодження технічної документації на перевезення вантажів у вагонах залізничним транспортом. Наведена основна термінологія, розглянуто порядок розробки та затвердження місцевих технічних умов.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ВИБІР РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУНТІВ КАТАНОГО ДРОТУ. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ПІДГОТОВКА ВАНТАЖУ ТА ВАГОНІВ ДО ПЕРЕВЕЗЕННЯ

Для перевезення металопродукції яка не потребує захисту від впливу навколишнього середовища (атмосферні опади, пряме сонячне світло тощо), не потребує додаткового захисту на випадок втручання сторонніх осіб (крадіжка, умисне пошкодження тощо), за своїми розмірами та вагою дозволяє використовувати універсальний рухомий склад вантажовідправники залучають вагони платформ та напіввагони. На рисунках 2.1 та 2.2 представлені конструктивне виконання кузова та загальний вид універсальних вагонів платформи та напіввагона відповідно [1, 24].



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

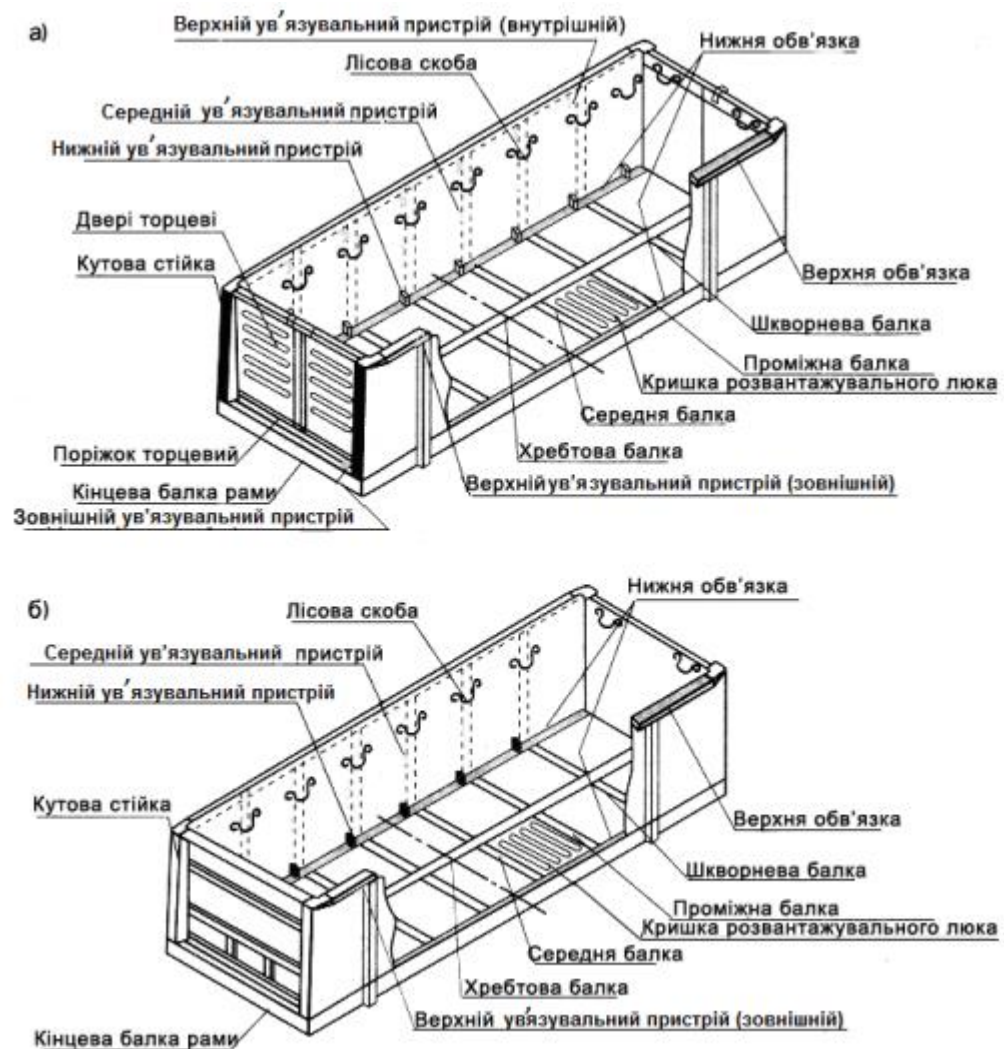
031.160216.ДМР.000 ПЗ

Арк.

22



Рисунок 2.1 – Конструктивне виконання кузова та загальний вид універсальної платформи



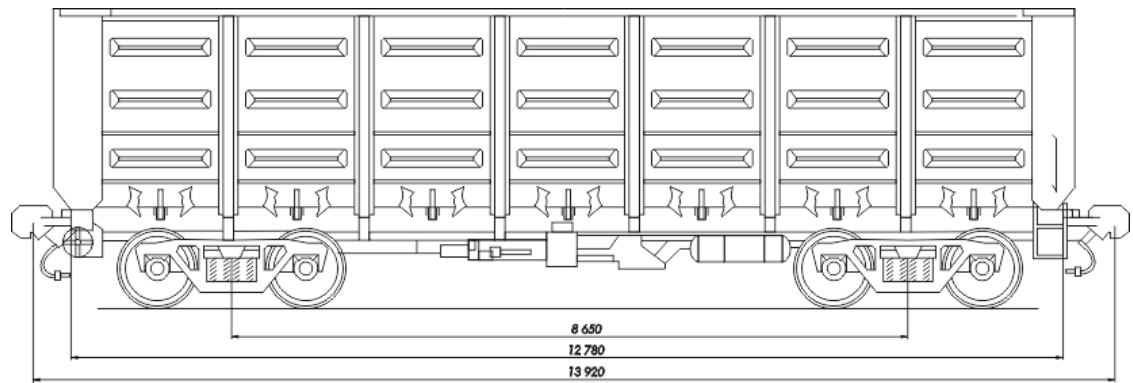


Рисунок 2.2 – Конструктивне виконання кузова та загальний вид універсального напіввагона:

а) напіввагон д торцевими дверима; б) глухостінний напіввагон

Навантаження, що допускаються, на елементи кузова напіввагона наведено в табл. 18 розділу 1 додатку 3 до СМГС, а на ув'язувальні пристрої –табл. 19 розділу 1 додатку 3 до СМГС. та в табл.2.1 [1]

Одночасне навантаження верхнього та середнього ув'язувальних пристроїв не допускається.

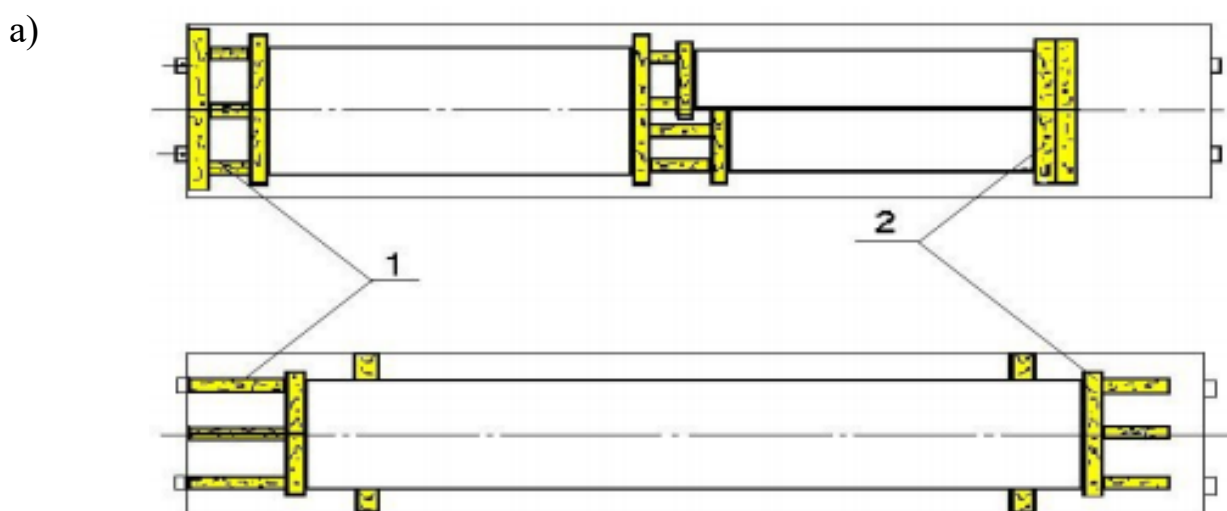
					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 2.1 – Допустимі навантаження на ув'язувальні пристрої напіввагонів побудови після 1974 року

Ув'язувальний пристрій	Величина навантажень, тс
Верхній зовнішні та внутрішні	2,5
Середній	3,0
Нижній	7,0
Зовнішній ув'язувальний пристрій на кінцевій балці	7,0

Кріплення вантажу у цих вагонах можливе за рахунок використання упорних та розпірних рам, рис.2.3, розтяжок і обв'язок, рис.2.4, які кріпляться за:

- на платформах: бічні і торцеві, стійкові скоби; опорні кронштейни на кінцевій балці рами; підлогові ув'язувальні пристрої; бічні скоби на платформах для великотоннажних контейнерів і колісної техніки;
- на піввагонах: нижні ув'язувальні пристрої, що знаходяться на стійках бічних стін на висоті 1100-1200 мм від підлоги; верхні ув'язувальні пристрої у вигляді скоб усередині і зовні верхнього обв'язувального бруса кузова, зовнішні ув'язувальні пристрої на кінцевих балках рами.



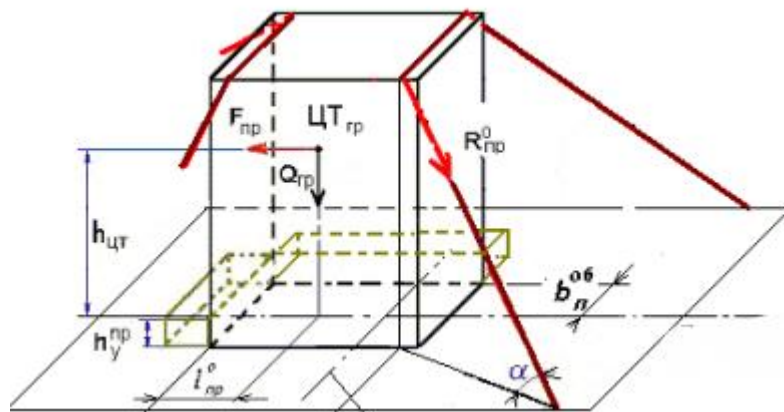
б)



Рисунок 2.3 – Укладання упорних і розпiрних рам/брусків:

а) схеми укладання упорних і розпiрних рам/брусків: 1 – розпiрна рама, 2 – упорна рама; б) приклад закрiплення вантажу із застосуванням упорних рам розпiрних брусків

а)



б)



Рисунок 2.4 – Закріплення вантажу за допомогою розтяжок і обв'язок:

а) схема закріплення вантажу за допомогою розтяжок і обв'язок; б) приклад закріплення вантажу за допомогою розтяжок

Допускається розміщення вантажу без застосування додаткових засобів кріплення при умові що зусилля які сприймаються елементами кузова вагона та можливе в процесі перевезення зміщення вантажу не перевищують допустимих значень. Приклад розміщення металопродукції в напіввагоні без застосування засобі кріплення представлено на рис.2.5

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.5 – Розміщення вантажу в напіввагоні без застосування засобі кріплення

Для внутрішньо перевезення бунтів катаного дроту може використовуватися спеціалізований вагона моделі 12-284 який представлений на рисунку 2.6. Виробник вагона «Алтайвагон». Вантажопід'ємність вагона 66 т при тарі 28 т, кузов довжиною 13920 мм та база 10000 мм, габарит 1-ВМ (0-Т) Конструкція кузова та розміщене в кузові технологічне оснащення призначено для забезпечення надійного розміщення та перевезення катаного дроту [25].

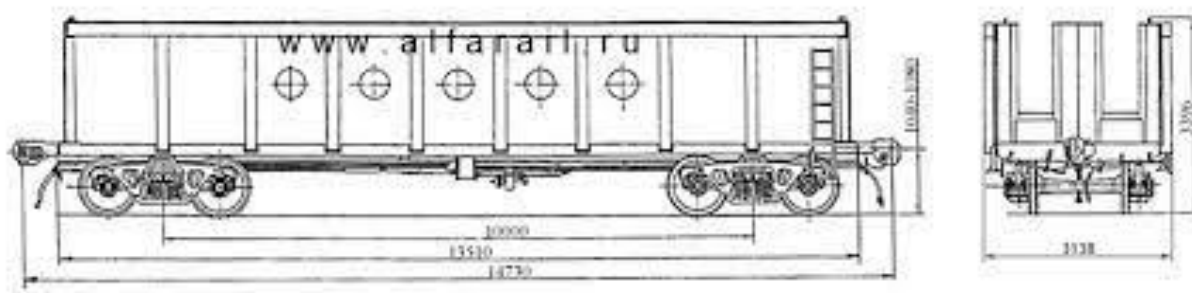




Рисунок 2.6 – Схема та загальний вигляд вагон моделі 12-284 для перевезення бунтів катаного дроту

Для перевезення бунтів катаного дроту та подібної металопродукції циліндричної форми можуть бути використані спеціалізовані платформи для перевезення листової сталі, рисунок 2.7. Однак, в даному випадку наявне суттєве недовикористання вантажопідємності вагона через неможливість розміщування бунтів в два яруси, що значно збільшується вартість перевезення [26-28].

а)



б)



в)



г)



Рисунок 2.7 – Спеціалізовані платформи для перевезення листової сталі в рулонах

а) моделі 13-4012-12; б) моделі 13-4094-01; в) вагон після модернізації на Іллічівському судноремонтному заводі; г) моделі 13-99906

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Перспективним напрямом в перевезенні бунтів, рулонної сталі та подібної продукції є використання «знімних кузовів» та контейнерів що значно збільшує «маневреність» перевезень та дозволяє використовувати для перевезень як вагони платформи так і автомобільний транспорт, рисунок 2.8 [29].





Рисунок 2.8 – Знімні кузови та контейнери для перевезення рулонної сталі

Перевагу при виборі рухомого складу слід надавати спеціалізованим вагонам, так як їхньою конструкцією врахована специфіка перевози мого вантажу. Однак, вантажовідправники за рядом економічних аспектів обирають універсальний рухомий склад.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Висновки з другого розділу

У другому розділі магістерської роботи проведено огляд рухомого складу для перевезення бунтів катаного дроту. Для перевезення зазначеного вантажу можуть бути використані як універсальний рухомий склад (платформи, напіввагони) так і спеціалізований (вагон моделі 12-284 для перевезення бунтів катаного дроту, спеціалізовані платформи для перевезення листової сталі в рулонах та бунтів катаного дроту, знімні кузови та контейнери). Перевагу при виборі рухомого складу слід надавати спеціалізованим вагонам, так як їхньою конструкцією врахована специфіка перевози мого вантажу. Однак, вантажовідправники за рядом економічних аспектів обирають універсальний рухомий склад.

Детально розглянуто конструкцію універсальних вагонів з точки зору розміщення та закріплення в них вантажів, наведено допустимі навантаження на ув'язувальні пристрої.

Розглянуті можливі приклади кріплення вантажу за допомогою упорних і розпірних рам, за допомогою розтяжок і обв'язок, розміщення вантажу без застосування засобів кріплення.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

3. СПОСОБИ РОЗМІЩЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ СТАЛЬНОЇ КАТАНКИ В БУНТАХ

Вантаж у вагоні розміщується так, щоб сумарна маса вантажу і засобів кріплення не перевищувала його трафаретної вантажопідйомності, а різниця по завантаженості візків з урахуванням зміщення центру ваги не повинна бути більше 10 т для 4-вісних вагонів та 20 т для 8-вісних вагонів. Вихід вантажу в поздовжньому напрямку за межі кінцевих балок платформи або напіввагона не повинен перевищувати 400 мм. Під навантаження подають технічно справні вагони, очищені від залишків раніше перевезеного вантажу, засобів кріплення, сміття, бруду, снігу і льоду.

Загальний центр ваги повинен розташовуватися, як правило, на лінії перетину поздовжньої і поперечної площини симетрії вагона. У випадках, коли ця умова не виконується (геометричні параметри вантажу, умови розміщення і кріплення), допускається зсув ЦВз відносно поздовжньої і поперечної площин симетрії вагона. Допустима величина зсуву ЦВз в поздовжньому напрямку $L_{зм}$ при навантаженні вантажу і при перевірці на шляху прямування визначається залежно від загальної маси вантажу у вагоні за табл.9 розділу 1 додатку 3 до СМГС.

При цьому навантаження, що припадає на кожен з візків, має бути не більше половини вантажопідйомності вагона. Допустима величина зсуву ЦВз в поперечному напрямку $b_{зм}$ при навантаженні вантажу і при перевірках дотримання в дорозі визначається залежно від загальної маси вантажу у вагоні і висоти загального центра ваги вагона з вантажем над рівнем головок рейок (РГР) відповідно до табл.10 розділу 1 додатку 3 до СМГС.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1 Стандартизовані схеми розміщення бунтів

Типові схеми розрізнення бунтів взято з Глави 3 Додатка 3 СМГС [1]. Сталеву катанку в бунтах діаметром 1150- 1400 мм, товщиною бунту 450-760 мм і масою 500- 850 кг завантажують в напіввагони з глухими торцевими стінами. Бунти сталевий катанки прокату допускається вантажити в бухтах - по 3 5 бунтів в бухті. Виступаюча частина бунтів верхнього ярусу над рівнем верхнього обв'язувального бруса піввагона не повинна перевищувати $\frac{1}{3}$ діаметра бунту.

Бунти катанки розміщують в напіввагоні (рисунк 3.1) в два ряди по ширині і в два яруси по висоті. У нижньому ярусі з боку кожного торця вагона розміщують по 12 бунтів (по 6 у кожному ряду), встановлюючи їх зі зміщенням до однієї бічної стіні вагона. У другому ярусі розміщують рівну першому ярусу кількість бунтів, укладаючи їх зі зміщенням до протилежної стіни. В середині піввагона в нижньому ярусі встановлюють 16 бунтів (по 8 у кожному ряду) з розсуненням їх поперек вагона до бічних стін, а в другій ярус укладають один ряд бунтів між бунтами першого ярусу.

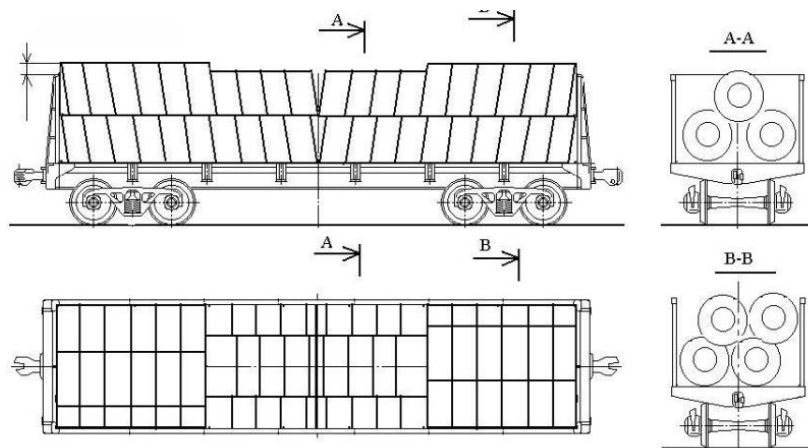


Рисунок 3.1 – Розміщення бунтів катанки в напіввагоні (схема 1)

Бунти катанки розміщують в напіввагоні в два ряди по ширині і два яруси по висоті вагона (рисунок 3.2). У нижньому ярусі бунти встановлюють впритул від торців до середини вагона зі зміщенням однієї половини ярусу до однієї бічної стіни напіввагона, другий - до протилежної стіни. Верхній ярус бунтів розміщують на бунти нижнього ярусу аналогічно нижньому зі зміщенням до бічних стін в протилежному напрямку.

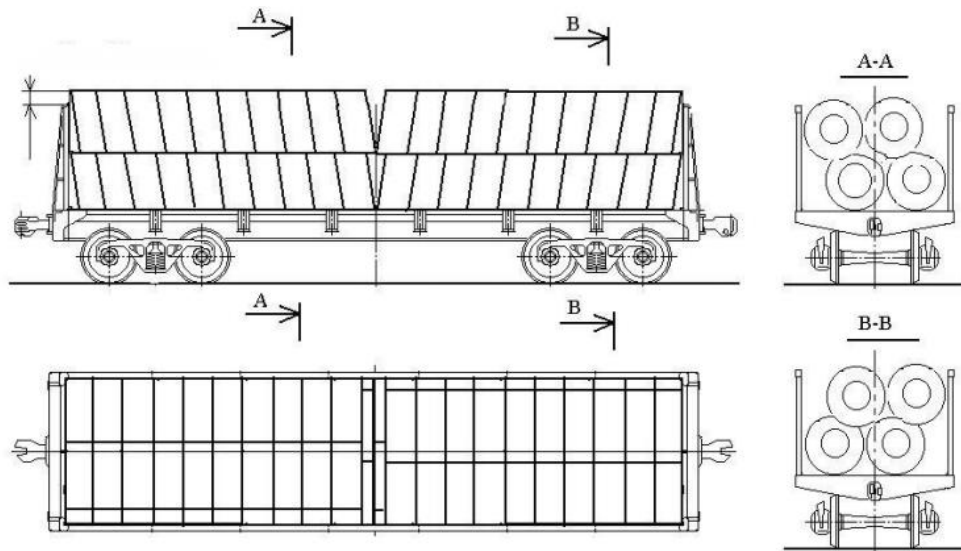


Рисунок 3.2 – Розміщення бунтів катанки в напіввагоні (схема 2)

Бунти катанки розміщують в напіввагоні (рисунок 3.3) симетрично його поздовжній і поперечній площинам симетрії в два яруси по висоті. У нижньому ярусі бунти встановлюють в два ряди по ширині впритул до бічних стін вагона. Бунти верхнього ярусу встановлюють в один ряд у «сідло» між бунтами нижнього ярусу.

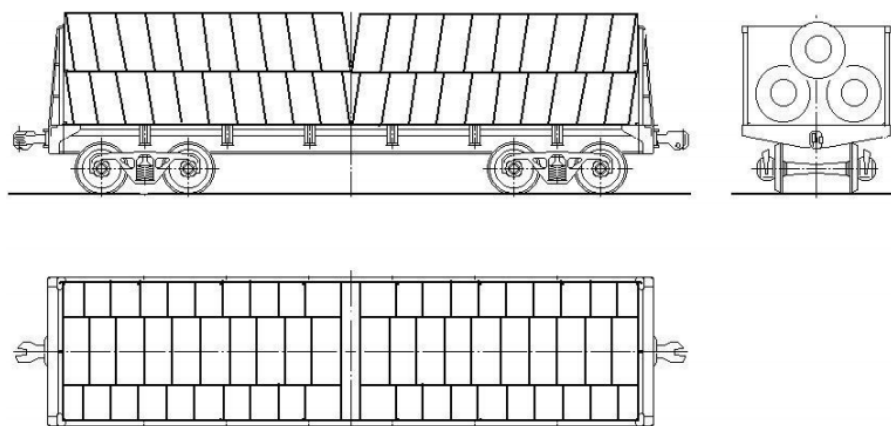


Рисунок 3.3 – Розміщення бунтів катанки в напіввагоні (схема 2)

Дріт діаметром 5-12 мм в бунтах, пов'язаних в чотирьох місцях дротом діаметром 6-8 мм в одну нитку, з зовнішнім діаметром 1150-1250 мм і масою 700-1100 кг розміщують в напіввагонах в два яруси - по два ряди в кожному ярусі (рисунок 3.4). Для рівномірного завантаження вагона по його довжині навантаження дроту виконують по черзі від торців напіввагона. Нижній ярус укладають із зсувом до однієї бічної стіни напіввагона, верхній - зі зміщенням до протилежної стіни. У другому ряду верхнього ярусу бунти укладають комбіновано: у торців вагона по одному бунту укладають висотою уздовж вагона, за тим по два бунти у шкворневої стійки укладають висотою поперек вагона, в середині вагону бунти укладають висотою уздовж напіввагона.

Під час навантаження бунтів як верхнього, так і нижнього ярусів в середині вагона допускається вільний простір довжиною менше висоти бунта або його діаметра. Кількість бунтів в ряду залежить від їх висоти і довжини кузова піввагона і може складати від 8 до 15 штук.

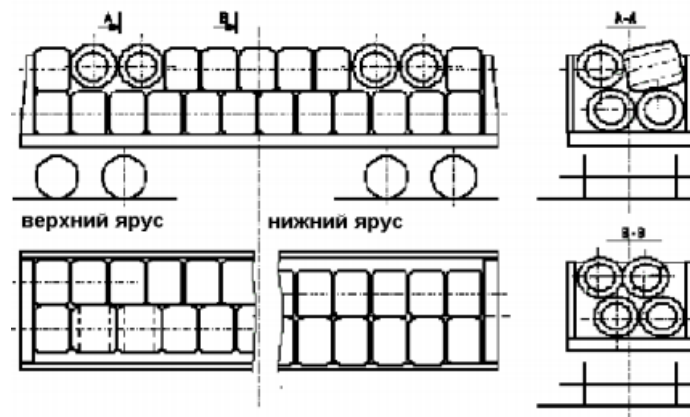


Рисунок 3.4 – Розміщення бунтів катанки в напіввагоні (схема 3)

Бунти дроту діаметром 1150- 1180 мм розміщують в напіввагоні в два яруси по два ряди в кожному (рисунок 3.5). Навантаження проводиться від торців вагона до його середини. Бунти нижнього ярусу розміщують зі зміщенням до однієї бічної стіни піввагона, бунти верхнього ярусу - зі зміщенням їх до протилежної. Для забезпечення механізованого навантаження- вивантаження бунтів в середині вагона на вісім бунтів (по чотири в кожному ярусі) закріплюють по одному хомуту. Після навантаження бунтів з хомутами хомути верхнього ярусу пригинають до бунтів в середині вагона, не допускаючи виходу за верхній обв'язувальний брус піввагона. Допускається вихід хомути над бунтом не більше 300 мм.

Під час навантаження бунтів, як верхнього так і нижнього ярусів, в середині вагона допускається вільний простір - зазор не більше діаметра або довжини бунту.

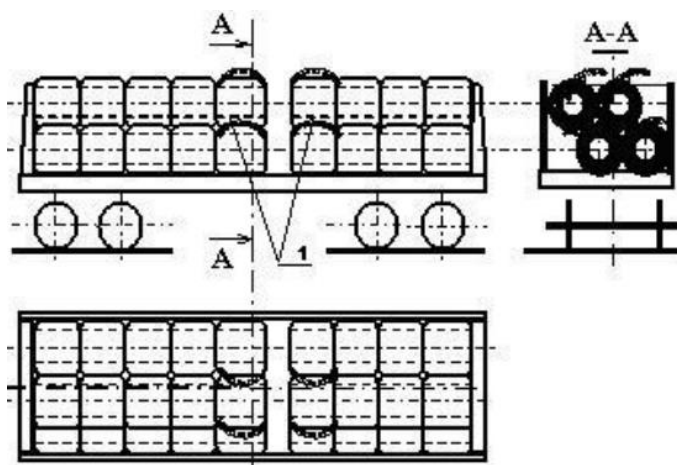


Рисунок 3.5 – Розміщення бунтів катанки в напіввагоні (схема 4):

1 – хомут.

Якщо зазор в середині вагона в двох ярусах більше діаметра бунта, але менше його довжини, в зазор поперек вагона укладають в кожному ярусі по два або одному бунту в залежності від їх довжини (рисунок 3.6).

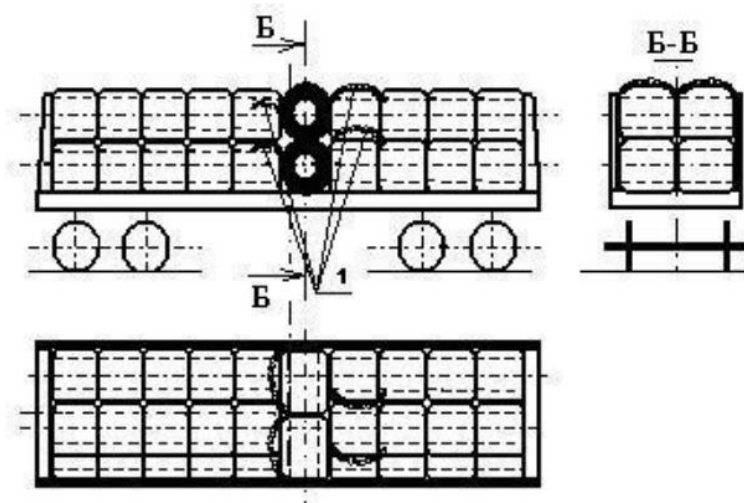


Рисунок 3.6 – Розміщення бунтів катанки в напіввагоні (схема 5):

1 – хомут.

Кількість бунтів в одному ряду залежить від довжини бунта і може складати від 7 до 12 штук, а загальна їх кількість від 28 до 48 штук.

Бунти діаметром до 1300 мм розміщують в піввагонах з об'ємом кузова більше 83 м³ аналогічно рис.3.4 та 3.5.

3.2 Схеми розміщення бунтів згідно з МТУ

Під навантаження подають технічно справні з глухими торцевими стінами напіввагони, очищені від залишків раніше перевезеного вантажу, засобів кріплення, сміття, бруду, снігу і льоду.

Кришки люків повинні бути закриті. У закритому положенні кришка люка утримується другим основним зубом закидки, закидка фіксується сектором, при цьому штифт сектора повинен упиратися в планку.

Дріт Ø 5,5-16,0 мм в бунтах з зовнішнім діаметром 1150-1250 мм, довжиною 1000-2400 мм і масою 1000-2500 кг розміщують в напіввагонах в два яруси по два ряди в кожному ярусі (рисунок 3.7). Для рівномірного завантаження вагона по його довжині навантаження дроту виконують по черзі від торців напіввагона до середини. У нижньому ярусі бунти укладають із зсувом половини ярусу впритул до однієї бічної стіни напіввагона, другу половину - впритул до протилежної стіни. У верхньому ярусі бунти розміщують аналогічно нижньому зі зміщенням до бічних стін в протилежному напрямку.

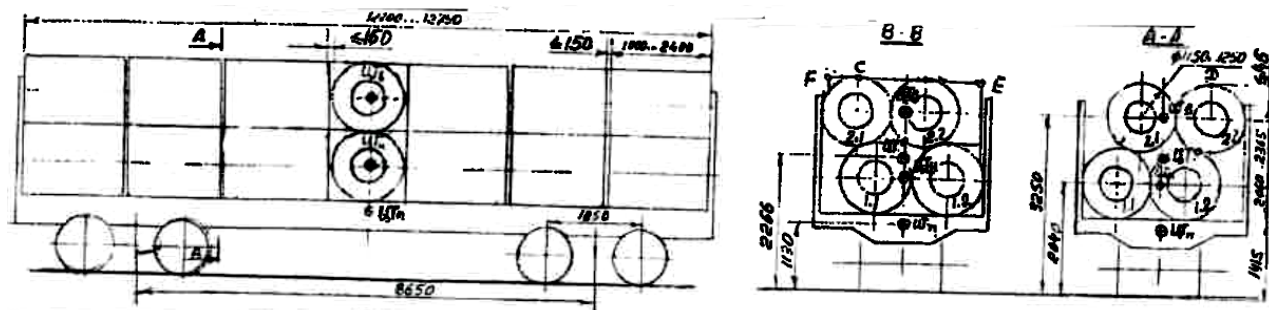


Рисунок 3.7 – Розміщення бунтів катанки в напіввагоні за МТУ (схема 1):

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Під час навантаження як верхнього, так і нижнього ярусу допускається зазор між бунтами $L \leq 150$ мм для загальної максимальної маси вантажу за таблицею 3.1 та зазор між бунтами $L \leq 90$ мм для загальної максимальної маси вантажу за таблицею 3.2.

У зазор між бунтами в середній частині вагона укладають поперек вагона в кожному ярусі по одному бунту при його довжині більше 1450 мм і по два бунта - при довжині менше 1450 мм.

Кількість бунтів в ряду залежить від їх довжини і довжини кузова вагона і може бути від 5 до 12 штук, а в вагоні - від 20 до 48 штук.

По даній схемі дозволяється проводити навантаження вагона бунтами без зазорів між ними. При розміщенні бунтів дроту без зазорів максимальна маса вантажу становить 69 т.

Виступаюча частина бунтів верхнього ярусу над рівнем верхньої обв'язки напіввагона не повинна перевищувати $1/3$ діаметра бунта. При діаметрі бунтів 1150 мм висота кузова вагона повинна складати не менше 2045 мм, а при діаметрі 1250 мм - не менше 2084 мм. Дозволяється навантаження в один напіввагон бунтів які мають різні розміри. При цьому розміщувати такі бунти у вагоні слід дзеркально відносно поперечної вісі вагона. Бунти кожного ярусу розміщені один над одним повинні мати однакові розміри та вагу. Загальна маса вантажу повинна бути не більше 69 т.

Таблиця 3.1 – Загальна маса вантажу при зазорі до 150 мм включно

Кількість бунтів в ряду, шт	12	11	10	9	8	7	6	5
Загальна маса вантажу, т	52	57	61	62	63	64	65	66

Таблиця 3.2 – Загальна маса вантажу при зазорі до 90 мм включно

Кількість бунтів в ряду, шт	12	11	10	9	8	7	6	5
Загальна маса вантажу, т	63	64	65	66	66	66	66	66

Дріт Ø 5,5-16,0 мм в бунтах з зовнішнім діаметром 1150-1250 мм і масою 1000-2500 кг розміщують в піввагонах з глухими торцевими стінами в два яруси по два ряди в кожному ярус. Для рівномірного завантаження вагона по його довжині навантаження дроту виконують по черзі від торців напіввагона до середини. У нижньому ярусі бунти укладають із зсувом половини ярусу впритул до однієї бічної стіни напіввагона, другу половину - впритул до протилежної стіни.

У верхньому ярусі бунти розміщують на бунти нижнього ярусу аналогічно нижньому зі зміщенням до бічних стін в протилежному напрямку. Під час навантаження як верхнього, так і нижнього ярусу допускається зазор між бунтами $L \leq 150$ мм для загальної максимальної маси вантажу за таблицею 3.3 та зазор між бунтами $L \leq 90$ мм для загальної максимальної маси вантажу за таблицею 3.4. Кількість бунтів в ряду залежить від їх висоти і довжини кузова вагона і може бути від 5 до 12 штук, а в вагоні - від 20 до 48 штук. Дозволяється проводити навантаження вагона бунтами без зазорів між ними. При розміщенні бунтів дроту без зазорів максимальна маса вантажу становить 69 т.

Виступаюча частина бунтів верхнього ярусу над рівнем верхньої обв'язки напіввагона не повинна перевищувати $1/3$ діаметра бунта. При діаметрі бунтів 1150 мм висота кузова вагона повинна складати не менше 2045 мм, а при діаметрі 1250 мм - не менше 2084 мм.

Таблиця 3.3 – Загальна маса вантажу при зазорі до 150 мм включно

Кількість бунтів в ряду, шт	12	11	10	9	8	7	6	5
Загальна маса вантажу, т	52	57	61	62	63	64	65	66

Таблиця 3.4 – Загальна маса вантажу при зазорі до 90 мм включно

Кількість бунтів в ряду, шт	12	11	10	9	8	7	6	5
Загальна маса вантажу, т	63	64	65	65	66	66	66	66

Дозволяється навантаження в один напіввагон бунтів які мають різні розміри. При цьому розміщувати такі бунти у вагоні слід дзеркально відносно поперечної вісі вагона. Бунти кожного ярусу розміщені один над одним повинні мати однакові розміри та вагу. Загальна маса вантажу не повинна перевищувати 69 т.

3.3 Схеми розміщення бунтів згідно вимог Європейських залізниць

Схема перевезення катаного дроту згідно вимог Європейських залізниць [30], яка передбачає його закріплення упорними та розпірними брусками, розтяжками та прокладанням картону між бунтами представлена на рис.3.8.

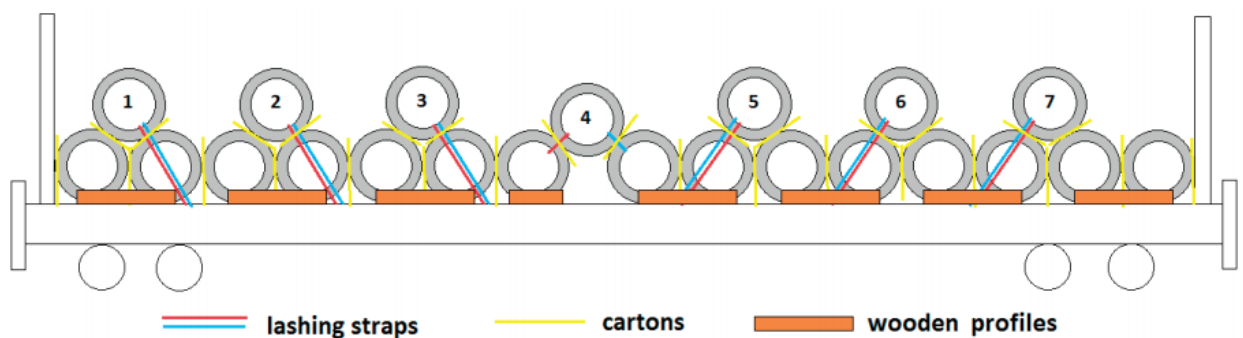


Рисунок 3.8 – Розміщення бунтів катанки в напіввагоні згідно вимог Європейських залізниць

Вага одного бунта становила 2000 кг, вагон завантажувався 22 катушками, 15 з яких на підлозі і 7 у верхньому ярусі. За результатами співударів згідно UIC Loading Guidelines recommend for impact tests при температурах від 5 до 7°C зі швидкостями від 5 до 11 км/год була обрана одна з трьох схем перевезення катанки в напіввагоні. Запропоновано кріплення катушки верхнього ярусу не тільки до бунтів основи але і розтяжками до вагона. При проведенні співударів визначалися зміщення вантажу та надійність засобів кріплення, а також вимірювалися прискорення в поздовжньому напрямку. Також при проведенні випробувань використовувалася система фіксації співударів вагонів. Окрім цього додатково використовувалися 2 камери GoPro HD Hero 3. Записи з яких оброблялися програмою Tracker, а потім обчислювалися прискорення по поздовжній осі.

Напіввагон бус оснащений буферами з ходом 105 мм згідно UIC 526-1 які відповідно до категорії виконання здатні погасити енергію співудару не менше 30 кДж (категорія А), 50 кДж (категорія В), 70 кДж (категорія С).

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Висновки з третього розділу

В третьому розділі магістерської роботи проаналізовані способи кріплення сталюї катаної проволочи у бунтах. Визначені основні вимоги до розміщення вантажу на рухомому складі залізниць.

Наведено опис та аналіз стандартизованих схем розміщення бунтів відповідно до Глави 3 Додатка 3 до СМГС [1]. Застосування розглянутих п'яти схем не завжди можливе. Оскільки, бунти катаного дроту, що випускається вітчизняними заводами, на вимогу замовника, дуже часто відрізняються, в більшу сторону, за розмірами та вагою від бунтів у наведених схемах.

Розглянута схема розміщення бунтів напіввагоні за МТУ за яким перевозився вантаж у транспортній події на перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ».

Розглянута схема розміщення бунтів напіввагоні згідно вимог Європейських залізниць. Дана схема передбачає закріплення бунтів упорними та розпирними брусками, розтяжками та прокладанням картону між бунтами. Застосування такої схеми на залізницях колії 1520 мм ускладнене через виклику кількість засобів кріплення та людський фактор при закріпленні вантажу.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРАХУНОК ЗАСИЛЬ, ЩО ДІЮТЬ НА КУЗОВ НАПІВВАГОНА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ БУНТІВ КАТАНОГО ДРОТУ

Схема розміщення бунтів напіввагоні представлена на рис.3.7. Дріт в бунтах з зовнішнім діаметром 1150-1250 мм і масою 1000-2500 кг розміщують в піввагонах з глухими торцевими стінами в два яруси по два ряди в кожному ярусі. Для рівномірного завантаження вагона по його довжині навантаження дроту виконують по черзі від торців напіввагона до середини. У нижньому ярусі бунти укладають із зсувом половини ярусу впритул до однієї бічної стіни напіввагона, другу половину - впритул до протилежної стіни. У верхньому ярусі бунти розміщують на бунти нижнього ярусу аналогічно нижньому зі зміщенням до бічних стін в протилежному напрямку. Під час навантаження як верхнього, так і нижнього ярусу допускається зазор між бунтами $L \leq 150$ мм в залежності від загальної максимальної маси вантажу. Кількість бунтів в ряду залежить від їх висоти і довжини кузова вагона і може бути від 5 до 12 штук, а в вагоні - від 20 до 48 штук. При розміщенні бунтів дроту без зазорів максимальна маса вантажу може становити 69 т. Виступаюча частина бунтів верхнього ярусу над рівнем верхньої обв'язки напіввагона не повинна перевищувати $1/3$ діаметра бунта.

4.1 Координати точок вантажу, що знаходиться поза кузовом вагона

Схемою розміщення передбачається знаходження частини бунтів верхнього ярусу поза кузова вагона: точки С і D для бунтів, розміщених уздовж вагона, і точки E і F для бунтів, розміщених поперек вагона.

Висота точок С; D; E і F над РГР становить:

$$H = h_{\text{п}} + D_{\text{н}} + D_{\text{в}}, \quad (4.1)$$

де $h_{\text{п}}$ - висота підлоги напіввагона над РГР;

$D_{\text{н}}$; $D_{\text{в}}$ - діаметр бунта нижнього і верхнього ярусу відповідно.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = 1423 + 1250 + 1250 = 3923 \text{ мм},$$

Відстань від поздовжньої площини симетрії до точок С і D:

$$B_{CD} = 0,5 (B_B - D_B), \quad (4.2)$$

де B_B - внутрішня ширина напіввагона.

$$B_{CD} = 0,5 (3004 - 1250) = 877 \text{ мм}$$

Відстань від поздовжньої площини симетрії до точок Е і F:

$$B_{EF} = 0,5 \times B_B, \quad (4.3)$$

$$B_{EF} = 0,5 \times 3004 = 1502 \text{ мм}$$

Як показали розрахунки, вантаж знаходиться в межах габариту навантаження, тому що для висоти 3923 мм напівширина габариту становить 1625 мм [31].

4.2 Розрахунок інерційних сил

Розрахунок інерційних сил виконується відповідно до методики, викладеної в Главі 1 Додатка 3 до СМГС [1, 32].

Поздовжню інерційну силу знайдемо за формулою:

$$F_{np} = a_{np} \cdot Q_{\text{в}}, \quad (4.4)$$

де $Q_{\text{в}}$ – маса вантажу з урахуванням оснастки;

a_{np} – питома поздовжня сила, яка знаходиться за формулою

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{\text{в}} \cdot (a_{22} - a_{94})}{72}, \quad (3.5)$$

де a_{22}, a_{94} – питомі поздовжні інерційні сили, $a_{22}=1,2$ тс/т, $a_{94}=0,97$ тс/т.

$$a_{np} = 1,2 - \frac{69 \cdot (1,2 - 0,97)}{72} = 0,98 \text{ тс/т.}$$

$$F_{np} = 0,98 \times 69 = 67,62 \text{ тс}$$

Поперечна інерційна сила визначається за формулою:

$$F_n = a_n \cdot Q_{\text{в}}, \quad (4.5)$$

де a_n – питома поперечна інерційна сила, яка знаходиться за формулою:

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a_n = a_c + \frac{2 \cdot (a_{ш} - a_c)}{L_в} \cdot l_в, \quad (4.6)$$

де $a_c, a_{ш}$ – питома поперечна інерційна сила для вантажу, що розміщений всередині вагона та над шворневою балкою відповідно, $a_c=0,33$ тс/т, $a_{ш}=0,55$ тс/т.;

$l_в$ – відстань від Ц.Т. і-го вантажу до вертикальної площини, що проходить через поперечну вісь вагона;

$L_в$ – база вагона.

$$a_n = 0,33 + \frac{2 \cdot (0,55 - 0,33)}{8,65} \cdot 0 = 0,33 \text{ тс/с};$$

$$F_n = 0,33 \times 69 = 22,77 \text{ тс}$$

Вертикальна інерційна сила знаходиться за формулою

$$F_в = a_в \cdot Q_в, \quad (4.7)$$

де $a_в$ – питома вертикальна інерційна сила

$$a_в = 250 + k \cdot l_{зп} + \frac{2140}{Q_{зп}}, \quad (4.8)$$

де $k=5$ – коефіцієнт завантаження на один вагон.

$$a_в = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{69} = 281 \text{ кгс/т};$$

$$F_в = 0,281 \times 69 = 19,389 \text{ тс}$$

Вітрове навантаження визначемо за формулою:

$$W_n = 50 \cdot S_n / 1000, \quad (4.9)$$

де S_n – площа навітряної поверхні вантажу, м².

$$S = 12,75 \times 0,415 = 5,291 \text{ м}^2$$

$$W = 5,291 \times 0,05 = 0,265 \text{ тс}$$

Визначаємо сили тертя:

– в поздовжньому напрямку:

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{mp}^{np} = Q_6 \cdot \mu, \quad (4.10)$$

де μ – коефіцієнт тертя, $\mu = 0,3$ (сталь по сталі);

$$F_{mp}^{np} = 69 \cdot 0,3 = 20,7 \text{ тс.}$$

– в поперечному напрямку:

$$F_{mp}^n = Q_6 \cdot \mu \cdot (1 - a_6), \quad (4.11)$$

$$F_{mp}^n = 69 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,281) = 14,9 \text{ тс.}$$

Поздовжня інерційна сила, яку необхідно погасити:

$$\Delta F_{np} = F_{np} - F_{mp}^{np}, \quad (4.12)$$

$$\Delta F_{noz} = 67,62 - 20,7 = 46,92 \text{ тс}$$

Поперечна інерційна сила яку необхідно погасити:

$$\Delta F_n = n \cdot (F_n + W_n) - F_{mp}^n, \quad (4.13)$$

де n – коефіцієнт який приймається 1,0 для МТУ.

W_n – вітрове навантаження.

$$\Delta F_n = 1 \times (22,77 + 0,265) - 14,9 = 8,135 \text{ тс.}$$

Поздовжні інерційні сили становлять $\Delta F_{noz} = 46,92$ тс і сприймається елементами торцевої стіни і кутовими стійками при допустимих значеннях 40 тс і $2 \times 9,5$ тс відповідно. $\Sigma F = 40 + 19 = [59] > 46,92$ тс

Поперечні інерційні сили становлять $\Delta F_n = 8,135$ тс, які діють на дві кутові стійки і шість проміжних стійок.

Допустимі навантаження на елементи бічної стіни піввагона згідно таблиці 18 Глави I Додатка 3 до СМГС складають [1, 33]:

бічні стійки на висоті 1,2 м - 2,0 тс;

на рівні верхньої обв'язки - 1,2 тс;

кутова стійка на висоті 1,2 м - 7,9 тс;

на рівні верхньої обв'язки - 4,6 тс.

Сумарне допустиме значення $6 \times 1,2 + 2 \times 4,6 = 16,4$ тс.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Як видно з розрахунків поперечні сили сприймаються елементами бічної стіни піввагона.

4.3 Розрахунок стійкості навантаженого вагона

Стійкість навантаженого вагона забезпечується, якщо загальний Ц.Т. не перевищує 2,3 м, а навітряна поверхня вагона з вантажем $< 50 \text{ м}^2$. Розрахунок проводимо для найгіршого можливого варіанту, тобто для мінімальної тари напіввагона – 21,28 т.

Висота загального Ц.Т. вагона з вантажем визначається за формулою:

$$H_{Ц.В.}^0 = \frac{Q_{\epsilon 1} \cdot h_{\epsilon 1} + Q_{\epsilon 2} \cdot h_{\epsilon 2} + \dots + T_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{\sum Q_{\epsilon} + T_{\epsilon}}, \quad (4.14)$$

де T_{ϵ} – маса тари вагона;

H_{ϵ} – висота Ц.Т. порожнього вагону над РГР;

$Q_1; Q_2$ – маса одиниць вантажу, розміщених в вагоні;

$h_1; h_2$ – висота Ц.Т. одиниць вантажу над рівнем головок рейок.

$$H_{Ц.В.}^0 = \frac{34,5 \cdot 2,04 + 34,5 \cdot 3,25 + 21,28 \cdot 1,13}{34,5 + 34,5 + 21,28} = 2,288 \text{ м} < [2,3] \text{ м}.$$

Навітряна поверхня вагона та вантажу складе:

$$S = S_v + S_{гр}, \quad (4.15)$$

$$S = 37 + 12,7 \times 0,415 = 42,27 \text{ м}^2 < [50] \text{ м}^2$$

Так як отримані значення не перевищують допустимі, стійкість вагона забезпечується.

Однак висота центру ваги системи практично дорівнює 2,3 м, тому виконаємо розрахунок поперечної стійкості вагона з вантажем.

Поперечна стійкість вагона з вантажем забезпечується, якщо задовольняється нерівність:

$$\frac{P_y + P_v}{P_{cm}} < 0,55, \quad (4.16)$$

де P_{cm} – статичне навантаження від колеса на рейку.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_{\psi} + P_{\phi}$ - додаткова вертикальна навантаження на колесо від дії відцентрових сил і вітрового навантаження.

При симетричному розміщенні вантажу відносно поздовжньої і поперечної площин симетрії вагона $P_{ст}$ визначимо за такою формулою:

$$P_{ст} = \frac{Q_m + Q_{\phi p}}{n_k}, \quad (4.17)$$

$$P_{ст} = \frac{21,28 + 69,0}{8} = 11,285 \text{ тс},$$

де n_k - число коліс навантаженого вагона;

Q_{ϕ} - загальна маса вантажу;

Q_m - маса тари вагона.

Додаткову вертикальне навантаження на колесо від дії відцентрових сил і вітрового навантаження визначимо з виразу [24, 34]:

$$P_{\psi} + P_{\phi} = \frac{1}{n_k \cdot S} \left[0,075 \cdot (Q_m + Q_{\phi}) \cdot H_{Ц.В.}^0 + W \cdot h + p \right], \quad (4.18)$$

де h - висота докладання рівнодіючої сили вітру над рівнем головки рейки, м;

p - коефіцієнт, що враховує вітрове навантаження на кузов і візки вагона;

$2S$ - відстань між колами катання коліс, м.

$$P_{\psi} + P_{\phi} = \frac{1}{8 \cdot 0,79} \left[0,075 \cdot (21,28 + 69) \cdot 2,288 + 0,264 \cdot 3,663 + 5,61 \right] = 3,49 \text{ тс};$$

$$\frac{P_{\psi} + P_{\phi}}{P_{ст}} = \frac{3,49}{11,285} = 0,309 < 0,55.$$

Отже поперечна стійкість вагона забезпечується.

4.4. Розрахунок розпірних навантажень на бічну стіну вагона

При визначенні поперечних сил необхідно враховувати розпірні навантаження на бічні стіни вагона від бунтів. Схемою розміщенням бунтів у вагоні передбачається передача навантаження на кожну бічну стінку вагона на одній його половині від верхнього ярусу, а на другий - від нижнього.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

На рис. 4.1 показані дії розпірних навантажень на бічні стіни вагона. На рис. 4.2 представлена розрахункова схема по визначенню цих навантажень, відповідні розміри становлять: $L = 0,572$ м; $l = 0,252$ м, $r = 0,625$ м. Визначимо реакції в опорах, позначених точками А і Б верхнього ярусу від бунту масою 2,5 т.

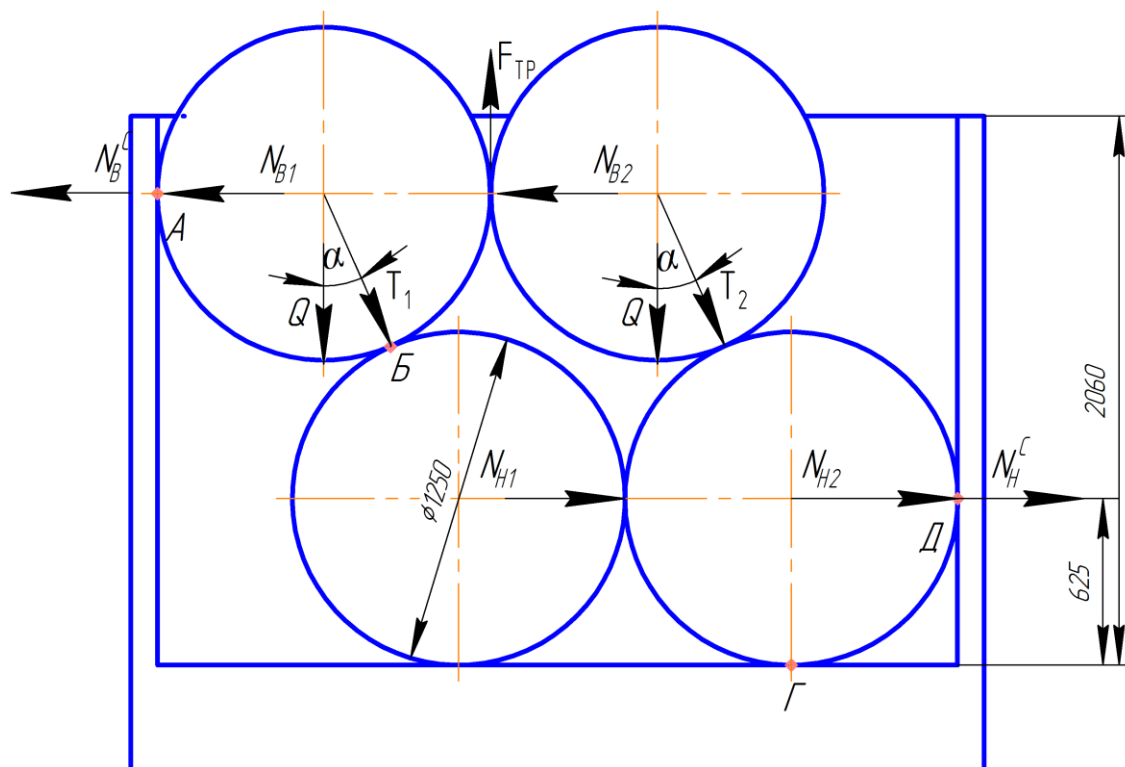


Рисунок 4.1 – Розпірні навантаження від бунтів

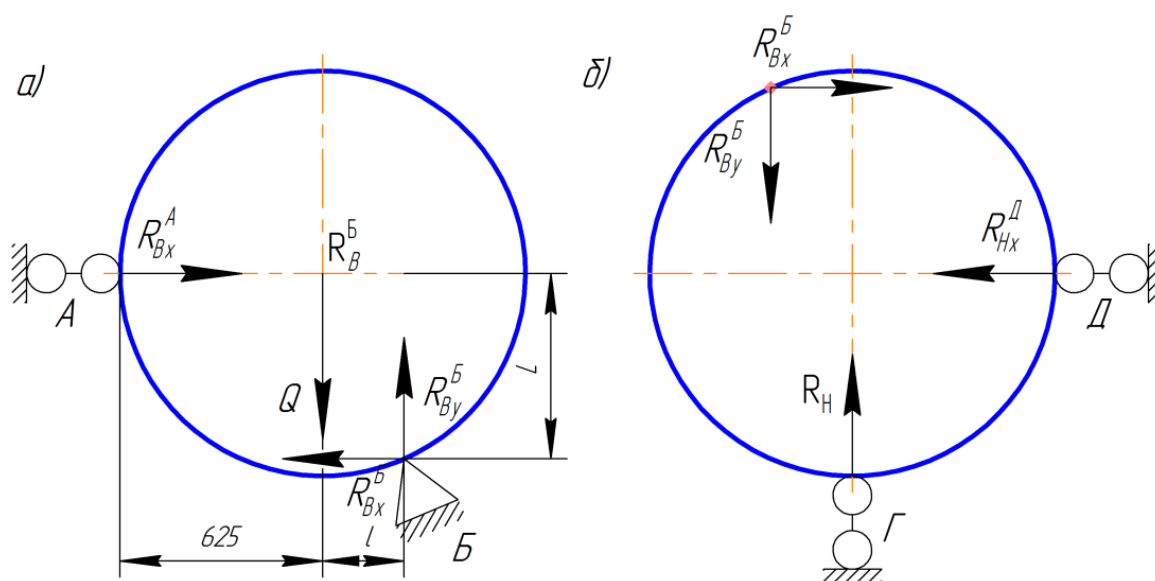


Рисунок 4.2 – Розрахункові схема по визначенню розпірних навантажень

Проекція сил на вісь Y (рис.4.2. а):

$$R_{By}^B - Q = 0, \quad (4.19)$$

$$R_{By}^B = Q = 2,5 \text{ тс}, \quad (4.20)$$

Момент сил відносно точки B (рис.4.2. а):

$$\sum M^B = Q \cdot l - R_{Bx}^A \cdot L = 0, \quad (4.21)$$

Звідки

$$R_{Bx}^A = \frac{Ql}{L}, \quad (4.22)$$

Після підстановки отримаємо $R_{By}^B = 2,5 \text{ тс}$. $R_{Bx}^A = 1,1 \text{ тс}$.

Проекція сил на вісь X (рис. 4.2. а):

$$R_{Bx}^B - R_{Bx}^A = 0, \quad (4.23)$$

Звідки

$$R_{Bx}^B = R_{Bx}^A = 1,1 \text{ тс}$$

Таким чином, сила N_{B1} (рис.6), дорівнює реакції опори R_{Bx}^A та становить 1,1 тс. Від двох сусідніх бунтів сумарне розпірне навантаження N_B^C буде дорівнювати сумі сил N_{B1} і N_{B2} та становитиме 2,2 тс.

Реакцію R_{Hx}^D в точці D визначимо зробивши проекція сил на вісь X (рис.4.2 б).

$$R_{Bx}^B - R_{Hx}^D = 0, \quad (4.24)$$

Звідки

$$R_{Hx}^D = R_{Bx}^B$$

Підставивши значення отримуємо $R_{Hx}^D = 1,1 \text{ тс}$.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, сила N_{H2} (рис.4.1) дорівнює реакції опори R_{Hx}^D та становить 1,1 тс. Від двох сусідніх бунтів сумарне розпірне навантаження N_H^C буде дорівнювати сумі сил N_{H1} і N_{H2} та становитиме 2,2 тс.

Таким чином, сумарне розпірне навантаження на елементи бічної стіни вагона відповідно до схеми розміщення бунтів (рис.4.1), становить для верхнього та нижнього ярусу становить по 6,6 тс.

Згідно зі схемою розміщення бунтів в вагоні (рис.4.1), розпірні навантаження від верхнього ярусу діють на одну кутову стійку і 3 бічних на рівні 1,835 м при висоті верхньої обв'язки 2,05 ... 2,36 м, а від нижнього ярусу на висоті 1,125 м від рівня підлоги. Допустиме навантаження на елементи бічної стіни при вищевказаних висотах прикладання навантаження [1]:

- бічна стіна на висоті 1,125 м - [3,014] тс;
- бічна стіна на висоті 1,835 м - [1,409] тс;
- кутова стійка на висоті 1,125 м - [10,15] тс;
- кутова стійка на висоті 1,835 м - [5,463] тс.

Сумарне розпірне навантаження N_{BH}^C від верхнього N_B^C і нижнього N_H^C ярусів складає 12,12 тс.

Непогашена поперечна інерційна сила, що діє від верхнього і нижнього ярусів складає:

- верхній ярус $\Delta F_{Bn} = 5,6$ тс;
- нижній ярус $\Delta F_{Hn} = 5,3$ тс.

Сумарне навантаження від розпірних і інерційних сил визначається за формулою:

$$N = N_{BH}^C + \Delta F_{Bn} + \Delta F_{Hn} , \quad (4.25)$$

Після підстановки значінь, отримаємо $N = 12,12 + 5,6 + 5,3 = 23,02$ тс.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарна допустиме навантаження на елементи бічної стіни:

$$[R] = 3 \cdot [R_{cm}^B] + 3 \cdot [R_{cm}^H] + 1 \cdot [R_{yz}^B] + 1 \cdot [R_{yz}^H], \quad (4.26)$$

де R_{cm}^B , R_{cm}^H – допустимі навантаження на бічну стійку відповідно у точці дотику зверху та нижню рядом бунтів;

R_{yz}^B , R_{yz}^H – допустимі навантаження на кутову стійку відповідно у точці дотику зверху та нижню рядом бунтів.

Сумарна допустиме навантаження на елементи бічної стіни становить $[R] = 28,882$ тс. Сумарні навантаження, що діють на елементи бічної стіни вагона, менше допустимих, тобто $23,02$ тс $< [28,882]$ тс.

4.5 Визначення допустимої ваги вантажу при зміщенні центру ваги під час перевезення бунтів катаного дроту

В середині вагона схемою навантаження між бунтами передбачається зазор в поздовжньому напрямку до 150 мм, від дії зусиль виникаючих при перевезенні вантажу. В процесі перевезень вантаж може зміщатися в межах зазначених зазорів. Для найгіршого з розглянутих варіантів завантаження, коли в вагоні розміщено 12 бунтів по довжині вагона, фактичний зсув загального центру ваги буде визначатися за формулою:

$$\Delta = \frac{n_p Q_6 (l_1 + l_2 + \dots l_i)}{Q_6}, \quad (4.27)$$

де n_p – кількість рядів бунтів по ширині вагона, $n_p = 4$;

l_1 , l_2 , l_i – можливе поздовжнє зміщення кожного з бунтів, розміщених у вагоні при їх перевезенні, мм;

Q_6 , Q_B – відповідно вага одного бунта та загальна вага вантажу в вагоні, т

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta^{12} = \frac{4 \cdot 1,083(0 + 150 + 300 + 450 + 600 + 750 + 900 + 1050 + 1200 + 1350 + 1500 + 1650)}{52} = 825 \text{ мм}$$

Згідно з табл. 9 Глави I Додатка 3 до СМГС [1] визначмо допустиме поздовжнє зміщення вантажу у напіввагоні, для проміжних значень маси вантажу не приведених у таблиці. Допустиме зміщення визначається лінійною інтерполяцією. Результати розрахунків приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустима вага вантажу в залежності від кількості ряді бунтів в поздовжньому напрямку та зазорі між бунтами до 150 мм.

Кількість бунтів в ряду, шт		12	11	10	9	8	7	6	5
Поздовжнє зміщення центра ваги, мм	Фактичне	825	750	675	600	525	450	375	300
	Допустиме	833	759	675	630	556	482	408	334
Маса вантажу у вагоні, т	Рекомендована	52,0	57,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0
	Максимально допустима	52,5	57,6	61,0	62,4	63,4	64,4	65,4	66,4

Наприклад, якщо для розглянутого випадку розміщення 12 бунтів в ряду, завантажити вагон до 53 т, то допустиме зміщення центру ваги буде становити 817 мм, що менше фактичного зміщення вантажу яке становить 825 мм, що є недопустимим. Очевидно, що вантажовідправник намагається максимально використовувати вантажопід'ємність вагона, а враховуючи допуски на вагу кожного бунта чітко вписатися в рекомендовану вагу зазначену в табл.4.1 є складною задачею. Враховуючи наявність запасу між розрахунковим та допустимим зміщенням центру ваги, що видно на графіку рис.2, визначено максимально допустиму вагу вантажу у вагоні.

Висновки з четвертого розділу

В четвертому розділі магістерської роботи проводився розрахунок засиль, що діють на кузов напіввагона при перевезенні бунтів катаного дроту.

Дріт в бунтах з зовнішнім діаметром 1150-1250 мм і масою 1000-2500 кг розміщують в піввагонах з глухими торцевими стінами в два яруси по два ряди в кожному ярусі. Для рівномірного завантаження вагона по його довжині навантаження дроту виконують по черзі від торців напіввагона до середини. У нижньому ярусі бунти укладають із зсувом половини ярусу впритул до однієї бічної стіни напіввагона, другу половину - впритул до протилежної стіни. У верхньому ярусі бунти розміщують на бунти нижнього ярусу аналогічно нижньому зі зміщенням до бічних стін в протилежному напрямку. Під час навантаження як верхнього, так і нижнього ярусу допускається зазор між бунтами $L \leq 150$ мм в залежності від загальної максимальної маси вантажу. Кількість бунтів в ряду залежить від їх висоти і довжини кузова вагона і може бути від 5 до 12 штук, а в вагоні - від 20 до 48 штук. При розміщенні бунтів дроту без зазорів максимальна маса вантажу може становити 69 т.

Проводився розрахунок координат точок вантажу, що знаходиться поза кузовом вагона. Як показали розрахунки, вантаж знаходиться в межах габариту навантаження, тому що для висоти 3923 мм напівширина габариту становить 1502 мм при допустимих 1625 мм.

Проводився розрахунок інерційних сил. Поздовжні інерційні сили становлять $\Delta F_{\text{поз}} = 46,92$ тс і сприймається елементами торцевої стіни і кутовими стійками при допустимих значеннях 40 тс і $2 \times 9,5$ тс відповідно. $\Sigma F = 40 + 19 = [59] > 46,92$ тс. Поперечні інерційні сили становлять $\Delta F_{\text{п}} = 8,135$ тс, які діють на дві кутові стійки і шість проміжних стійок.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допустимі навантаження на елементи бічної стіни піввагона згідно таблиці 18 Глави I Додатка 3 до СМГС складають [1, 36]:

- бічні стійки на висоті 1,2 м - 2,0 тс;
- на рівні верхньої обв'язки - 1,2 тс;
- кутова стійка на висоті 1,2 м - 7,9 тс;
- на рівні верхньої обв'язки - 4,6 тс.

Сумарне допустиме значення $6 \times 1,2 + 2 \times 4,6 = 16,4$ тс.

Поперечні сили сприймаються елементами бічної стіни піввагона.

Проводився розрахунок стійкості вантажного вагона. Стійкість навантаженого вагона забезпечується, якщо загальний Ц.Т. не перевищує 2,3 м, а навітряна поверхня вагона з вантажем менше 50 м². Розрахунок проводилися для найгіршого можливого варіанту, тобто для мінімальної тари напіввагона – 21,28 т. Отримані значення навітряної поверхні становили 42,27 м², а висота центру ваги - 2,288 м. Отже стійкість вагона забезпечена.

Проводився розрахунок поперечної стійкості завантаженого вагона. Сума вертикального навантаження на колесо від дії відцентрових сил і вітрового навантаження віднесена до статичного навантаження від колеса на рейку повинна бути меншою за 0,55. Отримане значення - 0,309, отже поперечна стійкість забезпечена.

Проводився розрахунок розпірних навантажень на бічну стіну вагона. При визначенні поперечних сил враховані розпірні навантаження на бічні стіни вагона від бунтів. Побудовані розрахункові схеми по визначенню розпірних навантажень. Визначені сумарні навантаження, що діють на елементи бічної стіни які становлять 23,02 тс, що менше допустимих [28,882] тс.

Визначалася допустима ваги вантажу при зміщенні центру ваги під час перевезення бунтів катаного дроту. В середині вагона схемою

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

навантаження між бунтами передбачається зазор в поздовжньому напрямку до 150 мм. В процесі перевезень вантаж може зміщатися в межах зазначених зазорів. Результати розрахунків представлені в таблиця, за якою в залежності від кількості бунтів в ряду обирається загальна маса вантажу у вагоні.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА СПОСОБІВ РОЗМІЩЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ ВАНТАЖІВ

Експериментальна перевірка включає два етапи [37]:

1. Випробування на зіткнення;
2. Дослідні перевезення.

Експериментальна перевірка проводиться комісією. До складу комісії входять фахівці з вантажної роботи, вагонного господарства, з безпеки руху поїздів, представники перевізника і відправника.

Комісія забезпечує:

- контроль відповідності стану вантажу, його розміщення та кріплення проекту МТУ;
- дотримання методики та умов проведення експериментальних робіт;
- оформлення актів про проведення відповідних етапів експериментальної перевірки з висновком про надійність випробовуваного способу розміщення і кріплення вантажу;
- розроблення пропозицій щодо поліпшення випробовуваного способу розміщення і кріплення вантажу.

Результати етапів експериментальної перевірки фіксують у відповідних актах.

5.1 Випробування на співудар

Спочатку проводиться підготовка до випробувань вагонів, завантажених за проектом МТУ за способом розміщення і кріплення вантажу, що перевіряється, яка включає в себе:

- розміщення і кріплення вантажу у відповідності з проектом МТУ;
- нанесення на вантаж і на вагон контрольних міток, які фіксують початкове положення вантажу відносно вагона.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контрольні мітки повинні бути нанесені в місцях та у спосіб, що забезпечують їх виразну відмінність у процесі випробувань.

Випробування на зіткнення одиночних вагонів або зчепів з опорою вантажу на один вагон проводять на прямій горизонтальній ділянці колії. Випробування на зіткнення зчепів з опорою на два вагони проводять на прямій горизонтальній ділянці колії, а потім – на криволінійній горизонтальній ділянці колії радіусом кривої 300 –400 м.

Зіткнень зазнає кожен випробовуваний вагон або зчеп. Зіткнення вагонів, що проходять випробування, виконуються з групою вагонів, що непорушно стоять на колії, («стінкою»), завантажених до повної вантажопідйомності інертним вантажем (наприклад, піском, щебенем тощо). «Стінка» повинна складатися не менш ніж з трьох вагонів. Вагони «стінки» встановлюються наприкінці випробовуваної ділянки колії в зчепленому стані, загальмовуються пневматичним гальмом, перший напіввагон з боку зіткнення додатково загальмовується двома гальмівними башмаками. Розмічають контрольну ділянку колії – прямолінійний горизонтальний відрізок колії довжиною 10 м від осі автозчеплення вагона «стінки» з боку набігання випробовуваного вагона. Випробовуваний вагон (зчеп) за допомогою локомотива відводять від стінки на необхідну відстань і розганяють штовханням з роз'єднанням зчепленням у напрямку до «стінки» до необхідної швидкості. На відстані від «стінки» не менше 15 м виконують саморозчеплення зчеплення, локомотив загальмовує, а випробовуваний вагон за інерцією накочується на «стінку». У випадках використання локомотива без пристрою саморозчеплення автозчеплення роз'єднується перед початком розгону. На прямій ділянці колії проводять 10 зіткнень у такій послідовності:

- 4 зіткнення зі швидкостями від 4 до 5 км/год;

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 3 зіткнення зі швидкостями від 5 до 6 км/год;
- 2 зіткнення зі швидкостями від 6 до 7 км/год;
- 1 зіткнення зі швидкістю від 7 до 8 км/год.

При випробуваннях зчепів на криволінійній ділянці проводиться 10 зіткнень зі швидкостями від 4 до 8 км/год, як зазначено вище.

Після кожного зіткнення вагон (зчеп), вантаж і всі елементи кріплення оглядаються членами комісії. Значення швидкості зіткнень, результати огляду (зміни положення вантажу, стану елементів кріплення, пошкодження конструкції вагона) фіксують в акті випробувань на зіткнення. Зсув вантажу визначають за положенням міток до і після зіткнення.

Якщо під час випробувань зсув вантажу або пошкодження елементів кріплення загрожує безпеці руху або збереженню вантажу і рухомого складу, випробування повинні бути негайно припинені, про що робиться відповідний запис в акті випробувань на зіткнення.

Спосіб розміщення і кріплення вантажу вважається таким, що витримав випробування, якщо в результаті зіткнень реквізити кріплення вантажу не мали істотних дефектів, вантаж знаходився в закріпленому стані, придатному для перевезення, і не зафіксовано пошкоджень вагона. За результатами випробувань на зіткнення комісія приймає рішення про проведення дослідного перевезення.

Результати комісійних випробування на співудар вагонів завантажених катанним дротом за МТУ представлені на рисунках 5.1 та 5.2.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



Рисунок 5.1 – Вантаж після проведення співударів



Рисунок 5.2 – Зміщення вантажу

За результатами комісійних випробувань на співудар зафіксовано недопустиме зміщення вантажу при його розміщенні в напіввагоні за діючим МТУ. Після цього до МТУ були внесені наступні зміни: кожні два сусідніх бунта в поперечній площині вагона ув'язують стальним дротом діаметром 6 мм в 4 нитки який пропускають через бунт, рисунок 5.3. Пояснення до схем в п.3.2 цієї роботи. Фото після співударів представлені на рис.5.4 та 5.5.

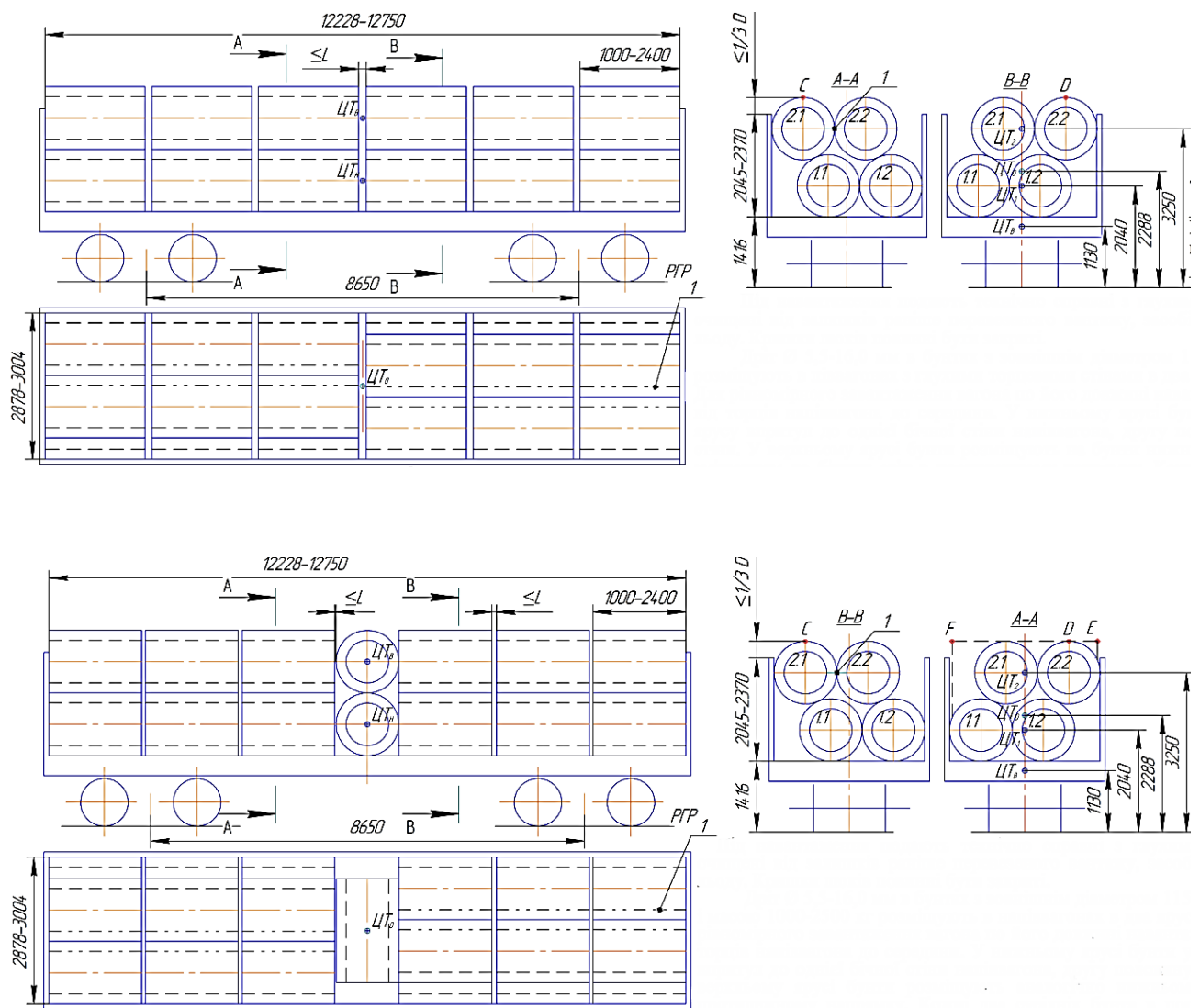


Рисунок 5.3 – Розміщення бунтів катанки в напіввагоні за виправленими за результатами співударів МТУ:

1 – дріт металевий

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65



Рисунок 5.4 – Бунти катаного дроту після проведення співударів за виправленою схемою МТУ



Рисунок 5.5 – Зміщення вантажу після проведення ударів за виправленою схемою МТУ

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Як видно з рисунків 5.3 та 5.4 схема витримала випробування, зміщення вантажу яке знаходилося в допустимих межах.

5.2 Дослідні перевезення

Дослідні перевезення (II етап) проводять з метою перевірки надійності способу розміщення і кріплення в реальних умовах перевезень. Вагони, завантажені за проектом МТУ, включають у поїзди на загальних підставах. Дослідні перевезення можуть бути як одноразовими, так і такими, що призначаються на певний період – багаторазовими. Багаторазові дослідні перевезення призначаються на розсуд комісії, наприклад, у випадках недостатньої дальності одноразового перевезення, для перевірки надійності способу кріплення вантажу в зимових і літніх умовах. Загальний пробіг кожного вагона в процесі дослідних перевезень повинен становити не менше 1500 км.

У верхній частині лицьової сторони першого аркуша накладної на вантаж, що відправляється в дослідне перевезення, роблять відмітку "Дослідне перевезення".

При відправленні кожного випробовуваного вагона в дослідне перевезення:

- на вантаж і вагон наносять контрольні мітки;
- оформлюють акт дослідного перевезення.

При виявленні пошкодження засобів кріплення члени комісії оцінюють можливість подальшого прямування дослідних вагонів у складі поїзда. За необхідності розпуску складу з дослідними вагонами з сортувальних гірок вантаж, кріплення і вагони оглядають перед розпуском і після нього. На станції призначення вивантаження дослідних вагонів виконують під наглядом перевізника і одержувача. Перед вивантаженням проводять огляд

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вантаж і засобів кріплення вантажу у вагонах, а після вивантаження – остаточну оцінку стану вантажу, вагона і засобів кріплення. Перевізник і одержувач заповнюють і підписують праву частину акта дослідного перевезення.

МТУ з внесеними за результатами випробувань на співудар змінами успішно пройшли також і етап дослідних перевезень.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок з п'ятого розділу

В п'ятому розділі представлені результати експериментальної перевірки описаного в роботі способу розміщення бунтів канатного дроту в напіввагоні за першим варіантом МТУ та за вдосконаленим варіантом МТУ.

Наведено порядок та етапи експериментальної перевірки схема. Представлені результати випробувань напіввагонів завантажених бунтами катаного дроту на співудар. За результатами комісійних випробувань на співудар зафіксовано недопустиме зміщення вантажу при його розміщенні в напіввагоні за розробленим діючим МТУ.

Після цього до МТУ були внесені наступні зміни: кожен два сусідніх бунта в поперечній площині вагона ув'язують сталевим дротом діаметром 6 мм в 4 нитки який пропускають через бунт. Запропонована схема витримала випробування.

З метою перевірки надійності способу розміщення бунтів в напіввагоні в реальних умовах перевезень проведені дослідні перевезення. Загальний пробіг вагонів в процесі дослідних перевезень становив не менше 1500 км. МТУ з внесеними за результатами випробувань на співудар змінами успішно пройшли етап дослідних перевезень.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі проведені розрахункові та експериментальні дослідження, що направлені визначення та аналіз зусиль, що діють на кузов напіввагона при перевезенні катаного дроту в бунтах.

У вступі наведено актуальність, сучасний стан проблеми та ступінь її розв'язання, визначено мету, об'єкт та предмет дослідження. Встановлені завдання які вирішувалися у магістерській роботі. Перелічено методи дослідження які використано в даній роботі. Акцентовано увагу на новизні та практичній значимості роботи.

В першому розділі магістерської роботи проведено аналіз літератури за напрямком досліджень. Аналіз наукових статей, монографій та підручників з досліджуваної тематики показав, що тема є актуальною та потребує її вирішення. Наведено опис транспортної події на перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ» регіональної філії «Придніпровська залізниця» яка стала причиною вибору теми дослідження.

Також в першому розділі проводиться аналіз стану парку вантажних вагонів за роками їх побудови. Середній знос парку складає майже 90 % та має тенденцію до збільшення. Аналіз джерел вказує, що в останні роки гостро відчувається нестача таких типів вагонів як універсальні піввагони.

В розділі проаналізовані вимоги до розроблення, оформлення, погодження технічної документації на перевезення вантажів у вагонах залізничним транспортом. Наведена основна термінологія, розглянуто порядок розробки та затвердження місцевих технічних умов.

У другому розділі магістерської роботи проведено огляд рухомого складу для перевезення бунтів катаного дроту. Для перевезення зазначеного вантажу можуть бути використаний як універсальний рухомий склад (платформи, напіввагони) так і спеціалізований (вагон моделі 12-284 для

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевезення бунтів катаного дроту, спеціалізовані платформи для перевезення листової сталі в рулонах та бунтів катаного дроту, знімні кузови та контейнери). Перевагу при виборі рухомого складу слід надавати спеціалізованим вагонам, так як їхньою конструкцією врахована специфіка перевози мого вантажу. Однак, вантажовідправники за рядом економічних аспектів обирають універсальний рухомий склад.

Детально розглянуто конструкцію універсальних вагонів з точки зору розміщення та закріплення в них вантажів, наведено допустимі навантаження на ув'язувальні пристрої.

Розглянуті можливі приклади кріплення вантажу за допомогою упорних і розпірних рам, за допомогою розтяжок і обв'язок, розміщення вантажу без застосування засобів кріплення.

В третьому розділі магістерської роботи проаналізовані способи кріплення сталеної катаної проволочки у бунтах. Визначені основні вимоги до розміщення вантажу на рухомому складі залізниць.

Наведено опис та аналіз стандартизованих схем розміщення бунтів відповідно до Глави 3 Додатка 3 до СМГС. Застосування розглянутих п'яти схем не завжди можливе. Оскільки, бунти катаного дроту, що випускається вітчизняними заводами, на вимогу замовника, дуже часто відрізняються, в більшу сторону, за розмірами та вагою від бунтів у наведених схемах.

Розглянута схема розміщення бунтів напіввагоні за МТУ за яким перевозився вантаж у транспортній події на перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ».

Розглянута схема розміщення бунтів напіввагоні згідно вимог Європейських залізниць. Дана схема передбачає закріплення бунтів упорними та розпірними брусами, розтяжками та прокладанням картону між бунтами. Застосування такої схеми на залізницях колії 1520 мм

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ускладнене через виклику кількість засобів кріплення та людський фактор при закріпленні вантажу.

В четвертому розділі магістерської роботи проводився розрахунок засиль, що діють на кузов напіввагона при перевезенні бунтів катаного дроту.

Дріт в бунтах з зовнішнім діаметром 1150-1250 мм і масою 1000-2500 кг розміщують в піввагонах з глухими торцевими стінами в два яруси по два ряди в кожному ярусі. Для рівномірного завантаження вагона по його довжині навантаження дроту виконують по черзі від торців напіввагона до середини. У нижньому ярусі бунти укладають із зсувом половини ярусу впритул до однієї бічної стіни напіввагона, другу половину - впритул до протилежної стіни. У верхньому ярусі бунти розміщують на бунти нижнього ярусу аналогічно нижньому зі зміщенням до бічних стін в протилежному напрямку. Під час навантаження як верхнього, так і нижнього ярусу допускається зазор між бунтами $L \leq 150$ мм в залежності від загальної максимальної маси вантажу. Кількість бунтів в ряду залежить від їх висоти і довжини кузова вагона і може бути від 5 до 12 штук, а в вагоні - від 20 до 48 штук. При розміщенні бунтів дроту без зазорів максимальна маса вантажу може становити 69 т.

Проводився розрахунок координат точок вантажу, що знаходиться поза кузовом вагона. Як показали розрахунки, вантаж знаходиться в межах габариту навантаження, тому що для висоти 3923 мм напівширина габариту становить 1502 мм при допустимих 1625 мм.

Проводився розрахунок інерційних сил. Поздовжні інерційні сили становлять $\Delta F_{\text{поз}} = 46,92$ тс і сприймається елементами торцевої стіни і кутовими стійками при допустимих значеннях 40 тс і $2 \times 9,5$ тс відповідно. $\Sigma F = 40 + 19 = [59] > 46,92$ тс. Поперечні інерційні сили становлять $\Delta F_{\text{п}} = 8,135$ тс, які діють на дві кутові стійки і шість проміжних стійок.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допустимі навантаження на елементи бічної стіни піввагона згідно таблиці 18 Глави I Додатка 3 до СМГС складають:

- бічні стійки на висоті 1,2 м - 2,0 тс;
- на рівні верхньої обв'язки - 1,2 тс;
- кутова стійка на висоті 1,2 м - 7,9 тс;
- на рівні верхньої обв'язки - 4,6 тс.

Сумарне допустиме значення $6 \times 1,2 + 2 \times 4,6 = 16,4$ тс.

Поперечні сили сприймаються елементами бічної стіни піввагона.

Проводився розрахунок стійкості вантажного вагона. Стійкість навантаженого вагона забезпечується, якщо загальний Ц.Т. не перевищує 2,3 м, а навітряна поверхня вагона з вантажем менше 50 м². Розрахунок проводилися для найгіршого можливого варіанту, тобто для мінімальної тари напіввагона – 21,28 т. Отримані значення навітряної поверхні становили 42,27 м², а висота центру ваги - 2,288 м. Отже стійкість вагона забезпечена.

Проводився розрахунок поперечної стійкості завантаженого вагона. Сума вертикального навантаження на колесо від дії відцентрових сил і вітрового навантаження віднесена до статичного навантаження від колеса на рейку повинна бути меншою за 0,55. Отримане значення - 0,309, отже поперечна стійкість забезпечена.

Проводився розрахунок розпірних навантажень на бічну стіну вагона. При визначенні поперечних сил враховані розпірні навантаження на бічні стіни вагона від бунтів. Побудовані розрахункові схеми по визначенню розпірних навантажень. Визначені сумарні навантаження, що діють на елементи бічної стіни які становлять 23,02 тс, що менше допустимих [28,882] тс.

Визначалася допустима ваги вантажу при зміщенні центру ваги під час перевезення бунтів катаного дроту. В середині вагона схемою

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

навантаження між бунтами передбачається зазор в поздовжньому напрямку до 150 мм. В процесі перевезень вантаж може зміщатися в межах зазначених зазорів. Результати розрахунків представлені в таблиця, за якою в залежності від кількості бунтів в ряду обирається загальна маса вантажу у вагоні.

В п'ятому розділі представлені результати експериментальної перевірка описаного в роботі способу розміщення бунтів канатного дроту в напіввагоні за першим варіантом МТУ та за вдосконаленим варіантом МТУ.

Наведено порядок та етапи експериментальної перевірки схема. Представлені результати випробувань напіввагонів завантажених бунтами катаного дроту на співудар. За результатами комісійних випробувань на співудар зафіксовано недопустиме зміщення вантажу при його розміщенні в напіввагоні за розробленим діючим МТУ.

Після цього до МТУ були внесені наступні зміни: кожен два сусідніх бунта в поперечній площині вагона ув'язують сталевим дротом діаметром 6 мм в 4 нитки який пропускають через бунт. Запропонована схема витримала випробування.

З метою перевірки надійності способу розміщення бунтів в напіввагоні в реальних умовах перевезень проведені дослідні перевезення. Загальний пробіг вагонів в процесі дослідних перевезень становив не менше 1500 км. МТУ з внесеними за результатами випробувань на співудар змінами успішно пройшли етап дослідних перевезень.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технические условия размещения и крепления грузов : Приложение 3 к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) // СМГС станом на 01.07.2021 - URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/smsgs/dod3_01072019/ (дата звернення 01.10.2021).
2. Туранов Х. Т. Теоретическая механика в задачах грузовых перевозок : Монография. - Новосибирск : Наука, 2009. 376 с.
3. Бабаєв А. М., Дмитрієв Д. В Принцип дії, розрахунок та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць : навч. посібник для вузів - К. : КУЕТТ, 2007. 176 с.
4. Dovhaniuk S. et al. (2020) The results of brake tests of the DPKr-3 diesel train // 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 985 012020. P. 1-6. Doi: 10.1088/1757- 899X/985/1/012020
5. Shaposhnyk, V. Y. Human factor influence on performing technical maintenance and repair of freight cars / V. Y. Shaposhnyk // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2018. № 6(78). P165-175.
6. Reidemeister, A., Muradian, L., Shaposhnyk, V., Shykunov, O., Kyryl'chuk, O. and Kalashnyk, V.: Improvement of the open wagon for cargoes which imply loading with a "hat", in: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 985, Paper 012034, 2020. doi:10.1088/1757-899x/985/1/012034
7. Недужа Л. О. Теоретичні та експериментальні дослідження міцнісних якостей хребтової балки вантажного вагона / Л. О. Недужа, А. О. Швець // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2018. № 1. С. 131-147.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

8. Reidemeister, O.G., Kalashnik, V.O., Rizhov, S.V. and Shikunov, O.A.: Experimental determination of fatigue resistance of gondola body units, Collection of scientific works of UkrDUZT. 184(Appendix), pp. 19-20, 2019.

9. Shaposhnyk, V., Shykunov, O., Reidemeister, A., Muradian, L. and Potapenko, O.: Determining the possibility of using removable equipment for transporting 20- and 40-feet-long containers on an universal platform wagon, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 17, No. 109, pp. 14-21, 2021. doi:10.15587/1729-4061.2021.225090

10. Анофрієв В. Г., О. Г. Рейдемейстер О. Г., О. А. Шикунів О. А., О. А. Кирильчук О. А., А. С. Мацюк А. С. Визначення основних технічних вимог до металопрокату для кузовів вантажних вагонів нового покоління // Вагонний парк. 2012. № 11 (68). С. 4—8.

11. Вагони вантажні залізниць України колії 1520 (1524) мм. Настанова з деповського ремонту. ВНД УЗ 32.2.04.037-2013. ЦВ-0142 : Наказ № 468-Ц/од 26.12.2013. Про затв. та введення в дію нормат. док. "Вагони вантажні залізн. України колії 1520 (1524) мм. Настанова з деповського ремонту" / М-во інфраструктури України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниця. К. : Девалта, 2014. 159 с.

12. СТП 04-020:201 «Вагони вантажні та контейнери. Правила ремонту при зварюванні та наплавленні». Наказ АТ «Укрзалізниця» від 13.06.2019 №384. URL: <http://scbist.com/361623-post54.html> (дата звернення 29.11.2021)

13. Turanov K., Ruzmetov Y. The problem of fastening cargo on railway rolling stock // E3S Web of Conferences. 2020, vol. 157, no. 3, p. 1008. <https://www.doi.org/10.1051/e3sconf/202015701008> (дата звернення 10.12.2021).

14. Туранов, Х. Т., Рузметов, Я. О., & Шихназаров, Ж. А. (2020). К расчёту крепления твердотельного груза при воздействии продольных сил. Современные проблемы транспортного комплекса России, 10(1).

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

15. Vlasova, N.V., Olentsevich, V.A., Konyukhov, V.Y. and Lysenko, D.A.: Automated calculation method effect values in load securing elements fixed on a rolling stock, in: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 1064, No. 1, Paper 012042, 2021.

16. Duo Zhang, Yinying Tang, David B. Clarke, Qiyuan Peng, and Chunjiao Dong: An innovative method for calculating diagonal lashing force of cargo on railway wagons in a curve alignment, Vehicle System Dynamics. Vol. 59, No. 3, pp. 352-374, 2021. doi:10.1080/00423114.2019.1686160

17. Shatunov, O.V. and Shvets, A.O.: Study of dynamic indicators of flat wagon with load centre shift, Science and Transport Progress. Vol. 2, No. 80, pp. 127-143, 2019. doi:10.15802/stp2019/165160

18. Звіт за результатами дослідження ринку перевезень вантажів залізничним транспортом / Київ, 2019 URL: <https://amcu.gov.ua/news/zvit-pro-rezultati-doslidzhennya-rinku-perevezennya-vantazhiv-zaliznichnim-transportom> (29.11.2021)

19. Ткачик О. Б. Вагони нового покоління // Всеукраїнська транспортна газета магістраль. 2014. 1-7 жовт. (№77). С. 9.

20. Ткачик О. Б. Оновлення застарілого вагонного парку – першочергове завдання Департаменту вагонного господарства Укрзалізниці // Вагонний парк. 2015. № 9-10. С. 10–13.

21. «Порядок розроблення технічної документації щодо розміщення і кріплення вантажів у вагонах і контейнерах, які перевозяться залізничним транспортом (Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 18 травня 2010 року №299)» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0503-10#Text> (дата звернення 06.10.2021).

22. Інструкція з перевезення негабаритних і великовагових вантажів залізницями України. ІД-0055 : Затв. : Наказ Мінтрансу та зв'язку України 23.11.04. № 1026 / М-во транспорту України. К. : Алькор, 2005. 181 с.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. ДСТУ ГОСТ 22235:2015 «Вагони вантажні магістральних залізничних доріг колії 1520 мм. Загальні вимоги щодо забезпечення збереження під час завантажувально-розвантажувальних та маневрових робіт. Затверджений: Наказ від 19.10.2015 № 132 Про надання чинності в Україні міждержавному нормативному документу як національному стандарту України, скасування міждержавного стандарту в Україні. С. 24.

24. Вагоны: Конструкция, теория и расчет : учебник для вузов. Под ред. Л. А.Шадура. - 3-е изд., перераб. и доп. М. : Транспорт, 1980. 439 с.

25. Полувагон для перевозки бунтов проволоки-катанки модель 12-284. URL: <https://vagon.by/model/12-284> (дата звернення 23.11.2021).

26. Платформа модели 13-4012. URL: <https://vagon.by/model/13-4012> (дата звернення 06.10.2021).

27. 4-осная железнодорожная платформа для листовой стали модели 13-4094-01. URL: <https://ukrailtrans.com.ua/4-osnaya-platforma-dlya-listovoj-stali-model-13-4094-01> (дата звернення 06.10.2021).

28. Вагон-платформа для перевозки стали в рулонах, модели 13-9906 URL: <http://transal.org/products/wagons/wagon-13-9906/> (дата звернення 06.10.2021).

29. Перевозки рулонной стали на ЗСЖД. URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/234566938> (дата звернення 06.10.2021).

30. Zamecnik, J. and Jagelcak, J.: Evaluation of wagon impact tests by various measuring equipment and influence of impacts on cargo stability, Communications-Scientific letters of the University of Zilina. Vol. 17, No. 4, pp. 21-27, 2015.

31. Габарити наближення будівель і рухомого складу залізниць колії 1520 (1524) мм : ДСТУ Б В.2.3-29:2011 (ГОСТ 9238-83, MOD) Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2011. 50 с.

32. Шатунов А. В., Каблуков В. А., Мороз И. К. (1982) Исследование продольной устойчивости металлопродукции при соударении вагонов // Сб. науч. тр. / ДИИТ. –Днепропетровск. – Вып. 221/7: Вопросы улучшения

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технического содержания вагонов и совершенствования ходовых частей. – С. 52–56.

33. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних) : ДСТУ 7598:2014. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 157 с.

34. Кондрашов В. М. Единые принципы исследования динамики железнодорожных экипажей в теории и эксперименте / Всерос. науч.-исслед. ин-т ж.-д. трансп. М. : Интекст, 2001. 190 с

35. Алієв Г. Н. Порядок включення технічної документації на розміщення і кріплення вантажів у вагонах при створенні бази даних / Журнал «Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту», - 2020. №56. 55-66 с.

36. Нормы для расчета и проектирования механической части новых и модернизированных вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ВНИИ—ВНИИЖТ, 1983. 260 с.

37. Вантажні перевезення на залізничному транспорті: Підручник / О.В. Лаврухін та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2015. Ч. 1. 260 с.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

РЕЗЮМЕ

Summary

У магістерській роботі проведені розрахункові та експериментальні дослідження, що направлені визначення та аналіз зусиль, що діють на кузов напіввагона при перевезенні катаного дроту в бунтах.

У вступі наведено актуальність, сучасний стан проблеми та ступінь її розв'язання, визначено мету, об'єкт та предмет дослідження. Встановлені завдання які вирішувалися у магістерській роботі.

В першому розділі магістерської роботи проведено аналіз літератури за напрямком досліджень. Аналіз наукових статей, монографій та підручників з досліджуваної тематики показав, що тема є актуальною та потребує її вирішення. Наведено опис транспортної події на перегоні «Воскобійня – Верхньодніпровськ» регіональної філії «Придніпровська залізниця» яка стала причиною вибору теми дослідження.

У другому розділі магістерської роботи проведено огляд рухомого складу для перевезення бунтів катаного дроту. Детально розглянуто конструкцію універсальних вагонів з точки зору розміщення та закріплення в них вантажів, наведено допустимі навантаження на ув'язувальні пристрої.

Розглянуті можливі приклади кріплення вантажу за допомогою упорних і розпірних рам, за допомогою розтяжок і обв'язок, розміщення вантажу без застосування засобів кріплення.

В третьому розділі магістерської роботи проаналізовані способи кріплення сталюї катаної проволочи у бунтах. Визначені основні вимоги до розміщення вантажу на рухомому складі залізниць.

В четвертому розділі магістерської роботи проводився розрахунок засиль, що діють на кузов напіввагона при перевезенні бунтів катаного дроту.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проводилися розрахунки координат точок вантажу, що знаходиться поза кузовом вагона, інерційних сил, стійкості вантажного вагона, розпірних навантажень на бічну стіну вагона. Визначені менше допустимих.

Визначалася допустима ваги вантажу при зміщенні центру ваги під час перевезення бунтів катаного дроту.

В п'ятому розділі представлені результати експериментальної перевірки описаного в роботі способу розміщення бунтів канатного дроту в напіввагоні за першим варіантом МТУ та за вдосконаленим варіантом МТУ. Запропонована схема витримала випробування.

Keywords: wire bundle, gondola car, stowing and securing of cargo, inertial forces, experiment.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК КРЕСЛЕНЬ

Лист 1 – 031.160216.ДМР.001СК – Напіввагон універсальний. Кузов.
Складальне креслення на двох аркушах формату А1.

					031.160216.ДМР.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		