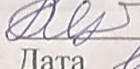


Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Львівський
Кафедра: Рухомий склад залізниць і колія
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень
Освітня програма: Вагони та вагонне господарство
Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри «Рухомий склад
залізниць і колія»
 Олена БАЛЬ
Дата 18.06.2022

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

_____ (ступінь вищої освіти)

студенту Плечистій Вероніці Андріївні
(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Ескізний проект вантажного вагона -цистерни для перевезення світлих нафтопродуктів

Керівник роботи: Мілянчик Андрій Романович, к.т.н., доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від "26" листопада 2021р. № 38 ст.

2. Строк подання студентом роботи: 10.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: технічні характеристики та параметри нафтобензинових цистерн, конструкційні параметри та вимоги для перевезення світлих нафтопродуктів, технічні характеристики обладнання та параметрів які нормуються відповідно до нормативно – технічної документації

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: Аналіз будови вагонів- цистерн та перспективи розвитку

4.2 Основна частина: Розрахунок основних техніко- економічних параметрів вагонів-цистерн для перевезення світлих нафтопродуктів. Побудова та перевірка габаритності загальних розмірів вагона цистерни для перевезення світлих нафтопродуктів. Аналітичний розрахунок основних елементів вагона цистерни для перевезення світлих нафтопродуктів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Загальна будова вагон-цистерни для світлих нафтопродуктів. Розрахункові схеми бокової рами візка моделі 18-100. Розрахункова схема котла цистерни та результати розрахунку.

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Lviv Institute

(faculty)

Railway Rolling Stock and Tracks

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis

Bachelor

(higher education degree)

on the topic: _____

Preliminary design of a freight car - tanks for transportation of light petroleum products

according to educational curriculum Wagons and wagon economy

in the Speciality: 273 "Railway transport"

(speciality and its code)

Done by the student

(name, surname)

БГ 19117 /Veronika PLECHYSTA/

Scientific Supervisor:

(position, name, surname)

/Andriy MILANYCH /

Normative controller :

(position, name, surname)

/ Ivan KRAVETS /

Dnipro – 2022

ЗМІСТ

ПЕРІЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1 БУДОВА ТА ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИСТЕРН.....	9
1.1 ЗАГАЛЬНА БУДОВА ВАГОНА-ЦИСТЕРНИ.....	13
1.2 БУДОВА РАМИ ЦИСТЕРНИ.....	14
1.3 БУДОВА КОТЛА ЦИСТЕРНИ.....	17
1.4 БУДОВА УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗЛИВНИХ ПРИСТРОЇВ.....	19
2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРМЕТРІВ ВАГОНА - ЦИСТЕРНИ.....	22
2.1 РОЗРАХУНОК СИЛ, ЯКІ ДІЮТЬ НА ВАГОН.....	22
2.2 ЕСКІЗНИЙ РОЗРАХУНОК РАМИ ЦИСТЕРНИ.....	26
2.3 ЕСКІЗНИЙ РОЗРАХУНОК КОТЛА ЦИСТЕРНИ.....	27
2.4 РОЗРАХУНОК ПРОХОДЖЕННЯ ВАГОНА- ЦИСТЕРНИ КРИВІ ДІЛЯНКИ КОЛІІ.....	37
3 ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТА КОНСТРУЮВАННЯ ЦИСТЕРН.....	50
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	54

041.180550.01.ВКР.ПЗ								
Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата	Ескізний проект вантажного вагона -цистерни для перевезення світлих нафтопродуктів	Літера	Аркуш	Аркушів
		Вероніка ПЛЕЧИСТА		15.06.				
		Андрій МІЛЯНИЧ		21.06.				
		Андрій МІЛЯНИЧ		20.06.				
		Іван КРАВЕЦЬ		21.06.				
		Олена БАЛЬ		21.06.22				
						ЛП УДУНТ		

(ЗАВДАННЯ НА РОБОТУ (ОКРЕМИЙ ДОКУМЕНТ, ОДИН ЛИСТ З
ДВОХ СТОРНІ ЗГІДНО ШАБЛОНУ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

54 с., 15 рис., 1 табл., 0 додатки, 10 джерел.

Об'єктом дослідження в даній роботі виступає вагон цистерна для перевезення нафтопродуктів, а також конструктивні особливості її вузлів.

Метою даної роботи є перевірка існуючої конструкції вагона – цистерни на відповідність окремих частин вагона нормативним значенням та показникам міцності рухомого складу відповідно до Норм проектування та ДСТУ.

Предметом дослідження є креслення існуючих вагонів цистерн для перевезення нафтопродуктів, нормативні документи УЗ та технологічні процеси виготовлення рухомого складу на підприємствах та конструкторська документація.

Методи дослідження. метод аналізу, метод порівняння отриманих значень, метод співставлення результатів з нормативними, метод підбору по певним параметрам та показникам та інші.

Результати цієї роботи можна використати при модернізації та оновлення вантажних вагонів цистерн при проектуванні з врахуванням запропонованих ідей та пропозицій, що підвищують безпеку руху, швидкість курсування та відповідно окупність вагона – цистерни.

Ключові слова: ВАГОН, ЦИСТЕРНА, КОТЕЛ, РАМА, ВІЗОК, ГАБАРИТ.

**ПЕРІЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

УЗ	Українські залізниці
СТП	Стандарт підприємства
ДР	Деповський ремонт
ДСТУ	Державний стандарт України
ГОСТ	Государственный (державний) стандарт СРСР
ТУ	Технічні умови
ВСД	Вагоноскладальна дільниця

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		7

ВСТУП

На залізничному транспорті необхідно здійснювати технічне переозброєння, забезпечити збільшення пропускної і провізної здатності залізниць на вантажонапружених напрямках, що значно підвищить швидкості руху поїздів, а також нарощувати потужність залізничних станцій та вузлів.

Для вирішення поставленого завдання необхідно змінити конструкцію проєктованого вагона у бік поліпшення його основних показників або робити його універсальним для різних видів транспорту. Збільшення питомого обсягу цистерни, зменшення маси і тари, збільшення вантажопідйомності.

Об'єктом дослідження в даній роботі виступає вагон цистерна для перевезення нафтопродуктів, а також конструктивні особливості її вузлів.

Метою даної роботи є перевірка існуючої конструкції вагона – цистерни на відповідність окремих частин вагона нормативним значенням та показникам міцності рухомого складу відповідно до Норм проєктування та ДСТУ.

Предметом дослідження є кроєння існуючих вагонів цистерн для перевезення нафтопродуктів, нормативні документи УЗ та технологічні процеси виготовлення рухомого складу на підприємствах та конструкторська документація.

Методи дослідження. метод аналізу, метод порівняння отриманих значень, метод співставлення результатів з нормативними, метод підбору по певним параметрам та показникам та інші.

Дана робота присвячений перевірці та проєктуванню вагона цистерни на базі 4-вісної цистерни моделі 15-031 з осьовим навантаженням 198 кН по габариту 02-ВМ, вантажопідйомністю 72 т, граничним навантаженням на 1 метр шляху 98 кН/м.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		8

1 БУДОВА ТА ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИСТЕРН

В даний час КВБЗ випускаються такі моделі цистерн [19]: 15-776; 15-776-01, 15-776-Е, 15-7076. Технічні характеристики зазначених цистерн наведено у табл.

I.

Таблиця 1 - Технічна характеристика цистерн виробництва Крюківського вагонобудівного заводу

Параметр	Значення для типу вагона-цистерни			
	15-776	15-776-01	15-776Э	15-7076
Вантажопідъемність, не більш, т	66,0	66,0	63,5	67,3
Об'єм котла, м ³	73,17 (71,7)	73,17(71,7)	60	85,56 (83,91)
Маса тари, не більш, т	25,996/27,604	25,123/26,677	26,5	26,7
База вагона, мм	7800	7800		7800
Довжина вагона по осях, мм	12020	12020	12820	12020
Діаметр котла (внутрішній), мм	3000	3000	2800	3200
Розрахункове статичне навантаження від колісної пари на рейки, кН (тс)	229,5 (23,4)	227,3 (23,2)	220,7(22,5)	230,5 (23,5)
Габарит по ГОСТ 9238 (ДСТУ БВ.2.3-29:2011)	02-ВМ	02-ВМ	ПRR(RAI)	1-ВМ
Ширина колії, мм	1520 (1435)	1520 (1435)	1435	1520
Конструкційна швидкість, км/год	120	120	120	120
Термін служби, років	32	32	32	32

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		9

Вагон-цистерна модель 15-776, 15-776-01.

Вагон-цистерна (рис. 6) призначена для перевезення світлих нафтопродуктів по всій мережі залізниць колії 1520 мм. Габарит 02-ВМ, що використовується в будівництві вагона, допускає використання вагона на залізницях з шириною колії 1435 мм з перестановкою візків або використанням перехідних вагонів і заміною автозчіпного обладнання (при необхідності). Вагон-цистерна має раму посиленої конструкції та котел підвищеної міцності. Можливе обладнання вагона буферними пристроями. Гальмо - автоматичне пневматичне з роздільним гальмуванням візків, ручне стоянкове. Ходова частина – два двовісні візки мод. 18-7055 тип 2 ГОСТ 9246 або інші взаємозамінні візки тип 2 ГОСТ 9246. Автозчеплення СА-3. Поглинаючий апарат класу Т2. Можливе виготовлення вагона із зменшеною масою тари, без можливості встановлення буферних пристроїв (модель 15-776-01).



Рисунок 1 – Вагон-цистерна моделі 15-776

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		10

Вагон-цистерна модель 15-776Е

Вагон-цистерна модель 15-776Е (рис. 2) призначена для перевезення в'язких нафтопродуктів залізницями з шириною колії 1435 мм. Вагон-цистерна має систему внутрішнього паророзігріву продукту, зливний прилад на дві сторони з верхнім керуванням та котел підвищеної міцності. Гальмо - автоматичне пневматичне, ручне стоянкове. Ходова частина – два двовісні візки мод. 18-7055 тип 2 ГОСТ 9246 або інші взаємозамінні візки тип 2 ГОСТ 9246. Автозчеплення СА-3. Та поглинаючий апарат класу Т1.



Рисунок 2 – Вагон-цистерна модель 15-776Э

Вагон-цистерна модель 15-7076

Вагон-цистерна (рис. 3) призначена для перевезення нафтопродуктів по всій мережі залізниць колії 1520 мм. Вагон-цистерна має раму посиленої конструкції та котел підвищеної міцності. Стійкість цистерни до кліматичних впливів відповідає вимогам ГОСТ 15150 із забезпеченням експлуатаційної надійності за нижнього робочого значення температури повітря від -60 до +50 °С. Гальмо - автоматичне пневматичне з роздільним гальмуванням візків, ручне стоянкове.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		11

Ходова частина – два двовісні візки мод. 18-7055 тип 2 ГОСТ 9246 або інші взаємозамінні візки тип 2 ГОСТ 9246. Автозчеплення СА-3. Поглинаючий апарат класу Т2.



Рисунок 3 – Вагон-цистерна модель 15-7076

Для дослідження проведемодекомпозиція вагона-цистерни на складові основні складові.

У вітчизняній науці про вагони прийнято ділити вагон на такі складові: ходові частини (колісні пари, букси та ресорне підвішування, об'єднані у візки); кузов; ударно-тягові прилади; гальма.

Ходові частини (візки) є найбільш відповідальними вузлами, які повинні забезпечувати безпеку руху вагона по рейковій колії з необхідною плавністю ходу (найменший динамічний вплив на вантаж, що перевозиться, і на елементи колії) і найменшим опором руху.

Кузов вагона призначений розміщувати пасажирів чи вантажів. Конструкція кузова залежить від типу вагона. Багато вагонів основою кузова є рама, що складається в основному з поздовжніх і поперечних балок, жорстко з'єднаних між собою. На рамі кузова розміщуються ударно-тягові прилади та частина

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		12

гальмівного обладнання. Рама кузова через п'ятники спирається на підп'ятники візків, а у нетележечних вагонів - на пружні елементи ресора підвішування. Відстань між центрами п'ятників називається базою вагона (у нетележечних вагонів ця відстань вимірюється між осями крайніх колісних пар).

Ударно-тягові прилади служать для зчеплення вагонів між собою та з локомотивом, для сприйняття, передачі та амортизації розтягуючих (тягових) та стискаючих зусиль від локомотива та від одного вагона до іншого. Сучасним ударно-тяговим приладом є автозчіпний пристрій, що виконує всі основні функції ударних (буфера) та тягових (зчіпки) приладів.

Гальмо призначене для створення штучного опору руху поїзда або окремого вагона з метою регулювання швидкості руху або зупинки, а також для утримання на місці.

З метою зіставлення основних вузлів вагона з технічними та функціональними складовими різних моделей вагонів – цистерн порінують по проводять певні розрахунки, які приведені в розділі 2.

1.1 Загальна будова вагона-цистерни

У типової цистерни (рис.4) є рамна конструкція, а котел з пристроями встановлюється на платформу, що включає раму, гальмівне та автозчіпне обладнання та ходову частину.

У чотиривісних цистерн з відстанню між осями зчеплення автозчепів 12 020 мм і база складає 7800 мм. Котел встановлюється на типову платформу (рис.), яка складається з рами 3 зварної конструкції, автоматичного 2 і 4 гальм стоянок, автоматичних ударнотягових приладів 5 частини 1. Деталі та вузли виконуються з низьколегованих та ливарних сталей підвищеної якості.

В останній моделях цистерн встановлюють по торцям спеціальні захистні кожухи. (рис.5)

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						13
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

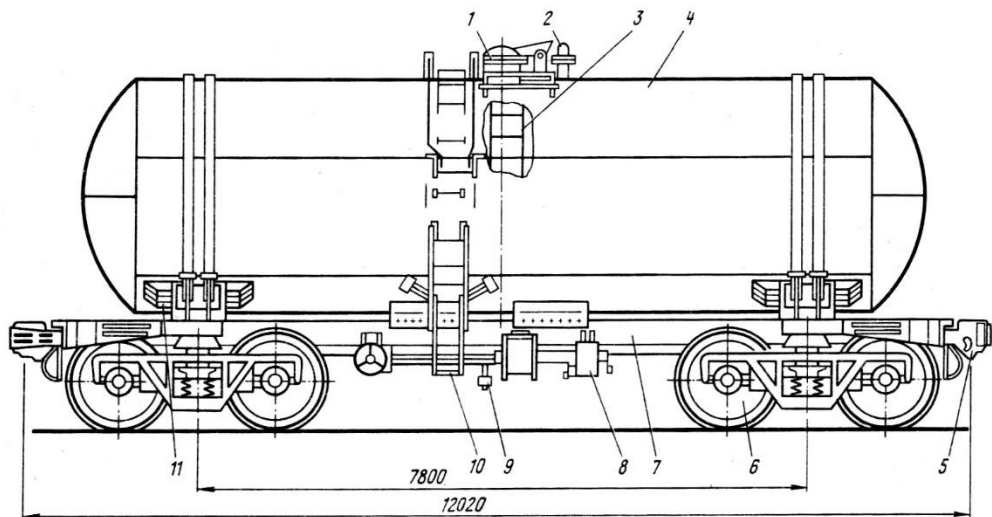


Рисунок 4 – Загальний вигляд цистерни

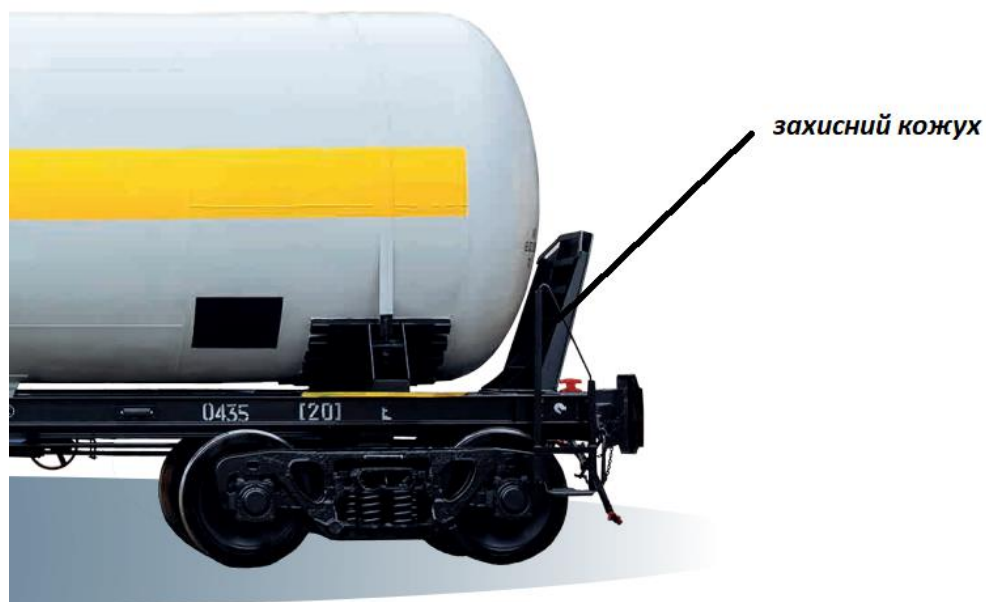


Рисунок 5 – Загальний вигляд захисного кожуху цистерни

1.2 Будова рами цистерни

Рама цистерни побудови до 1995 р. виконувалась без бічних поздовжніх балок між шворневими балками (рис. 6). Така рама застосовується для всіх чотиривісних цистерн з базою 7800 мм незалежно від вантажів, що перевозяться- це була типова конструкція.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		14

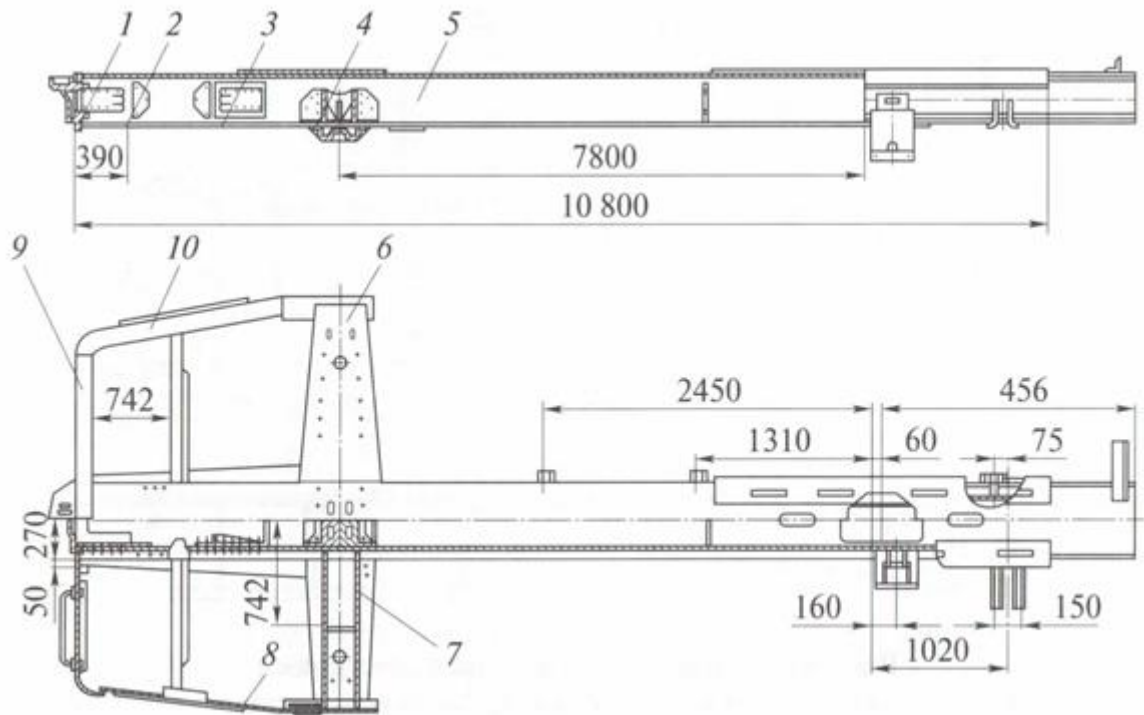


Рисунок 6 - Загальний вигляд типової рами цистерни

Рама складається з хребтової 5, двох шворневих 6 та двох кінцевих 9 балок, які з'єднані зі шворневими балками бічними обв'язками 8, 10 (для розміщення розчіпного пристрою) – несучої здатності не має.

Хребтова балка виконується з двох швелерів № 30В, які перекриті зверху та знизу накладками товщиною 7 ..8 мм. На консольних частинах хребтовій балці кріпляться передні 1 та задні упори автозчеплення, запобіжні накладки 2, кронштейни для гальмівного обладнання та лапи для кріплення котла. Запобіжні накладки на рамі захищають вертикальні стінки балки хребта від стирання поглинаючим апаратом автозчеплення.

Шворневі балки 6 роблять коробчатого перерізу та зварені з верхнього, нижнього та двох вертикальних листів 7. Зверху на шворневих балках зміцнюються металеві опори котла де розміщуються лежні. Зона з'єднання шворневої та хребтової балок посилена надп'ятниковою коробкою 4. Кінцеві

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		15

балки 9 та бічні обв'язки 8, 10 виготовлені зі штампувань Г-подібної форми товщиною 6 мм.

Рама цистерн випуску після 1995 року (рис. 7) усилена за рахунок введення двох бічних поздовжніх балок 3 зі швелерів № 16. Швелери бічних поздовжніх балок на довжині 500 мм від кінцевих балок закриті із зовнішнього боку листами, утворюючи замкнуту коробку. Кінцеві балки 1 рами посилено. Вони виконані з листів товщиною 8 мм і мають посадочні місця під буферні склянки, які підкріплені ребрами та накладками. Хребтова балка 6 виконана з посиленого зетового профілю 31 У. Шворневі балки 2 виготовляються аналогічно і мають замкнутий коробчатий переріз змінної висоти. У середній частині рама посилена поперечними балками 4 та має кронштейни 5, 8 та 9 для вузлів автоматичних гальм (циліндра, повітророзподільника).

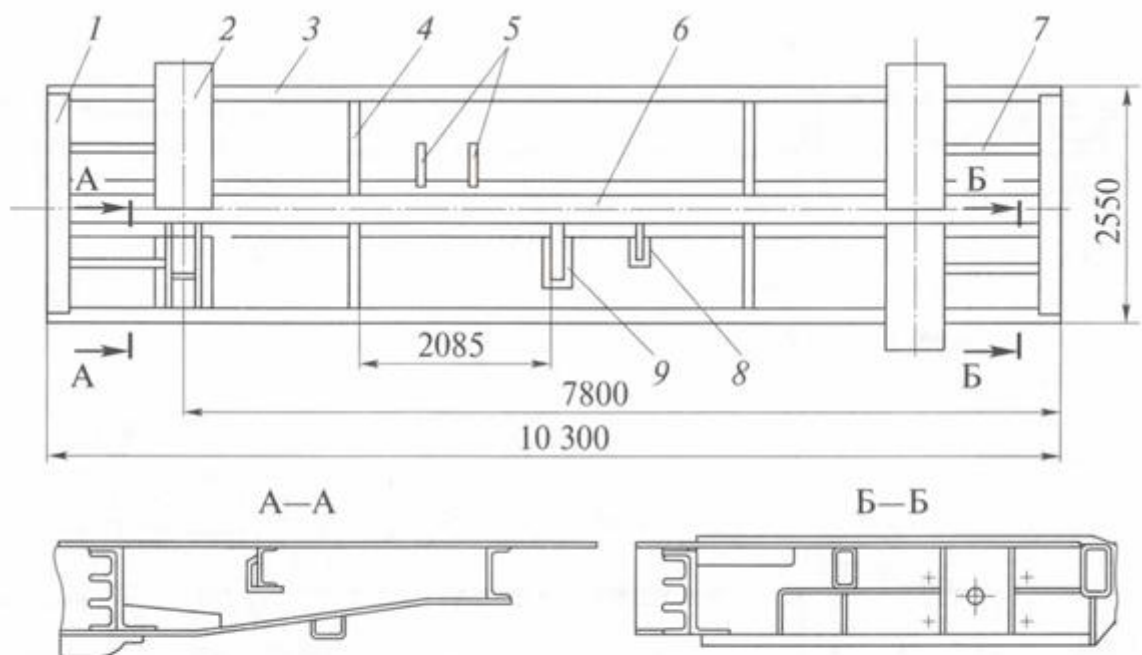


Рис. 10.5. Рама цистерны новой постройки

1 — концевая балка; 2 — шкворневая балка; 3 — боковая продольная балка;
4 — средняя поперечная балка; 5, 8, 9 — кронштейны; 6 — хребтовая балка;
7 — средняя продольная балка

Рисунок 7 - Загальний вигляд нової рами цистерни

						Арк.
					041.180550.01.ВКР.ПЗ	16
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

1.3 Будова котл цистерни

Котел цистерни (рис. складається з обичайки, що звальцована в циліндр, і двох днищ еліптичної форми, які зварені з листів товщиною 10...12 мм. Циліндрична частина котла, складена з подовжньо розташованих листів, що зварені між собою в стик уздовж листів, з яких один нижній (броньовий) товщиною 10...11 мм; боковий і верхній товщиною 8...9 мм.

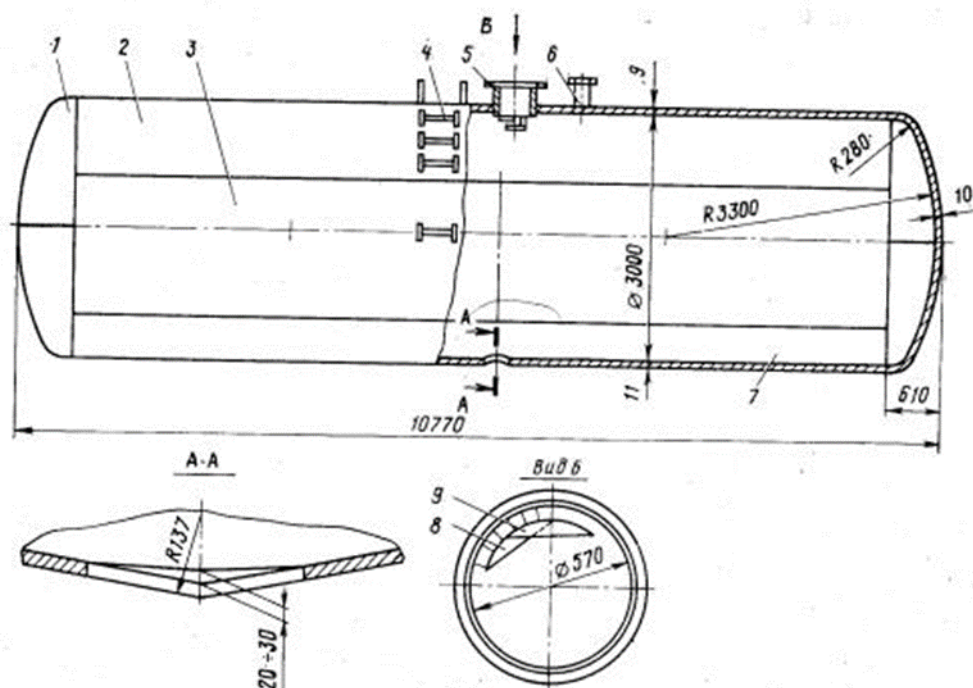


Рисунок 8 - Загальний вигляд котла цистерни

У колишніх конструкціях цистерн циліндрична частина котла складалася з броньового листа й верхніх поперечних обичайок. Недоліками такої конструкції були: утруднення в застосуванні механізованого зварювання через велике число елементів, що складають котел, і значної різноманітності швів; велика довжина швів; концентрація напружень у місцях перетинання поздовжніх і поперечних швів. Тому в сучасних конструкціях цистерн циліндрична частина формується з поздовжніх листів. Днище котла має еліптичну форму з відношенням висоти опуклої частини до діаметра рівним 0,2. На відміну від сферичних днищ, що

									Арк.
									17
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	041.180550.01.ВКР.ПЗ				

раніше застосовувалися, еліптичні днища мають меридіан, що плавно змінюється. Тому за рахунок зниження рівня напружень можна зменшити їхню товщину з 11 до 10 мм. Крім того, еліптичні днища збільшують об'єм котла на 0,5 м³.

Днища приварюються до циліндричної частини котла стиковими швами. Також з'єднані між собою листи циліндричної частини. Переваги стикових швів над накладними з'єднаннями, що застосовувалися раніше: відсутність додаткових напружень у зоні швів, обумовлених місцевим вигином оболонки; велика вібраційна й ударна міцність швів; кращі умови контролю якості шва (просвічування рентгеном, гамма-променями і т.п.), менша маса котла.

Ковпаки цистерни мають малі розміри. У колишніх вітчизняних конструкціях цистерн, як і в цистернах деяких інших країн, ковпак призначався для розміщення вантажу, що збільшується в об'ємі при підвищенні температури. У багатьох цистернах останніх років будування, при наливі частина об'єму котла (2 %) залишається незаповненою для забезпечення температурного розширення вантажу. Випробування показали, що неповне заповнення котла не погрожує міцності цистерни й безпеці руху поїздів. Подібний принцип завантаження котла й устаткування цистерн малими ковпаками в останні роки застосовується також на залізницях США і західноєвропейських країн.

Горловини люків закриваються кришками, що закріплюються вісьма відкидними болтами кожна. Кришки шарнірно кріпляться до кронштейнів, відносно яких вони поверталися при відкриванні.

Для полегшення й прискорення зливально-наливних операцій розроблена швидкоз'ємна кришка ригельного типу. Вона складається з кришки, ригеля і відкидного болта. З однієї сторони ригель шарнірно за допомогою валика з'єднаний із кронштейном, що приварений безпосередньо до котла; з іншої сторони він затискається за допомогою гайки з рукоятками аж до упору середньої частини ригеля у кришку. Ковпак, прикріплений до гайки, охороняє різьблен болта від механічних ушкоджень.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						18
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

1.4 Будова універсальних зливних пристроїв

Універсальний зливний прилад (рис. 9) цистерн загального призначення служить для зливу вантажу з котла, а при необхідності - для наливу продукту знизу за допомогою насоса.

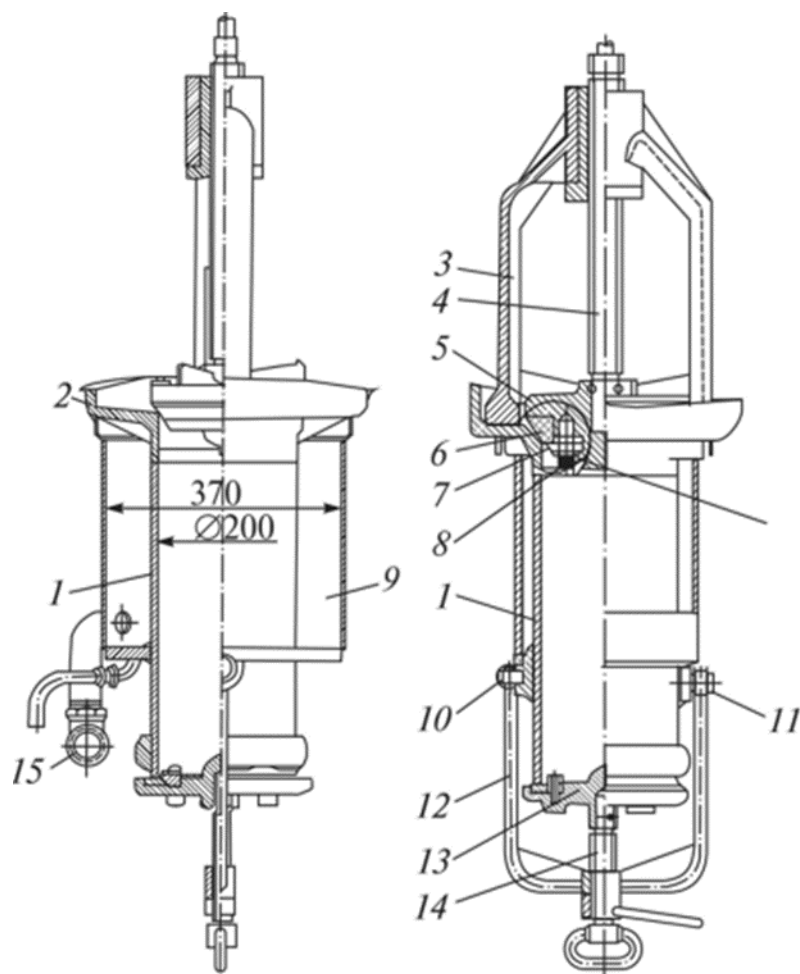


Рисунок 9 – Універсальний зливний прилад сторої конструкції

Зливний пристрій кріпиться до нижнього листа середньої частини котла. Злив проводиться через патрубок 7, приварений до сидла клапана 2. Прилад має штангу 4, клапан 5, кришку 13 із запірним пристроєм 14. Відкриття і закриття клапана здійснюються обертанням коміра, з'єданого зі штангою 4. У неробочому положенні комірець повинен бути опущен -Лаза. Перед зливом кришка із запірним пристроєм повинна бути відведена убік та підвішена на гачку. Прилад має патрубок 15 для подачі пари або гарячої води порожнину 9 для розігріву

									Арк.
									19
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	041.180550.01.ВКР.ПЗ				

вантажу в приладі. Штанга з різьбленням переміщається в гайці, привареної до стійок 3, і з'єднана з клапаном 5 шпилькою. Кришка 13 і клапан 5 мають гумові (у цистерн для бітуму - мідні) кільця ущільнювачів, які утримуються спеціальними шпильками 8 і кільцем 7 (для верхнього клапана).

В даний розроблено новий тип декількох видів зливних пристроїв. Це потрібно для того щоб забезпечити вантаж від витікання в разі непередбачуваних ситуацій

Так підприємство «Сплав-Модернізація» випускає зливний пристрій із трьома запірними елементами (рис. 10, а): кульовим краном, дисковим поворотним клапаном та типовою кришкою.

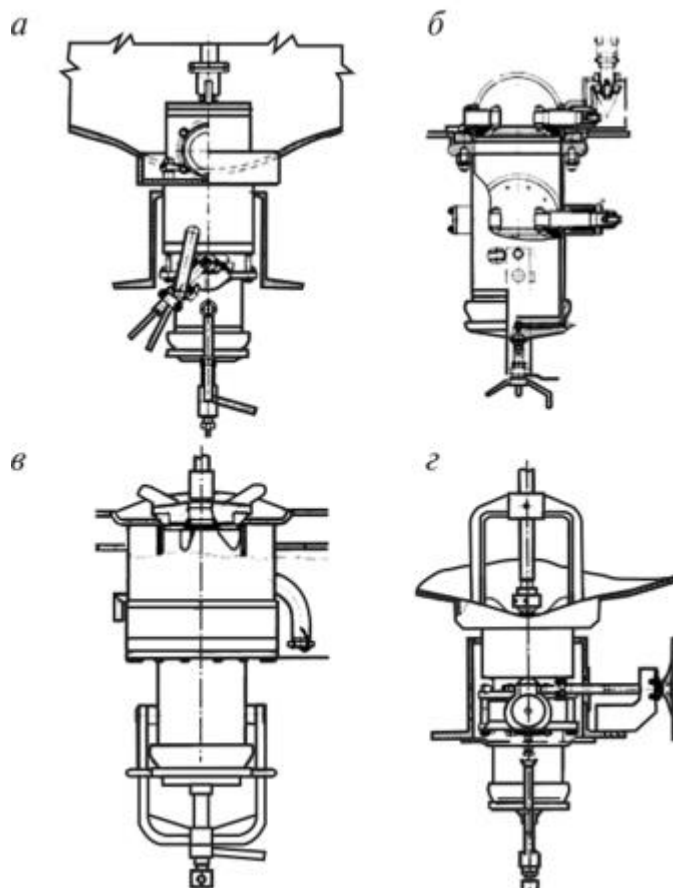


Рисунок 10 – Нові конструкції зливних пристроїв

Кульовий кран (рис. 10, а), розміщений у внутрішній порожнині котла, має два вхідні та один вихідний отвір. Керування краном здійснюється через штангу і рукоятку, що відкидається, що знаходиться в горловині люка-лаза. Як перший додатковий запірний орган застосовано спеціальний дисковий поворотний

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		20

клапан, розташований усередині зливного патрубку в зоні між вертикальними стінками хребтової балки цистерни. Управління положенням дискового поворотного клапана здійснюється за допомогою рукоятки, розташованої нижче хребтової балки.

Конструкція другого додаткового клапана виконана типовою.

Зливний пристрій виробництва ЦКБА (м. Санкт-Петербург) відрізняється тим, що дисковий затвор приводиться в дію конічним редуктором (рис. 10 б). Конструкція зливного пристрою підприємства «Азовмаш» (рис. 10, в) загалом повторює конструкцію універсального зливного приладу. Як додатковий запірний орган використаний дисковий поворотний клапан з черв'ячною передачею.

Зливний пристрій виробництва «Рухіммаш» (рис. 10 г) складається з трьох послідовно встановлених затворів. Основний та другий додатковий затвори відповідають універсальному зливному пристрою. Конструкція першого додаткового затвора аналогічна основному, але обладнана приводом як важільної передачі.

Аналізуючи результати випробувань зливних пристроїв є наступні основні напрями їх удосконалення:

- модернізація з'єднання зливного пристрою з обичайкою котла з метою покращення міцності;
- Виключення верхнього приводу основного запірного клапана;
- Використання швидкодіючих елементів для скорочення часу розвантаження;
- Використання сучасних матеріалів для ущільнювальних кілець з матеріалів, стійких до впливу вантажів, що перевозяться;
- модернізація додаткових затворів для забезпечення можливості розігріву вантажу та пропарювання цистерн;
- Впровадження заходів, що запобігають втраті герметичності котла в аварійних ситуаціях.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		21

2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРМЕТРІВ ВАГОНА - ЦИСТЕРНИ

2.1 Розрахунок сил, які діють на вагон

Вагон під час експлуатації піддаються дії статичних і динамічних навантажень. Статичні навантаження, основним з яких є власна маса (тара), маса перевізного вантажу, тиск на стіни сипучих вантажів і гідравлічний тиск рідини, - діють на вагон, який знаходиться в стані спокою. Під час руху вагон піддається, крім того, динамічним навантаженням. До них відносяться зусилля, передані ударно-тяговими пристроями (автозчіп), сили взаємодії між ходовими частинами і верхньою будовою колії, сили інерції при гальмуванні, а також навантаження, що виникають результати коливального руху обресорених частин вагону.

Всі навантаження, які враховують в розрахунках вагонів на міцність поділяють на наступні: вертикальні, повздовжні та поперечні.

Вертикальні сили:

- статична сила:

$$P_{cm} = (T + P) \cdot g; \quad (1)$$

$$P_{ст} = (28 + 72) \cdot 9,81 = 981(\text{кН})$$

- динамічна сила:

$$P_{\partial} = P_{cm} \cdot k_{\partial}; \quad (2)$$

де k_{∂} - коефіцієнт, який враховує динамічний вплив на вагон;

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		22

$$k_{\partial} = \frac{\bar{k}_{\partial\partial}}{\beta} \sqrt{\frac{4}{\pi} \ln \frac{1}{1 - P(k_{\partial\partial})}}; \quad (3)$$

де $\beta = 1,13$ – параметр розподілення і визначається відповідно до експериментальних даних;

$P(k_{\partial\partial}) = 0,97$ – допустиме навантаження;

$\bar{k}_{\partial\partial}$ – середній коефіцієнт динаміки, який визначається за формулою:

$$\bar{k}_{\partial\partial} = a + \frac{n+2}{2n} \cdot 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{V-15\text{м/с}}{f_{cm}}; \quad (4)$$

де a – коефіцієнт, який враховує степінь обресореності деталі вагону;

$a = 0,05$ – для кузова і деталей, які кріпляться до нього;

$a = 0,1$ – для обресорених елементів візка;

$a = 0,15$ – для необресорених елементів візка.

$V = 25(\text{м/с})$ – конструктивна швидкість руху вантажного вагону;

f_{cm} – статичний прогин ресорного підвішування, для вантажного вагону

приймаємо $f_{cm} = 0,052(\text{м})$;

n – кількість осей у візку, $n = 2$.

$$\text{а) } \bar{k}_{\partial\partial} = 0,05 + 1 \cdot 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{25-15}{0,052} = 0,119;$$

$$k_{\partial} = \frac{0,119}{1,13} \cdot \sqrt{\frac{4}{3,14} \ln \frac{1}{1-0,97}} = 0,22.$$

$$\text{б) } \bar{k}_{\partial\partial} = 0,1 + 1 \cdot 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{25-15}{0,052} = 0,169;$$

$$k_{\partial} = \frac{0,169}{1,13} \cdot 2,11 = 0,316.$$

						Арк.
					041.180550.01.ВКР.ПЗ	23
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$в) \bar{k}_{\partial\partial} = 0,15 + 0,095 = 0,219;$$

$$k_{\partial} = \frac{0,219}{1,13} \cdot 2,11 = 0,409.$$

Вибираємо коефіцієнт k_{∂} для кузова і деталей – 0,22.

$$P_{\partial} = 590,56 \cdot 0,22 = 129,92 \text{ (кН)}.$$

- інерційна сила:

$$P_{in} = 0,2 \cdot P_{cm}; \quad (5)$$

$$P_{in} = 0,2 \cdot 590,56 = 118,11 \text{ (кН)}.$$

Повздовжня сила, що виникає при гальмуванні, направлені вздовж вагону протилежно активним силам, що їх викликають.

До повздовжніх сил також відноситься стискаючі і розтягуючі (ударно-тягові) зусилля, які виникають внаслідок поїзної та маневрової роботи вагону при різних режимах руху.

Знаходимо сумарну силу:

$$H = H_{\partial} + H_{\partial in}; \quad (6)$$

де H_{∂} – відцентрова сила:

$$H_{\partial} = 0,075 \cdot P_{cm}; \quad (7)$$

$$H_{\partial} = 0,075 \cdot 981 = 73,575 \text{ (кН)}$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						24
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$H_{\text{вiт}}$ – вітрове навантаження:

$$H_{\text{вiт}} = F \cdot \omega; \quad (8)$$

де ω – сила тиску вітру; $\omega = 500 \text{ Па}$;

F – площа бокової поверхні вагона, де F визначається за формулою:

$$F = D \cdot L_{\text{котла}}; \quad (9)$$

де D – діаметр котла цистерни, $D = 3000 \text{ мм}$;

$L_{\text{котла}}$ – довжина котла, $L_{\text{котла}} = 10770 \text{ мм}$;

$$F = 3 \cdot 10,770 = 32,31 (\text{м}^2)$$

$$H_{\text{вiт}} = 32,31 \cdot 500 = 16155 (\text{Н}) = 16,155 (\text{кН})$$

$$H = 73,575 + 16,155 = 89,73 (\text{кН})$$

Знаходимо бокову силу:

$$P_{\sigma} = \frac{H_{\sigma} \cdot h_{\text{ц.м}} + H_{\text{вiт}} \cdot h_{\text{г.ц}}}{m_0 \cdot 2b_2}; \quad (10)$$

де $h_{\text{ц.м}}$ – відстань від осі колісної пари до центру маси;

$h_{\text{г.ц}}$ – відстань від осі колісної пари до геометричного центру;

m_0 – кількість осей у вагоні;

$2b_2$ – відстань між центрами буксових вузлів, $2b_2 = 2,036 \text{ м}$.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						25
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$P_6 = \frac{73,575 \cdot 1,7 + 16,155 \cdot 1,7}{4 \cdot 2,036} = 18,73(\text{кН})$$

2.2 Ескізний розрахунок рами цистерни

Розрахунок рами на поперечне навантаження при I розрахунковому режимі поперечне навантаження складає 3,5 МН. У поперечному перерізі розглядаємо два швелери з верхньою і нижньою пластинами (рис 11.).

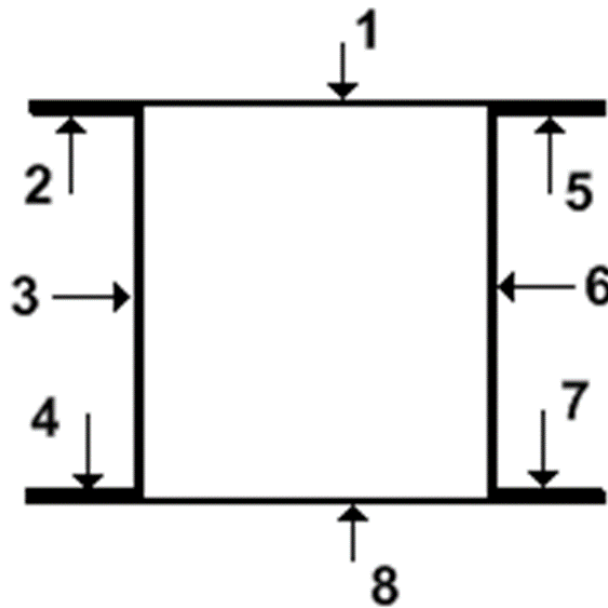


Рисунок 11 - Поперечний переріз хребтової балки вконсольній частині

Знаходимо площі відповідних перерізів для верхньої пластини (листа, нижнього листа та швелерів) :

$$F_{пл}^{вер} = 8 \cdot 510 = 4080 (\text{мм}^2) = 40,8 (\text{см}^2)$$

$$F_{пл}^{ниж} = 10 \cdot 510 = 5100 (\text{мм}^2) = 51 (\text{см}^2)$$

$$F_{шв} = 300 \cdot 100 = 30000 (\text{мм}^2) = 300 (\text{см}^2)$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		26

Знаходимо загальну площу пернрізу:

$$F_{заг} = 2F_{шв} + F_{пл}^{вер} + F_{пл}^{ниж} \quad (11)$$

$$F_{заг} = 2 \cdot 300 + 40,8 + 51 = 691,8 \text{ (см}^2\text{)}$$

Визначаємо розрахункове напруження:

$$\frac{N}{F_{заг}} \leq [\sigma] \quad (12)$$

де, N – поперечна сила, $N = 3,5$ МН;

$[\sigma]$ – допустиме напруження, $[\sigma] = 180 \dots 245$ МПа.

$$\frac{3,5 \cdot 10^3}{691,8} = 5,06 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 50,6 \text{ МПа} < 180 \text{ МПа}$$

Висновок з цього приблизного розрахунку можна наступний - оскільки розрахункове напруження не перевищує допустиме значення, тому вибираємо такий швелер. Матеріал рами – 09Г2Д. $[\sigma] = 180 \dots 245$ МПа. Умова виконується.

2.3 Ескізний розрахунок котла цистерни

Дослідження котла цистерни на дію експлуатаційних навантажень

Вхідні дані: цистерни: $R_{вант} = 72$ т; $T = 28$ т; $2L_k = 10,77$ м; $2l = 7,8$ м; $R_{вн} = 2,98$ м; $R_{дн} = 2,5$ м; $h_{кот} = 11$ мм; $h_{дн} = 10$ мм; $r_p = 0,15$ МПа; $r_k = 0,4$ МПа; $N_p = 1$ МН; $N_c = -1$ МН; матеріал котла цистерни – сталь марки 10ХНДП.

Всі розрахунки робимо виходячи з наступних розрахункових схем, які приведені на рис. 12.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						27
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

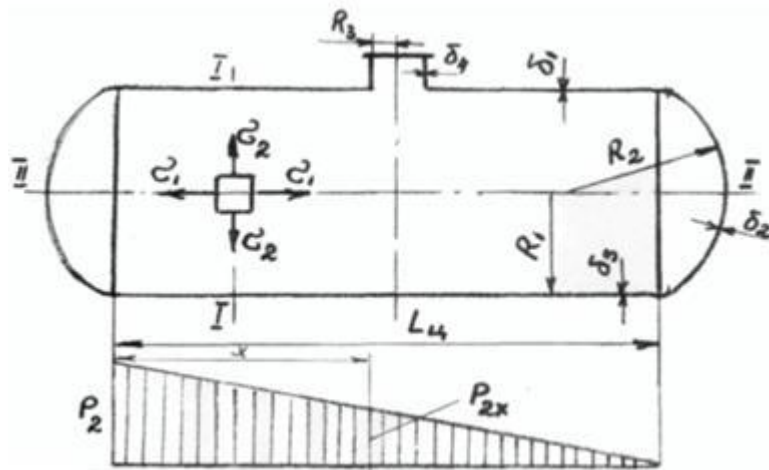


Рисунок 12 – Розрахункова схема котла універсальної цистерни

Оцінка напруженого стану котла в поперечному перерізі

Вертикальні навантаження, що діють на котел:

$$q = \frac{(P_{вант} + T - 2P_{віз})}{2L_k} \cdot g; \quad (13)$$

де $P_{вант}$ – вантажопідйомність цистерни, т;

T – тара цистерни, т;

$P_{віз}$ – сила ваги вантажного візка, $P_{віз} = 4,65$ т

$2L_k$ – довжина циліндричної частини котла, м.

$$q = \frac{(72+28-2 \cdot 4,65)}{10,77} \cdot 9,81 = 82,61(\text{кН/м})$$

Визначаємо реакцію опор:

$$R = \frac{q \cdot 2L_k}{2}; \quad (14)$$

$$R = \frac{82,61 \cdot 10,77}{2} = 444,88(\text{кН})$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		28

Визначаємо згинальні моменти, що виникають у розрахункових перерізах кузова від рівномірно розподіленого навантаження:

- над опорами

$$M_1 = -\frac{q \cdot n_k^2}{2}; \quad (15)$$

- посередині кузова

$$M_3 = -\frac{q \cdot L_k^2}{2} + R \cdot l; \quad (16)$$

де n_k – довжина консольної частини кузова, м;

$$n_k = \frac{2L_k - 2l}{2}; \quad (17)$$

$$n_k = \frac{10,77 - 7,8}{2} = 1,48(\text{м})$$

$$M_1 = -\frac{82,61 \cdot 1,48^2}{2} = -90,47(\text{кН} \cdot \text{м})$$

$$M_3 = -\frac{82,61 \cdot 5,38^2}{2} + 386,48 \cdot 3,9 = 311,72(\text{кН} \cdot \text{м})$$

Визначаємо напруження від вертикальних навантажень у розрахункових перетинах кузова для III розрахункового режиму:

- у перерізі I-I

$$\sigma_{q1} = \mp \frac{1,1 \cdot M_1 \cdot (1 + k_{ог}) \cdot 10^{-3}}{I_{кот}} \cdot R_{зовн}; \quad (18)$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		29

- у перерізі III-III

$$\sigma_{q3} = \bar{\pi} \frac{1,1 \cdot M_3 \cdot (1 + k_{\text{дв}}) \cdot 10^{-3}}{I_{\text{кот}}} \cdot R_{\text{зовн}}; \quad (19)$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує дію відцентрового та вітрового навантажень;

кдв – коефіцієнт вертикальної динаміки;

$$k_{\text{дв}} = \frac{\overline{k_{\text{дв}}}}{\beta} \cdot \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \ln \frac{1}{1 - p(k_{\text{дв}})}}; \quad (20)$$

де β – параметр розподілу, для вантажних вагонів $\beta = 1,13$;

$p(k_{\text{дв}})$ – довірна ймовірність, при оцінці міцності вагонів за допустимими напруженнями, $p(k_{\text{дв}}) = 0,97$;

$\overline{k_{\text{дв}}}$ – середнє ймовірне значення коефіцієнта вертикальної динаміки;

$$\overline{k_{\text{дв}}} = a + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot b \cdot \frac{v - 15}{f_{\text{cm}}}; \quad (21)$$

де a – коефіцієнт, що залежить від ступеня обресореності вузла візка або деталі, для кузова $a = 0,05$;

b – коефіцієнт, що враховує вплив кількості осей візка n під одним кінцем вагона;

$$b = \frac{n + 2}{2n}; \quad (22)$$

$$b = \frac{4 + 2}{2 \cdot 4} = 0,75.$$

v – розрахункова швидкість руху, для вантажних вагонів, $v = 25$ м/с;

						Арк.
					041.180550.01.ВКР.ПЗ	30
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$f_{ст}$ – статичний прогин ресорного підвішування, для вантажних вагонів
 $f_{ст} = 0,045 \dots 0,065$ м;

$I_{кот}$ – момент інерції котла, м⁴;

$$I_{кот} = \frac{\pi}{64} \cdot (D_{зовн}^4 - D_{вн}^4); \quad (23)$$

де $D_{зовн}$ – зовнішній діаметр котла, м;

$D_{вн}$ – внутрішній діаметр котла, м.

$$\overline{k_{ос}} = 0,05 + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 0,75 \cdot \frac{25-15}{0,05} = 0,104;$$

$$k_{ос} = \frac{0,104}{1,13} \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot \ln \frac{1}{1-0,97}} = 0,195;$$

$$I_{кот} = \frac{3,14}{64} \cdot (3,02^4 - 3^4) = 0,1(\text{м}^4)$$

$$\sigma_{q1} = \mp \frac{1,1 \cdot 90,47 \cdot (1 + 0,195) \cdot 10^{-3}}{0,1} \cdot 3 = \mp 3,56(\text{МПа})$$

$$\sigma_{q3} = \mp \frac{1,1 \cdot 311,72 \cdot (1 + 0,195) \cdot 10^{-3}}{0,1} \cdot 3 = \mp 12,29(\text{МПа})$$

Розрахунок величини тиску, створюваного гідравлічним ударом вантажу в ліве днище в розрахункових перерізах котла цистерни:

- у зоні днища

$$P_{Идн} = N_{I(III)} \cdot \frac{P_{вант}}{P_{бр.ц}} \cdot \frac{1}{\pi \cdot R_{вн}^2}; \quad (24)$$

						Арк.
						31
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	041.180550.01.ВКР.ПЗ	

- над опорами

$$p_{И_1} = p_{И_{дн}} \cdot \frac{2L_k - n_k}{2L_k}; \quad (25)$$

- у середині котла

$$p_{И_3} = 0,5 \cdot p_{И_{ов}}; \quad (26)$$

де NI(III) – норми поздовжніх зусиль, що приймаються в розрахунках по I, III режимах, NI = 3,5 МН; NIII = 1,0 МН;

Rбр.ц – сила ваги бруто цистерни, т, Rбр.ц = Rвант + T;

Rвн – внутрішній радіус котла цистерни, м.

$$p_{И_{дн}} = 1 \cdot \frac{72}{100} \cdot \frac{1}{3,14 \cdot 2,98^2} = 0,025(\text{МПа})$$

$$p_{И_1} = 0,025 \cdot \frac{10,77 - 1,48}{10,77} = 0,021(\text{МПа})$$

$$p_{И_1} = 0,5 \cdot 0,021 = 0,0107(\text{МПа})$$

Визначаємо сумарний розрахунковий тиск у перерізах котла цистерни:

- у зоні днища

$$p_{дн} = p_{п} + p_{И_{дн}}; \quad (27)$$

- над опорами

$$p_1 = p_{п} + p_{И_1}; \quad (28)$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		32

- у середині котла

$$p_3 = p_{II} + p_{II_3}; \quad (29)$$

$$p_{дн} = 0,15 + 0,025 = 0,175(\text{МПа})$$

$$p_1 = 0,15 + 0,021 = 0,17(\text{МПа})$$

$$p_3 = 0,15 + 0,0107 = 0,1607(\text{МПа})$$

Знаходимо мембранні напруження, що виникають у матеріалі котла від внутрішнього тиску:

- у зоні днища

$$\sigma_{\text{мемб.дн}} = \frac{P}{S} = \frac{p_{дн} \cdot \pi R_{дн}^2}{2\pi R_{дн} \cdot h_{дн}} = \frac{p_{дн} \cdot R_{дн}}{2h_{дн}}; \quad (30)$$

- над опорами

$$\sigma_{\text{мемб.1}} = \frac{p_1 \cdot R_{вн}}{2h_{кот}}; \quad (31)$$

- у середині котла

$$\sigma_{\text{мемб.3}} = \frac{p_3 \cdot R_{вн}}{2h_{кот}}; \quad (32)$$

де $R_{дн}$ – радіус стінки днища, м;

$h_{дн}$ – товщина стінки днища, м;

$h_{кот}$ – товщина стінки котла, м.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		33

$$\sigma_{\text{мемб.дн}} = \frac{0,175 \cdot 2,5}{2 \cdot 0,01} = 21,87(\text{МПа})$$

$$\sigma_{\text{мемб.1}} = \frac{0,171 \cdot 2,98}{2 \cdot 0,011} = 23,16(\text{МПа})$$

$$\sigma_{\text{мемб.3}} = \frac{0,1607 \cdot 2,98}{2 \cdot 0,011} = 21,76(\text{МПа})$$

Визначаємо сумарні напруження, що виникають у матеріалі котла від дії вертикальних навантажень і внутрішніх тисків:

- у зоні днища

$$\sigma_{\Sigma \text{дн}} = \sigma_{\text{мемб.дн}} \leq [\sigma_{I(III)}]; \quad (33)$$

- над опорами

$$\sigma_{\Sigma 1} = \sigma_{q1} + \sigma_{\text{мемб.1}} \leq [\sigma_{I(III)}]; \quad (64)$$

- у середині котла

$$\sigma_{\Sigma 3} = \sigma_{q3} + \sigma_{\text{мемб.3}} \leq [\sigma_{I(III)}]; \quad (35)$$

де $[\sigma I]$ і $[\sigma III]$ – допустимі напруження по I і III розрахунковими режимами.

$$\sigma_{\Sigma \text{дн}} = 21,87 \text{ МПа} \leq [240] \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\Sigma 1} = 3,56 + 23,16 = \begin{cases} 19,6 \text{ МПа} \\ 26,72 \text{ МПа} \end{cases}$$

$$\sigma_{\Sigma 3} = 12,29 + 21,76 = \begin{cases} 9,47 \text{ МПа} \\ 34,05 \text{ МПа} \end{cases}$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		34

Напружений стан котла в повздовжньому перерізі:

$$\sigma_{\text{мемб. прод}} = \frac{P}{S} = \frac{p \cdot R_{\text{вн}}}{h_{\text{кот}}}; \quad (36)$$

$$\sigma_{\text{мемб. прод}} = \frac{0,15 \cdot 2,98}{0,011} = 40,63(\text{МПа})$$

Визначаємо мембранні напруження, що виникають у матеріалі котла від внутрішнього тиску в поздовжніх площадках:

- у зоні днища

$$\sigma_{\text{мемб. прод}_{\text{дн}}} = \frac{p_{\text{дн}} \cdot R_{\text{вн}}}{h_{\text{кот}}} \leq [\sigma_{I(III)}]; \quad (37)$$

- над опорами

$$\sigma_{\text{мемб. прод}_1} = \frac{p_1 \cdot R_{\text{вн}}}{h_{\text{кот}}} \leq [\sigma_{I(III)}]; \quad (38)$$

- у середині котла

$$\sigma_{\text{мемб. прод}_3} = \frac{p_3 \cdot R_{\text{вн}}}{h_{\text{кот}}} \leq [\sigma_{I(III)}]. \quad (39)$$

$$\sigma_{\text{мемб. прод}_{\text{дн}}} = \frac{0,175 \cdot 2,98}{0,011} = 47,09(\text{МПа})$$

$$\sigma_{\text{мемб. прод}_1} = \frac{0,171 \cdot 2,98}{0,011} = 46,32(\text{МПа})$$

						Арк.
					041.180550.01.ВКР.ПЗ	35
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$\sigma_{\text{мемб.продз}} = \frac{0,1607 \cdot 2,98}{0,011} = 43,53(\text{МПа})$$

Перевірка запасу стійкості циліндричної оболонки

Перевірка запасу стійкості циліндричної оболонки від зовнішнього тиску при розрядженні в котлі:

$$n = \frac{p_k}{p_p}; \quad (40)$$

де p_p – розрахункова величина зовнішнього тиску ($p_p = 0,05$ МПа);

p_k – критичний тиск, тобто мінімальний тиск, при якому відбувається втрата стійкості оболонки котла;

$$p_k = E \cdot \left(\frac{h_{\text{кот}}}{R_{\text{вн}}} \right)^2 / \left(0,83 + 1,1 \cdot \frac{2L_k}{R_{\text{вн}}} \cdot \sqrt{\frac{R_{\text{вн}}}{h_{\text{кот}}}} \right); \quad (41)$$

де E – модуль пружності матеріалу оболонки котла, для сталеві оболонки $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

$$p_k = 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{\left(\frac{0,011}{2,98} \right)^2}{\left(0,83 + 1,1 \cdot \frac{10,77}{2,98} \cdot \sqrt{\frac{2,98}{0,011}} \right)} = 0,004(\text{МПа})$$

$$n = \frac{0,004}{0,05} = 0,08$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		36

Обчислений запас стійкості n не перевищує допустимий за нормами розрахунку вагонів на міцність ($[n] < 1,05$).

2.4 Розрахунок проходження вагона- цистерни криві ділянки колії

Перевірка забезпечення автоматичного зчеплення вагона, що проектується, та «еталонного» вагона на ділянці спряження прямої та кривої виконується за формулою:

$$B \geq \frac{n \cdot (2l + n) l_{\text{віз}}^2}{2R} + \lambda; \quad (42)$$

де B – ефективна ширина захвату автозчепу, в метрах;

$2l$ – база вагона, що розглядається, в метрах;

n – довжина консолі від центру п'ятника до осі зчеплення автозчепу, що розглядається, в метрах;

$$n = \frac{L_a - 2l}{2}; \quad (43)$$

де L_a – довжина вагона, що розглядається, по осях зчеплення автозчепів, в метрах;

$l_{\text{віз}}$ – півбаза візка вагона, що розглядається, в метрах, для чотиривісних вантажних вагонів $2l_{\text{віз}} = 1,85 \text{ м}$; для восьмивісних вантажних вагонів $2l_{\text{віз}} = 3,2 \text{ м}$;

λ – додаткове поперечне відхилення центрів зчеплення автозчепів, $\lambda = 0,026 \text{ м}$;

R – розрахункові радіуси кривих ділянок колії кривих ділянок колії, в метрах.

Для прототипного вагона:

$$n = \frac{12,02 - 7,8}{2} = 2,11(\text{м})$$

Для еталонного вагона:

						Арк.
					041.180550.01.ВКР.ПЗ	37
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$B_1 = \frac{2,635 \cdot (8,65 + 2,635) - 0,856}{2 \cdot 135} + 0,026 = 0,13 \text{ м};$$

$$B_2 = \frac{2,635 \cdot (8,65 + 2,635) - 0,856}{2 \cdot 80} + 0,026 = 0,206 \text{ (м)};$$

$$B_3 = \frac{2,635 \cdot (8,65 + 2,635) - 0,856}{2 \cdot 120} + 0,026 = 0,146 \text{ (м)};$$

$$B_4 = \frac{2,635 \cdot (8,65 + 2,635) - 0,856}{2 \cdot 60} + 0,026 = 0,267 \text{ (м)}.$$

Для прототипного вагона:

$$B'_1 = \frac{2,11 \cdot (11,5 + 2,11) - 0,856}{2 \cdot 135} + 0,026 = 0,129 \text{ (м)};$$

$$B'_2 = \frac{2,11 \cdot (11,5 + 2,11) - 0,856}{2 \cdot 80} + 0,026 = 0,2 \text{ (м)};$$

$$B'_3 = \frac{2,11 \cdot (11,5 + 2,11) - 0,856}{2 \cdot 120} + 0,026 = 0,142 \text{ (м)};$$

$$B'_4 = \frac{2,11 \cdot (11,5 + 2,11) - 0,856}{2 \cdot 60} + 0,026 = 0,258 \text{ (м)}.$$

Ефективна ширина захвату автозчепу визначається за формулою:

$$B = B' [1,665 \cdot \sin(65^\circ - \beta_0) - 0,5]; \quad (44)$$

де B' - повна ширина захвату при паралельних осях корпусів автозчепів, що зчіплюються: для автозчепу СА-3 $B' = 0,175 \text{ м}$, для автозчепів СА-3М $B' = 0,2 \text{ м}$.

$$\beta_0 = \frac{l+n}{R} \cdot 57,3; \quad (45)$$

Для еталонного вагона:

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		38

$$\beta_1 = \frac{4,325 + 2,635}{135} \cdot 57,3 = 2,954^\circ;$$

$$\beta_2 = \frac{4,325 + 2,635}{80} \cdot 57,3 = 4,985^\circ;$$

$$\beta_3 = \frac{4,325 + 2,635}{120} \cdot 57,3 = 3,323^\circ;$$

$$\beta_4 = \frac{4,325 + 2,635}{60} \cdot 57,3 = 6,647^\circ.$$

Для прототипного вагона:

$$\beta_1' = \frac{5,75 + 2,11}{135} \cdot 57,3 = 3,336^\circ;$$

$$\beta_2' = \frac{5,75 + 2,11}{80} \cdot 57,3 = 5,63^\circ;$$

$$\beta_3' = \frac{5,75 + 2,11}{120} \cdot 57,3 = 3,753^\circ;$$

$$\beta_4' = \frac{5,75 + 2,11}{60} \cdot 57,3 = 7,506^\circ.$$

Для еталонного вагона:

$$B_1 = 0,175 [1,655 \cdot \sin(65^\circ - 2,954^\circ) - 0,5] = 0,168 \text{ (м)};$$

$$B_2 = 0,175 [1,655 \cdot \sin(65^\circ - 4,985^\circ) - 0,5] = 0,163 \text{ (м)};$$

$$B_3 = 0,175 [1,655 \cdot \sin(65^\circ - 3,323^\circ) - 0,5] = 0,167 \text{ (м)};$$

$$B_4 = 0,175 [1,655 \cdot \sin(65^\circ - 6,647^\circ) - 0,5] = 0,159 \text{ (м)}.$$

Для прототипного вагона:

$$B_1 = 0,175 [1,655 \cdot \sin(65^\circ - 3,336^\circ) - 0,5] = 0,167 \text{ (м)};$$

$$B_2 = 0,175 [1,655 \cdot \sin(65^\circ - 5,63^\circ) - 0,5] = 0,162 \text{ (м)};$$

$$B_3 = 0,175 [1,655 \cdot \sin(65^\circ - 3,753^\circ) - 0,5] = 0,166 \text{ (м)};$$

$$B_4 = 0,175 [1,655 \cdot \sin(65^\circ - 7,506^\circ) - 0,5] = 0,157 \text{ (м)}.$$

Розрахунок найбільшого зміщення повздовжньої осі вагону, яке виникає при русі зчеплених вагонів в S-подібній кривій радіусом $R = 120$ м.

У зчепленні з еталонним вагоном.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		39

За еталонний вагон приймають 4 - вісний напіввагон з такими характеристиками:

база вагону: $2l = 8,65$ м;

база візка: $2l_{в} = 1,85$ м;

довжина по осям зчеплення автозчіпок: $L = 12,02$ м.

Випробуваний вагон має такі характеристики:

база вагону: $2l = 7,8$ м

база візка: $2l'_{в} = 1,85$ м;

Кути відхилення осей автозчіпок:

а) еталонного вагону:

$$\beta = \arctg \frac{l + n_a + a}{R}; \quad (46)$$

б) випробовуваного вагону:

$$\beta' = \arctg \frac{l' + n'_a + a}{R'}; \quad (47)$$

де l та l' - півбазис вагонів, що зчеплені, в метрах;

n_a та n'_a - довжина консолей вагонів, що зчеплені, від центру п'ятника до центру шарніра хвостовика автозчепу, в метрах;

a - довжина корпусу автозчепу від центру шарніра хвостовика до осі зчеплення, для типових зчіпок СА-3 та СА-3М $a = 0,87$ м;

R та R' - розрахункові радіуси кривої, в метрах.

$$n_a = n - a; \quad (48)$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						40
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$n_a = 2,635 - 0,87 = 1,765 \text{ (м)};$$

$$n_a = 2,11 - 0,87 = 1,24 \text{ (м)};$$

$$\beta = \text{tag}^{-1} \frac{4,325 + 1,765 + 0,87}{120} = 3,32^\circ;$$

$$\beta' = \text{tag}^{-1} \frac{5,75 + 1,24 + 0,87}{120} = 3,75^\circ;$$

Кути відхилення автозчепів відносно горизонтальної осі:

$$\gamma = \arcsin \frac{b + b' + \xi}{2a}; \quad (49)$$

де ξ - додаткові взаємні відхилення шарнірів автозчепів у поперечному напрямку, в метрах;

b та b' - відхилення шарнірів автозчепів відносно горизонтальної осі.

Відхилення шарнірів автозчепів відносно горизонтальної осі розраховуються за формулами:

$$b = \frac{(2l + n_a) \cdot n_a - l_{\text{виз}}^2 - a^2}{2R}; \quad b' = \frac{(2l' + n'_a) \cdot n'_a - (l'_{\text{виз}})^2 - a^2}{2R'}; \quad (50)$$

де $l_{\text{виз}}^2 = 0,925^2 = 0,86 \text{ м}$;

$$(l'_{\text{виз}})^2 = (l'_{\text{виз}2})^2 + (l'_{\text{виз}4})^2 = 0,925^2 + 0,925^2 = 1,71 \text{ м} - \text{сума півбази зчеплених вагонів.}$$

$$b = \frac{(8,65 + 1,765) \cdot 1,765 - 0,86 - 0,87^2}{2 \cdot 120} = 0,07 \text{ (м)};$$

$$b' = \frac{(11,5 + 1,24) \cdot 1,24 - 1,71 - 0,87^2}{2 \cdot 120} = 0,06 \text{ (м)}.$$

де $\xi = 0,002 \text{ м}$ - вибираємо з таблиці;

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		41

$$\gamma = \arcsin \frac{0,07 + 0,06 + 0,002}{2 \cdot 0,87} = 4,35^\circ;$$

Визначаємо кут поперечного відхилення поздовжньої осі автозчепу від осі вагону:

$$\alpha = \beta + \gamma; \quad \alpha' = \beta' + \gamma; \quad (51)$$

$$\alpha = 3,32^\circ + 4,35^\circ = 7,67^\circ; \quad \alpha' = 3,75^\circ + 4,35^\circ = 8,1^\circ.$$

Точка перетину координат α та α' знаходиться в середні обмежувального контуру для пари вагонів з розетками вантажного типу. Проходження кривої забезпечується.

Знаходимо розрахункову ширину вікна розетки:

$$2B = 2 \cdot \left(a_m \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{B_x}{\cos \alpha} \right); \quad (52)$$

де $2B$ – розрахункова ширина вікна розетки автозчепу згідно з вимогами вона повинна бути не менше 240 мм;

a_m – відстань від центру повороту корпусу автозчепу до зовнішньої площини кінцевої (буферної) балки рами вагона, $a_m = 285$ мм;

B_x – півширина хвостовика корпусу автозчепу в перетині, що співпадає з зовнішньою площиною кінцевої балки рами, $2B_x = 170$ мм.

$$2B = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 7,67 + \frac{85}{\cos 7,67} \right) = 248,3 \text{ (мм)};$$

$$2B' = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 8,1 + \frac{85}{\cos 8,1} \right) = 252,84 \text{ (мм)}.$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		42

Ширина вікна розетки забезпечується.

Перевірка проходження по ділянці S – подібної кривої радіусом $R = 120$ м у зчепі з одностипними вагонами.

Кут відхилення осей автозчіпок:

$$\beta = \beta' = \tan^{-1} \frac{5,75 + 1,24 + 0,87}{120} = 3,75^\circ;$$

Відхилення шарнірів автозчепів відносно горизонтальної осі:

$$b = b' = \frac{(11,5 + 1,24) \cdot 1,24 - 1,71 - 0,87^2}{2 \cdot 120} = 0,06 \text{ (м)};$$

Кути відхилення автозчіпок відносно горизонтальної осі:

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{2 \cdot 0,06 + 0,043}{2 \cdot 0,87} = 5,375^\circ;$$

Визначаємо кут поперечного відхилення поздовжньої осі автозчепу від осі вагону:

$$\alpha = \alpha' = 3,75^\circ + 5,375^\circ = 9,125^\circ.$$

Точка перетину координат α та α' знаходиться в середні обмежувального контуру для пари вагонів з розетками вантажного типу. Проходження кривої забезпечується.

Знаходимо розрахункову ширину вікна розетки:

$$2B = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 9,125 + \frac{85}{\cos 9,125} \right) = 263,733 \text{ (мм)}.$$

Ширина вікна розетки забезпечується.

Розрахунок найбільшого зміщення поздовжньої осі вагону, яке виникає при русі зчеплених вагонів в S – подібній кривій радіусами $R = 80$ м.

Кут відхилення осей автозчіпок:

$$\beta = \tan^{-1} \frac{4,325 + 1,765 + 0,87}{80} = 4,972^\circ;$$

$$\beta' = \tan^{-1} \frac{5,75 + 1,24 + 0,87}{80} = 5,6^\circ.$$

Відхилення шарнірів автозчепів відносно горизонтальної осі:

$$b = \frac{(8,65 + 1,765) \cdot 1,765 - 0,86 - 0,87^2}{2 \cdot 80} = 0,105 \text{ (м)};$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		43

$$b' = \frac{(11,5+1,24) \cdot 1,24 - 1,71 - 0,87^2}{2 \cdot 80} = 0,08 \text{ (м)}.$$

Кути відхилення автозчіпок відносно горизонтальної осі:

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{0,105 + 0,08 + 0,002}{2 \cdot 0,87} = 6,169^\circ.$$

Визначаємо кут поперечного відхилення поздовжньої осі автозчепу від осі вагону:

$$\alpha = 4,972^\circ + 6,169^\circ = 11,14^\circ;$$

$$\alpha' = 5,6^\circ + 6,169^\circ = 11,769^\circ.$$

Точка перетину координат α та α' не знаходиться в середні обмежувального контуру для пари вагонів з розетками вантажного типу. Проходження кривої не забезпечується.

Знаходимо розрахункову ширину вікна розетки:

$$2B = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 11,14 + \frac{85}{\cos 11,14} \right) = 285,5 \text{ (мм)};$$

$$2B' = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 11,769 + \frac{85}{\cos 11,769} \right) = 292,41 \text{ (мм)}.$$

Ширина вікна розетки забезпечується.

Перевірка проходження по ділянці S – подібної кривої радіусом R = 80 м, у зчепі з однотипним вагонами.

Кут відхилення осей автозчіпок:

$$\beta = \beta' = \tan^{-1} \frac{5,75 + 1,24 + 0,87}{80} = 5,611^\circ;$$

Відхилення шарнірів автозчепів відносно горизонтальної осі:

$$b = b' = \frac{(11,5+1,24) \cdot 1,24 - 1,71 - 0,87^2}{2 \cdot 80} = 0,083 \text{ (м)};$$

Кути відхилення автозчіпок відносно горизонтальної осі:

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{2 \cdot 0,083 + 0,043}{2 \cdot 0,87} = 6,9^\circ;$$

Визначаємо кут поперечного відхилення поздовжньої осі автозчепу від осі вагону:

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		44

$$\alpha = \alpha' = 5,611^\circ + 6,9^\circ = 12,511^\circ.$$

Точка перетину координат α та α' знаходиться в середні обмежувального контуру для пари вагонів з розетками вантажного типу. Проходження кривої забезпечується.

Знаходимо розрахункову ширину вікна розетки:

$$2B = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 12,511 + \frac{85}{\cos 12,511} \right) = 300,62 \text{ (мм)}.$$

Ширина вікна розетки забезпечується.

Перевірка проходження по ділянці S – подібної кривої радіусами $R_1 = 80 \text{ м}$, $R_2 = 120 \text{ м}$.

Кут відхилення осей автозчіпок:

$$\beta = \tan^{-1} \frac{5,75 + 1,24 + 0,87}{80} = 5,611^\circ;$$

$$\beta' = \tan^{-1} \frac{5,75 + 1,24 + 0,87}{120} = 3,75^\circ.$$

Відхилення шарнірів автозчепів відносно горизонтальної осі:

$$b = \frac{(11,5 + 1,24) \cdot 1,24 - 1,71 - 0,87^2}{2 \cdot 80} = 0,08 \text{ (м)};$$

$$b' = \frac{(11,5 + 1,24) \cdot 1,24 - 1,71 - 0,87^2}{2 \cdot 120} = 0,06 \text{ (м)}.$$

Кути відхилення автозчіпок відносно горизонтальної осі:

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{0,08 + 0,06 + 0,032}{2 \cdot 0,87} = 5,67^\circ.$$

Визначаємо кут поперечного відхилення поздовжньої осі автозчепу від осі вагону:

$$\alpha = 5,611^\circ + 5,67^\circ = 11,281^\circ;$$

$$\alpha' = 3,75^\circ + 5,67^\circ = 9,42^\circ.$$

Точка перетину координат α та α' не знаходиться в середні обмежувального контуру для пари вагонів з розетками вантажного типу. Проходження кривої не забезпечується.

Знаходимо розрахункову ширину вікна розетки:

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		45

$$2B = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 11,281 + \frac{85}{\cos 11,281} \right) = 287,05 \text{ (мм)};$$

$$2B' = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 9,42 + \frac{85}{\cos 9,42} \right) = 266,89 \text{ (мм)}.$$

Ширина вікна розетки забезпечується.

Перевірка проходження по ділянці спряження прямої та кривої радіусом $R = 135$ м, у зчепі з однотипним вагонами.

Кут відхилення осей автозчіпок:

$$\beta = \beta' = \tan^{-1} \frac{5,75 + 1,24 + 0,87}{135} = 3,33^\circ;$$

Відхилення шарнірів автозчепів відносно горизонтальної осі:

$$b = b' = \frac{(11,5 + 1,24) \cdot 1,24 - 1,71 - 0,87^2}{2 \cdot 135} = 0,049 \text{ (м)};$$

Кути відхилення автозчіпок відносно горизонтальної осі:

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{2 \cdot 0,049 + 0,032}{2 \cdot 0,87} = 4,28^\circ;$$

Визначаємо кут поперечного відхилення поздовжньої осі автозчепу від осі вагону:

$$\alpha = \alpha' = 3,33^\circ + 4,28^\circ = 7,61^\circ.$$

Точка перетину координат α та α' знаходиться в середні обмежувального контуру для пари вагонів з розетками вантажного типу. Проходження кривої забезпечується.

Знаходимо розрахункову ширину вікна розетки:

$$2B = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 7,61 + \frac{85}{\cos 7,61} \right) = 247,66 \text{ (мм)}.$$

Ширина вікна розетки забезпечується.

Перевірка проходження по ділянці спряження прямої та кривої радіусами $R1 = 135$ м у зчепі з еталонним вагоном.

Кут відхилення осей автозчіпок:

$$\beta = \tan^{-1} \frac{4,325 + 1,765 + 0,87}{135} = 2,95^\circ;$$

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	041.180550.01.ВКР.ПЗ	46

$$\beta' = \tan^{-1} \frac{5,75 + 1,24 + 0,87}{135} = 3,33^\circ.$$

Відхилення шарнірів автозчепів відносно горизонтальної осі:

$$b = \frac{(8,65 + 1,765) \cdot 1,765 - 0,86 - 0,87^2}{2 \cdot 135} = 0,062 \text{ (м)};$$

$$b' = \frac{(11,5 + 1,24) \cdot 1,24 - 1,71 - 0,87^2}{2 \cdot 135} = 0,049 \text{ (м)}.$$

Кути відхилення автозчіпок відносно горизонтальної осі:

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{0,062 + 0,049 + 0,032}{2 \cdot 0,87} = 4,71^\circ.$$

Визначаємо кут поперечного відхилення поздовжньої осі автозчепу від осі вагону:

$$\alpha = 2,95^\circ + 4,71^\circ = 7,66^\circ;$$

$$\alpha' = 3,33^\circ + 4,71^\circ = 8,04^\circ.$$

Точка перетину координат α та α' знаходиться в середні обмежувального контуру для пари вагонів з розетками вантажного типу. Проходження кривої забезпечується.

Знаходимо розрахункову ширину вікна розетки:

$$2B = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 7,66 + \frac{85}{\cos 7,66} \right) = 248,19 \text{ (мм)};$$

$$2B' = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 8,04 + \frac{85}{\cos 8,04} \right) = 252,20 \text{ (мм)}.$$

Ширина вікна розетки забезпечується.

Перевірка проходження одного вагону $R = 60$ м.

Кут відхилення осей автозчіпок:

$$\beta = \beta' = \tan^{-1} \frac{5,75 + 1,24 + 0,87}{60} = 7,46^\circ;$$

Відхилення шарнірів автозчепів відносно горизонтальної осі:

$$b = b' = \frac{(11,5 + 1,24) \cdot 1,24 - 1,71 - 0,87^2}{2 \cdot 60} = 0,111 \text{ (м)};$$

Кути відхилення автозчіпок відносно горизонтальної осі:

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		47

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{0 + 0,111 + 0,043}{2 \cdot 0,87} = 5,08^\circ;$$

Визначаємо кут поперечного відхилення поздовжньої осі автозчепу від осі вагону:

$$\alpha = \alpha' = 7,46^\circ + 5,08^\circ = 12,54^\circ.$$

Точка перетину координат α та α' знаходиться в середні обмежувального контуру для пари вагонів з розетками вантажного типу. Проходження кривої забезпечується.

Знаходимо розрахункову ширину вікна розетки:

$$2B = 2 \cdot \left(285 \cdot \operatorname{tg} 12,54 + \frac{85}{\cos 12,54} \right) = 300,94 \text{ (мм)}.$$

Ширина вікна розетки забезпечується.

Забезпечення проходу вагона горба сортувальної гірки без саморозчепу:

Для забезпечення проходу вагонами сортувальної гірки без саморозчеплення необхідно виконання умови:

$$\Delta y_{\max} \leq \Delta h_{\text{дон}} - \Delta h_n; \quad (53)$$

де Δy_{\max} – максимальна величина відносного вертикального зміщення центру зачеплення автозчепів при проході зчепу вагонів на гірці;

$\Delta h_{\text{дон}}$ – допустима за умовами зчеплення різниця вагонів автозчепів: для СА-3 $\Delta h_{\text{дон}} = 180 \text{ мм}$; для СА-3М $\Delta h_{\text{дон}} = 250 \text{ мм}$;

Δh_n – допустима згідно з ПТЕ початкова різниця рівнів автозчепів, $\Delta h_n = 100 \text{ мм}$.

Величина Δy_{\max} (мм) розраховується за формулою:

$$\Delta y_{\max} = A + n \cdot (B + C \cdot n + D \cdot 2l) + \frac{n}{2l} \cdot (E + F \cdot n + G \cdot n^2); \quad (54)$$

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		48

де $2l$ – база вагона, в метрах;

n – довжина консолі від центру п'ятника до осі зчеплення автотягача, 2,11 в метрах.

Значення коефіцієнтів A, B, C, D, E, F, G залежить від лінійних розмірів та осності вагонів (табл.1 [5]).

$$\Delta u_{max} = \frac{2,11}{11,5} \cdot ((-80,4) + 13,5 \cdot 2,11 + ((-0,6) \cdot 2,11^2 = 54,2 \text{ (мм)});$$

$$54,2 \leq 180 - 100;$$

$$54,2 < 80.$$

Умова виконується отже даний типовий вагон нормально пройде всі криві та гірки.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		49

3 ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТА КОНСТРУЮВАННЯ ЦИСТЕРН

Перспективи розвитку залізничних цистерн наступні:

1. Створенні так званих контейне- цистерн для перевезення їх бімодальним транспортом (рис. 13);
2. Зниження метоємкості цистерн, що призведе до підвищення вантажепідйомності;
3. Застосування спеціальних (уніфікованих зливних пристрої, які б унеможливили витік палива (рис.10);
4. Автоматизація процесів завантаження та розвантаження .(рис. 14)
5. Гармонізація цистерн та вимог з Європейськими країнами иа вимогами в ЄС;
6. Підвищення надійності при русі (зниження динаміки, підвищення швидкості) що може призвести до зміни ходових частин вагонів;
7. Виготовлення котлів із нержавіючих сталі, для зменшення витрат на обслуговування та поточний ремонт.

Так на рис. 13 представлено спеціальну контейнер – цистерну, яка по що застосовується для перевезення спеціальних хімічних вантажів, та зріджених газів, а в перспективі і для світлих та темних нафтопродуктів.



Рисунок 13 – Загальний вигляд контейнер – цистерни для перевезення зріджених газів

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		50

Якщо планується розташування великої кількості цистерн, то задля скорочення довжини зливної ділянки залізничного тупиката витрат на будівництво естакади і трубопровідних комунікацій, його споруджують з двома паралельними ділянками шляху з відстанню між осями 6,6 м. Для зливання мастил може бути передбачений окремий залізничний тупик.

Злив нафтопродуктів може здійснюватися за допомогою окремих зливних стояків через верхню горловину цистерни самопливом або з використанням насосів. Найбільш прогресивним, зручним і економічно доцільним з погляду на час зливання є застосування зливних залізничних естакад, а також спеціальних пристроїв для нижнього зливання типу АСН-7А й АСН-8Б.

Установку АСН-7Б монтують в місцях зливання світлих нафтопродуктів. Після монтажу установка опресовується тиском 0,5 МПа (5 кг/см²), при цьому не повинно бути протікань у місцях з'єднання вузлів і в шарнірах. Установка в процесі монтажу заземляється шляхом приєднання заземлювальної шини, до корінного патрубку

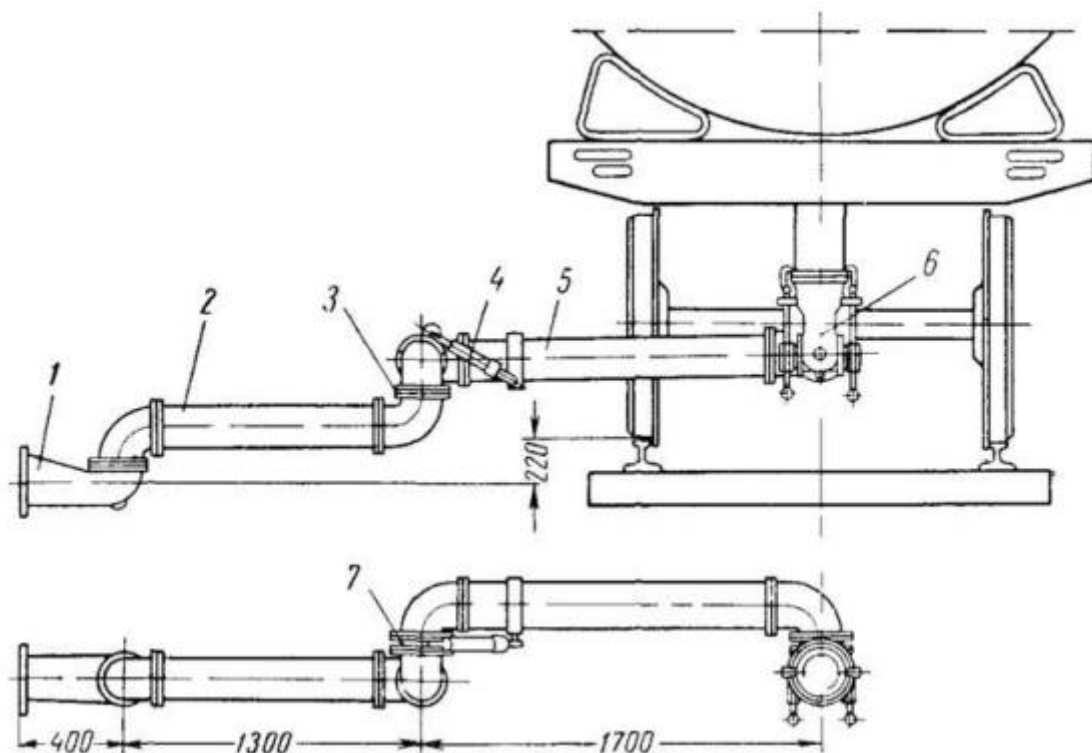


Рисунок 15 - Автоматизований пристрій для зливу бензину АСН-7А

Установка АСН-8Б відрізняється від АСН-7Б наявністю парової оболонки, що

						Арк.
					041.180550.01.ВКР.ПЗ	51
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

дозволяє здійснити злив мастильних матеріалів, а також в'язких нафтопродуктів при низьких температурах. При нижньому зливанні спрощується зачистка цистерн від залишків ПММ після зливання. Обладнання зливних естакад установками для нижнього зливання дублюється наявністю окремих додаткових зливних стояків. Це пов'язано з тим, що ще значна частина залізничних цистерн, які знаходяться в експлуатації, не має приладів нижнього зливання які могли в приєднанні до цієї установки.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		52

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

При виконанні даної роботи я більш ретельно вивчила конструкцію цистерн для перевезення нафтопродуктів.

В першому розділі провела аналіз конструкції цистерн випуску до 1995 і після 1995 років де побачила певні відмінності (в рамі, котлах та зливному пристрої) які є на залізницях УЗ та ще в повній мірі не запроваджено такі зміни (зливний пристрій з шубертом)

В другому розділі провела розрахунки окремих елементів вагона. При виконанні розрахунків було виявлено, що всі показники та елементи, які розраховувались відповідають нормативним значенням та документам відповідно до конструкторської документації.

В третьому розділі намітила шляхи модернізації цистерн для перевезення нафтопродуктів відповідно до розвитку техніки та технологій.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		53

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1) Нормы технологического проектирования депо для ремонта грузовых и пассажирских вагонов. Г.: Транспорт, 1984. - 32 с.;
- 2) А. В. Шатунов, В. К. Бруякин, Л. П. Безовська. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы технического обслуживания вагонов». Днепропетровск: ДИИТ, 1995, - 14 с.;
- 3) Нормы технологического проектирования депо для ремонта грузовых и пассажирских вагонов (ВНТП 02-86/МПС). М.:Транспорт,1987.32 с.
- 4) Либман А.З., Демченков Г.И. Вагонное хозяйство. Пособие по дипломному проектированию. М.: Транспорт, 1983. 104 с.
- 5) Інструкція з деповського ремонту та експлуатації візків вантажних вагонів, модернізованих за проектом С 14.01. ЦВ-0081/М-во транспорту України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Головне управління вагонного господарства. – 2006
- 6) 5. СТП 04-019:2018 Вагони вантажні. Ремонт візків. Правила виконання. Київ. АТ «Українська залізниця». 2018.
- 7) Технология вагоностроения и ремонта вагонов./ Под ред. В.И. Бесценного. М.: Транспорт, 1976. 432 с.
- 8) Вагоны. Конструкция, теория и расчёт. Под редакцией Л.А. Шадура. М.: Транспорт, 1980. 439с.
- 9) ЦВ-0118 Інструкція з неруйнівного контролю деталей та вузлів вагонів магнітопорошковим, вихрострумовим та ферозондовим методами та з випробування на розтягання
- 10)ССБТ. Техническое обслуживание и ремонт вагонов. Требования безопасности (ОСТ 32.15-81). М.: Транспорт, 1981. 46 с.
- 11)Корягина Н. С., Медведев В. В. Охрана труда в вагонном хозяйстве. М.: Транспорт, 1978. 222 с.
- 12)ЦВ-0019 Інструкція по зварюванню та наплавленню при ремонті вантажних вагонів та контейнерів

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		54

13) Методические указания к выполнению курсовой работы по автоматике и автоматизации изготовления и ремонта вагонов. Ч. II. Технические средства автоматики и автоматизации электроприводу. / под. Ред Мороз И.В. - Днепропетровск: ДИИТ, 1986. - 70 с.

14) Фомкин, К.Н. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Организация, планирование и управление вагоноремонтным предприятием." / К.Н. Фомкин, Ф.П. Светашов. Д.: Днепропетровск. ДИИТ, 1985. - 32 с.

					041.180550.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		55